XVIII Международная отраслевая научно-техническая конференция

«ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА»

Сборник трудов

Москва
2024

Технологии информационного общества. Сборник трудов XVIII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». (27-28 февраля 2024 г. Москва, МТУСИ). М.: МТУСИ, 2024. 422 с.

ISBN: 978-5-903650-76-7

Материалы даны в авторской редакции.

© МТУСИ, 2024

Подписано в печать 28.03.2024
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Тираж 500 экз.
ООО “ИД Медиа Паблишер”,
Москва, 111024, ул. Авиамоторная, д.8, стр. 1
www.media-publisher.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Ерохин С.Д., Лю Мин
РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА МТУСИ 12

Данилов А.Н., Насрулаев С.Ф., Максимов С.П.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ 15

Егоров М.А., Маликова Е.Е.
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ 18

Зайцев А.И., Зубилевич А.Л., Коротченко И.С.
ОЦЕНКА ОПТИЧЕСКИХ СВЕТОВОДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ 21

Ибрагимов Б.Г., Тагиев А.Д., Рустамова С.Т.
АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 25

Ибрагимов Б.Г., Джафарова Э.М., Мамедова Ф.В., Айгюн Г.А.
АНАЛИЗ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ СЕТЕЙ SDN 27

Кулагин Д.А.
СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОТОКОЛОВ ТРАНСПОРТНОГО УРОВНЯ: TCP И UDP 30

Мансуров Т.М., Зеневич А.О., Жданович С.В., Мансуров Э.Т.
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ/СЕНСОР 34

Мелихов Е.О., Строганова Е.П.
ВОЗМОЖНОСТИ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕДИАКОНТЕНТА В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 5G 37

Никулин В.С., Федотов М.А., Беленькая М.Н.
ВНЕДРЕНИЕ SYSLOG СЕРВЕРА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РЕД ОС 39

Соломатин А.С., Степанов М.С.
РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ ВОЛС НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ 43

Смирнов А.П., Семененко Н.О., Степанов М.С.
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ M2M ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОФИСНЫХ ПРОСТРАНСТВ 46

Шишкин М.О.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНЫХ УСТРОЙСТВ В ЕДИНЫХ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБАХ 49

Попов О.Б., Чернышева Т.В., Орлов К.В., Волчков Д.А.
ОБЪЕКТИВАНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ 52

Поташников А.М.
МЕТОД СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ТЕПЛОХОЛОДНОСТИ ЦВЕТОВ 60

Бен Режеб С.Б.К., Крейнделин В.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМА ZERO FORC-ING ПРИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА ПРОЦЕССОРЕ С ФИКСИРОВАННОЙ ТОЧКОЙ 63

Полесский С.Н., Бушуев Н.И., Мкртчян Г.А., Насыров Д.Д., Цветков П.А.
СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА 67

Акимов Э.М., Володина Ю.С.
СИНТЕЗ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ БЛОКОВОГО ПЕРЕМЕЖИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ОШИБОК В КАНАЛЕ СВЯЗИ 70

Ищенко А.А.
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ВОЛНОВОДНЫХ УЗЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 72

Корнюхин В.И., Фадеева А.В.
ПЛОСКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ 75

Смирнов Е.В.
ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА ВЗАИ-МОДЕЙСТВИЯ ПРИЕМНЫХ АНТЕНН 81

Konyukhov A.I., Melnikov L.A., Gochelashvili K.S., Sysoliatin A.A.
SIGNAL PROCESSING AND TRANSMISSION AT 200THZ SPECTRAL RANGE IN MOBILE AND CORE NETWORKS 84

Балыбердин А.В.
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ И ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СИСТЕМАХ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АНАЛИЗА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ 85

Губенко И.М.
К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА УДАЛЁННУЮ РАБОТУ 88

Епифанцев С.В., Верба В.А.
ОБЗОР СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТОВ, КОТОРЫЕ МО-ГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ 91

Звежинский С.С., Миронов М.А.
МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ 93

Колесников А.В., Басараб М.А., Ключарев П.Г.
МЕХАНИЗМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В NB-IOT СЕТЯХ И ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ УСТРОЙСТВ 96

Кривец А.С., Штеренберг С.И.
АНАЛИЗ СИСТЕМ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ 99

Лихачев Н.И., Даниленко Л.А., Королев Д.П.
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЧИСТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ НА ЛАБОРАТОРНЫХ КОМПЬТЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ POWERSHELL 102

Матковская Т.А., Кочергина О.В.
СНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ С БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ПРИ ПОМОЩИ МИКРОИЗГИБА 105

Махмутова Н.Ф., Киструга А.Ю., Ковцур М.М.
WIPS КАК ОСНОВА ЗАЩИТЫ БЕСПРОВОДНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ 108

Мурашко Ю.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ БИОМЕТРИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 111

Николаев А.А., Линчак Д.Ю., Долгоносов В.К., Кондратов А.П.
ПЕЧАТЬ ПРОЗРАЧНЫХ ЦВЕТОПЕРЕМЕННЫХ ЗАЩИТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ГИБКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ 114

Мушаков Е.П., Панков К.Н.
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ 116

Полтавцева М.А.
ЗАДАЧА УНИФИЦИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ДОСТУПА В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ БОЛЬШИХ ДАННЫХ 119

Посохов М.А., Саксонов Е.А.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ БОЛЬШИХ ДАННЫХ 122

Раковский Д.И., Александров И.Д., Боков А.Д.
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ СБОРА ТЕЛЕМЕТРИИ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОЗНАЧНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК 125

Рыбаков С.Ю., Ташлыков Ф.А.
АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ 128

Шелухин О.И., Филинов В.Д.
КЛАССИФИКАЦИИ ПРОТИВОПРАВНЫХ И НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ФОНОВОГО ТРАФИКА 132

Шульгин Н.А., Звежинский С.С.
СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ И ПРАКТИКИ ЗАЩИТЫ ОТ АТАК НА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА 135

Васильева Д.В., Дворников С.В., Дворников С.С.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ОБНАРУЖЕНИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ 138

Гайваль Л.В., Скородумова Е.А.
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С АРХИТЕКТУРОЙ С РАЗДЕЛЯЕМЫМ «СКЕЛЕТОМ» В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ 142

Грант С.К., Скородумова Е.А.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА ОТМЕНЕННЫХ НЕНОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ 145

Гудков П.Г., Саксонов Е.А.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭКСПЕРТОВ 148

Гудков П.Г., Саксонов Е.А.
АНАЛИЗ УСЛОВИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ЗАЯВКИ 152

Демин Д.Б.
ВЫЧИСЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА ТРЕХМЕРНЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ ТЕЛАХ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ДИАГРАММНЫХ УРАВНЕНИЙ 155

Скородумова Е.А., Захарьева Д.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ, ОСНОВАННОГО НА МЕТОДЕ TF-IDF, ДЛЯ АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ГРАЖДАНСКОГО ПРАВА 159

Инюткина А.С.
ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНДУСТРИИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА 162

Капшин К.П., Скородумова Е.А.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ 165

Копытько С.М., Соловьев В.И.
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ К ТРЕБОВАНИЯМ ВАКАНТНОЙ ДОЛЖНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ 169

Курилин А.В.
БРАХИСТОХРОНА И СКОЛЬЖЕНИЕ С УЧЕТОМ СИЛЫ ТРЕНИЯ 173

Батенков К.А.
АНАЛИЗ ОПЕРАТИВНЫХ НОРМ НА ПАРАМЕТРЫ ОШИБОК ПЛЕЗИОХРОННЫХ КАНАЛОВ И ТРАКТОВ 177

Галицкий М.В., Кузин А.А., Шафеев Р.М.
АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УЧЕТА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ 181

Грычкин С.Е., Строганова Е.П.
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ И СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ЦЕЛЯХ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ 185

Дроговоз В.А.
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ 187

Ермаков А.В., Соколов Н.А., Федоров А.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СЕТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ В ЭКСТРАОРДИНАРНЫХ УСЛОВИЯХ 190

Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Чукарин А.В.
ПРОЦЕССЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 193

Князев К.Г.
ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ СЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ 196

Гарбузов Г.В., Теренин А.А.
УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ КАК СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ВИД УГРОЗ 199

Нетес В.А.
КАК ПРИДАТЬ СЕТЯМ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ (АВТОНОМНОСТЬ И ЧЕЛОВЕКОПОДОБНОСТЬ) 203

Оситис А.П.
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОДГОТОВКЕ ОТРАСЛЕВЫХ КАДРОВ (НА ПРИМЕРЕ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ) 206

Босомыкин Д.В., Мещеряков Р.В., Сарьян В.К., Захарова А.А.
УГРОЗЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕТЯХ СВЯЗИ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СПОСОБАМ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ 211

Саломатина Е.В., Сарьян В.К.
СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 214

Сарьян В.К., Девяткин Е.Е.
К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОГО КОДЕКСА РФ 217

Сергеев А.А., Чукарин А.В., Налетов А.Д., Прокофьев Н.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТИЗЫ ИИ-РЕШЕНИЙ 219

Сергеев А.А., Мухина М.Д., Чукарин А.В., Поповская Е.С.
ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ЗВЕНА 222

Резникова Н.П., Артемьева Г.С.
К ВОПРОСУ ОТБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ИНДЕКС РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОГО СОДРУЖЕСТВА В ОБЛАСТИ СВЯЗИ 225

Каберова А.Р.
ГИБКИЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ИНСТРУМЕНТАРИЯ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИЙ ИКТ-ОТРАСЛИ 228

Красикова Л.Ю., Красикова Т.В.
АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ВАЛЮТЫ 232

Ожерельев С.В., Сиднев С.А.
СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУКТУРЫ НЕСКОЛЬКИМИ ОПЕРАТОРАМИ 235

Уманский Р.Ю., Борисов С.Д.
ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ В ОРГАНИЗАЦИЯХ 238

Франк И.А., Савина А.Д.
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА 241

Чугунова А.В., Сарьян В.К., Козлова Н.В.
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОРПОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В РОССИИ 244

Яковлева М.В., Низовая А.А.
КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ 247

Балдынов И.О.
АКТУАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ В РАБОТЕ ВРАЧА ПЕРВИЧНОГО ЗВЕНА В ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ 250

Буланов Г.А., Тутова Н.В., Андреев И.А.
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ DOCKER-КОНТЕЙНЕРАМИ В КЛАСТЕРАХ KUBERNETES 253

Гордеев Г.В., Ерохин А.Г.
ПОДХОДЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОСТРОЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 258

Осипов А.В., Осипов Е.А., Аржадеев С.Е., Дорожкина Д.Д.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ 262

Осипов А.В., Другалев Д.А., Грибов Э.Э.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ FUZZY C-MEANS 266

Егоров В.И., Ванина М.Ф.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 271

Осипов А.В., Дубинская М.А., Емельянов А.И.
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ 274

Иванова О.В., Терехов А.И., Ядринцев С.М., Бирюкова О.Д.
ВЛИЯНИЕ ТРАНСАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МЕНЕДЖМЕНТА 278

Манькова Н.В.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 283

Мугдусян Л.С.
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МАЛЫМ БИЗНЕСОМ 286

Орлова К.Л.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕШЕНИЙ OPEN SOURCE ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ 288

Пестова И.А.
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОМЕРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА 291

Самохин Е.Г.
АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА 293

Серпуховитина М.В.
ИНВЕСТИЦИОННАЯ КАРТА РЕГИОНА (ОБЛАСТИ) 296

Слядников П.Е., Ерохин А.Г., Ванина М.Ф., Тутова Н.В.
КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ И СМАРТ-КОНТРАКТОВ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ РФ 300

Суслова В.А., Дидковская А.К., Малышев М.И.
ОСОБЕННОСТИ ОТНОШЕНИЙ ЭКСПЕДИТОРА С ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕМ И ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОРОТА ДОКУМЕНТОВ В МЕЖДУНАРОДНЫХ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ 304

Тараненко А.А., Ванина М.Ф.
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CMS В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 307

Хауш А., Слядников П.Е.
ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, ДОСТАВЛЯЕМЫХ АВТОМАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ 310

Цыплакова Я.В.
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В АРХИТЕКТУРЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ.....313

Цыплакова Я.В.
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ В WEB-СИСТЕМАХ 316

Шушпанов В.О.
ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БЛОКЧЕЙНА В БИЗНЕСЕ.....319

Языкова Д.А.
ПРОЦЕССЫ, КОТОРЫЕ ТРАНСФОРМИРУЮТ БИЗНЕС: ГЛУБОКИЙ АНАЛИЗ И ПОНИМАНИЕ 322

Белюженко Д.Р.
ПОДСИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ 325

Дагаев А.В., Безумнов Д.Н.
РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЦИФРОВОМУ ДВОЙНИКУ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЯЧЕЙКИ.....328

Загорский В.В., Потапченко Ф.Д.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ПО ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ 332

Кастюнина Т.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОТ ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПОБОЧНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ 335

Малахов В.Е.
К ВОПРОСУ АНАЛИЗА УПРАВЛЯЕМОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ СИСТЕМ.....338

Масенков М.В., Потапченко Т.Д.
ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДЕТЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОПОТОКАХ ДАННЫХ 342

Рожков С.А., Воронов В.И., Воронов Е.В.
КОНТРОЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ.....345

Садыев Ю.З., Потапченко Т.Д.
УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА ОТСЛЕЖИВАНИЯ.....348

Сердюк О.И., Воронова Л.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМИ В ОБЛАСТИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ 352

Харшиладзе Д.Г.
СЕРВИСНЫЕ СЕТКИ (SERVICE MESH) В KUBERNETES: СЛЕДУЮЩИЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.....355

Четыркин М.И., Безумнов Д.Н.
НЕЙРОСЕТЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ШТРИХОВЫХ КОДОВ.....359

Шабанов А.П.
МОДЕЛИ КОГНИТИВНОЙ СЕМАНТИКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ 363

Яковлева К.А.
АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ХРАНИЛИЩ **366**

Антонычева О.Л., Воронова Л.И.
ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ **369**

Булдык Г.М.
ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» **372**

Введенская В.Г.
ОСОБЕННОСТИ АУДИРОВАНИЯ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ **374**

Верба В.А., Вовик А.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ ТАКСОНОМИИ БЛУМА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ **377**

Волков А.И., Лукин В.Н., Чернышов Л.Н.
ОСОБЕННОСТИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ДЛЯ ЛЕКЦИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ **381**

Кунц Е.В.
МЕНТОРИНГ: РЕНЕССАНС МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ **384**

Лапаев Л.Л.
ИСКУССТВЕННАЯ ЯЗЫКОВАЯ СРЕДА **387**

Лапаев Л.Л.
ПО ДОЛГУ СЛУЖБЫ: ПРОФЕССИОНАЛЬНО **389**

Михайлова А.И.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОЛЕВЫХ ИГР В ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ И КУЛЬТУРЕ РЕЧИ **392**

Попов А.П.
ПОНЯТИЕ СТРУКТУРНОГО ДЕТЕРМИНИЗМА В БИОЛОГИЧЕСКОМ КОНСТРУКТИВИЗМЕ УМБЕРТО МАТУРАНЫ **394**

Скляр Л.Н., Бочарова Т.И.
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ПЕРИОДОВ ГРАЖДАНСКОЙ ВОЙНЫ **396**

Трубач О.К., Горшкова Д.И.
ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ **399**

Исаева Л.Н., Немыкин А.А., Лобзов А.В., Марущенко А.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЯТОРА АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА MS2090A В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ КАФЕДРЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В ИНФО-КОММУНИКАЦИЯХ» **402**

Королькова Т.В.
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕРЕВЕРНУТЫЙ КЛАСС» В МТУСИ **405**

Наумов Д.И.
ТРАКТОВКА ЦИФРОВИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ПАМЯТИ В КОНЦЕПЦИИ ЭНДРЮ ХОСКИНСА **408**

Гущина Л.И., Артемьева Г.С., Красикова Л.Ю., Сиднев С.А.
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ» 411

Сергеев А.А., Мухина М.Д., Ершов А.Н., Скирдов М.Р.
СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДАТАСЕТОВ И МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИИ-РЕШЕНИЙ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....414

Кандалов В.И., Гурылёв Н.И.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ PR-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕСС-СЛУЖБ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СЕТЕВИЗАЦИИ.....417

Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В.
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ КОММУНИКАЦИЙ.....420

РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА МТУСИ

Ерохин Сергей Дмитриевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Ректор, Москва, Россия

Лю Мин,
Международный исследовательский центр по вопросам развития Мастерской Лубан TUTE, научный сотрудник, Тяньцзинь, КНР

Аннотация

Мероприятия, организуемые в Московском техническом университете связи и информатики, направлены на объединение усилий научных организаций, вузов, предприятий и операторов связи по развитию перспективных технологий связи и совершенствованию инфокоммуникационной инфраструктуры. Международная отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», как правопреемница конференции научно-технического, педагогического и инженерного состава МЭИС / МИС / МТУСИ много лет является ведущей кузницей научно-педагогических кадров отрасли связи и информатики.

Ключевые слова
Технологии информационного общества, МТУСИ, Мастерская Лубан, международное сотрудничество.

Международная отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества» ежегодно проводится в Московском техническом университете связи и информатики (МТУСИ) при поддержке Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE). В этом году в конференции приняли участие представители 45-ти отраслевых организаций из России, Республики Беларусь, Китая, Азербайджана и Приднестровской Молдавской Республики.

МТУСИ является активным участником отраслевых международных организаций, инициатив и проектов и российским узлом всемирной сети Центров профессионального мастерства Международного союза электросвязи с 2003 года. С 2014 года центр курирует в регионе СНГ две программы – «Приложения и услуги ИКТ» и «Кибербезопасность».

Сотрудники университета по поручению Министерства связи и массовых коммуникаций РФ работают в качестве экспертов в рабочих органах МСЭ: Group on Capacity Building Initiatives; Expert Group on Telecommunication/ICT Indicators; Expert Group on ICT Household Indicators; Council Working Group for strategic and financial plans 2020-2023.

В 2015 году в МТУСИ открыт Региональный учебный центр Всемирного почтового союза. В центре проходят обучение ведущие специалисты региона СНГ по современным технологиям почтовой связи под руководством специалистов мирового уровня.

DEVELOPMENT OF MTUCI INTERNATIONAL COOPERATION

Sergey D. Erokhin,
Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUSI), Rector, Moscow, Russia

Liu Ming,
International Research Center for Development Luban TUTE Workshop, Research Fellow, Tianjin, China

Abstract

Events organized by Moscow Technical University of Communications and Informatics are aimed at uniting the efforts of scientific organizations, universities, enterprises and telecom operators to develop promising communication technologies and improve the infocommunication infrastructure. The International Scientific Conference "Information Society Technologies" has been the leading forge of scientific and pedagogical personnel in the communications and computer science industry for many years.

Key words
Information Society Technologies, MTUCI, Luban Workshop, international cooperation.

The international scientific conference "Information Society Technologies" is held annually at the Moscow Technical University of Communications and Informatics (MTUCI) with support of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). This year, representatives of 45 industry organizations from Russia, the Republic of Belarus, China, Azerbaijan and the Pridnestrovian Moldavian Republic took part in the conference.

MTUCI has been an active participant in industry international organizations, initiatives and projects and the Russian node of worldwide network of Excellence Centers in the International Telecommunication Union (ITU) since 2003. Since 2014, the center has been supervising two programs in the CIS region – "ICT Applications and Services" and "Cyber Security".

University employees, on behalf of the Ministry of Telecom and Mass Communications of the Russian Federation, work as experts in ITU: Group on Capacity Building Initiatives; Expert Group on Telecommunication/ICT Indicators; Expert Group on ICT Household Indicators; Council Working Group for strategic and financial plans 2020-2023.

In 2015, the Regional Training Center of the Universal Postal Union was opened at MTUCI. At the center, leading specialists from the CIS region are trained in modern postal technologies under the guidance of world-class specialists.

Одним из направлений деятельности Регионального содружества в области связи (РСС) является проведение Регионального мониторинга инфокоммуникационного развития в странах участниках РСС на основе статистической отчетности администраций связи РСС. По заказу РСС МТУСИ выполнял проект «Исследование систем дистанционного образования в странах участников РСС», результаты которого были использованы для совершенствования современных технологий подготовки и переподготовки кадров отрасли связи в странах СНГ.

Университет активно участвует в процессе развития информационного общества. В рамках платформы Всемирной встречи на высшем уровне по вопросам информационного общества (WSIS) МТУСИ представляет свои проекты, которые входят в общемировую базу данных и составляют важный вклад России в публичное освещение интересных инициатив и проектов по различным аспектам инфокоммуникаций.

МТУСИ также является членом Российско-Киргизского консорциума технических университетов, в задачу которого входит развитие межвузовского сотрудничества и обучение граждан Кыргызстана в технических вузах России.

В рамках договоров и соглашений МТУСИ осуществляет Международное сотрудничество с Азербайджанским техническим университетом, Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники, Белорусской Государственной Академией Связи (БГАС); Евразийским национальным университетом им. Л.Н. Гумилева, Центром международных программ Министерства образования и науки Республики Таджикистан; Профессиональным колледжем электронных и информационных технологий Тяньцзиня (Китай).

На 2024 год запланированы совместные проекты в целях повышения квалификации педагогических кадров и подготовки актуальных специалистов в области связи и информационных технологий. Разработаны программы по привлечению специалистов для проведения занятий, в том числе в формате удаленного доступа, организация и проведение мероприятий в целях гуманитарного, культурного и молодежного сотрудничества. Это позволяет повышать практический уровень подготовки студентов, развивать дополнительные компетенции у педагогических кадров и создавать новые разработки по наиболее актуальным направлениям.

В МТУСИ работают центры перспективных технологий: первый в России киберполигон с функционалом квантового распределения ключей, Центр робототехники, Квантовый центр и первый в России учебный центр по подготовке специалистов для работы в сетях пятого и шестого поколений связи «Мастерская Лубан».

В ноябре 2023 г. российская делегация была приглашена к участию в конференции на полях Тяньцзиньского университета технологий и образования (TUTE), где был подписан Меморандум о взаимопонимании между МТУСИ и Тяньцзиньским колледжем электроники и информатики (TEIC). Тяньцзиньский профессиональный колледж электроники и информатики входит в топ-100 государственных китайских вузов профессионального образования и является высшим техническим учебным учреждением профессионально-технического образования, готовящим специалистов в сфере ИКТ, электротехники, экономики и управления.

One of the activities of Regional Commonwealth in the Field of Communications (RCC) is to conduct Regional monitoring of infocommunication development in the RCC member countries based on statistical reporting of RCC communications administrations. At the request of RCC, MTUCI carried out the project “Research of distance education systems in the countries of RCC participants,” the results of which were used to improve modern technologies for training and retraining communications industry personnel in the CIS countries.

The university actively participates in the development of information society. As part of the World Summit on the Information Society (WSIS) platform, MTUCI presents its projects, which are included in the global database and constitute Russia's important contribution to the public coverage of interesting initiatives and projects on various aspects of infocommunications.

MTUCI is also a member of the Russian-Kyrgyz Consortium of Technical Universities, whose task is to develop interuniversity cooperation and train citizens of Kyrgyzstan in technical universities in Russia.

Within the framework of contracts and agreements, MTUCI carries out international cooperation with Azerbaijan Technical University, Belarusian state university of informatics and radioelectronics, Belarusian State Academy of Communications; Eurasian National University named after. L.N. Gumilyov, Center for International Programs of the Ministry of Education and Science of the Republic of Tajikistan; Tianjin Professional College of Electronic and Information Technology (China).

Joint projects are planned for 2024 to improve the qualifications of teaching staff and train current specialists in the field of communications and information technology. Programs have been developed to attract specialists to conduct classes, including in the format of remote access, to organize and conduct events for the purpose of humanitarian, cultural and youth cooperation. This allows us to increase the practical level of students’ training, develop additional competencies among teaching staff and create new developments in the most relevant areas.

MTUCI operates centers of advanced technologies: the first cyber testing ground in Russia with the functionality of quantum key distribution, the Center for Robotics, the Quantum Center and the first training center in Russia for training specialists to work in fifth and sixth generation communication networks “Workshop Luban”.

In November 2023, Russian delegation was invited to participate in a conference of the Tianjin University of Technology and Education (TUTE), where a Memorandum of Understanding was signed between MTUCI and Tianjin Electronic Information College (TEIC). Tianjin Electronic Information College is one of the top 100 public Chinese vocational universities and is a higher technical vocational education institution that trains specialists in the fields of ICT, electrical engineering, economics and management.

В первую очередь, этот важный документ затрагивает сферу подготовки современных специалистов по сетям связи пятого и шестого поколений. Базовым местом получения компетенций является международная мультиотраслевая платформа «Мастерская Лубан».

Первый не только в России, но и в мире, Учебный центр «Мастерская Лубан» для отрасли связи, открытый в этом году в МТУСИ (совместно с TEIC), уже приступил к обучению студентов. Всего в мире насчитывается около 30 «Мастерских» разной отраслевой направленности (от металлургии до медицины).

Проект «Мастерская Лубан» является частью международной программы КНР по созданию в странах-партнёрах центров подготовки современных цифровых экспертов. Каждый шаг в нашем взаимодействии является важным при построении инновационного цифрового будущего России и КНР.

Особое внимание в МТУСИ уделяется вопросам научно-технического взаимодействия: участие ученых и студентов в международных конференциях, совместные публикации и вебинары, выполнение научно-технических проектов по самым востребованным направлениям.

Следует отметить, что Международная научно-техническая конференция «Технологии информационного общества» уже много лет является ведущей кузницей научно-педагогических кадров в области связи и информатики. Ежегодно здесь собираются отраслевые профессионалы, представители передовых технологических компаний-разработчиков и образовательных организаций, системных интеграторов в области связи, инфокоммуникаций, цифровой экономики и информационных технологий, которые активно работают на благо отечественной науки и цифрового суверенитета. Обсуждение проблем развития науки и приоритетных направлений научных исследований отрасли крайне важно для непрерывного технологического развития.

В 2024 году основными направлениями исследований в рамках международной конференции «Технологии информационного общества» стали: сети и системы связи, инфокоммуникационные технологии и защита информации, инновационные технологии в бизнесе, цифровое телерадиовещание и интеллектуальные системы в управлении и автоматизации. Детальное обсуждение вопросов, обозначенных экспертами на пленарном заседании, продолжалось в течение двух дней на 17-ти тематических секций, где было заслушано 225 докладов.

В данном сборнике трудов опубликовано 127 докладов участников конференции. Расширенные версии 98 докладов направлены для публикации в отраслевые периодические издания.

First of all, this important document affects the training of modern specialists in fifth and sixth generation communication networks. Basic place for obtaining competencies is the international multi-industry platform “Workshop Luban”.

The first not only in Russia, but also in the world, Luban Workshop Training Center for the communications industry, opened this year at MTUCI (together with TEIC), has already begun training students. In total, there are about 30 “Workshops” in different industries in the world (from metallurgy to medicine).

Luban Workshop project is part of the PRC’s international program to create training centers for modern digital experts in partner countries. Every step in our interaction is important in building the innovative digital future of Russia and China.

MTUCI pays special attention to issues of scientific and technical interaction: participation of scientists and students in international conferences, joint publications and webinars, implementation of scientific and technical projects in the most popular areas.

It should be noted that the International Scientific Conference “Information Society Technologies” has been leading forge of scientific and pedagogical personnel in the field of communications and computer science for many years. Every year, industry professionals, representatives of leading technology development companies and educational organizations, system integrators in the field of communications, infocommunications, digital economy and information technology, who actively work for the benefit of domestic science and digital sovereignty, gather here. Discussion of problems in the development of science and priority areas of scientific research in the industry is extremely important for continuous technological development.

In 2024, the main areas of research within the framework of the international conference “Information Society Technologies” were: networks and communication systems, infocommunication technologies and information security, innovative technologies in business, digital television and radio broadcasting and intelligent systems in control and automation. A detailed discussion of the issues identified by the experts at the plenary session continued for two days in 17 thematic sections, where 225 reports were heard.

This collection of works contains 127 reports from conference participants. Extended versions 98 reports were sent for publication to industry periodicals.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ

Данилов Алексей Николаевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), доцент, к.т.н., Москва, Россия
alexnicdanilov@yandex.ru

Насрулаев Суннатулого Фахриддинович
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия
v.e.panteleev@gmail.com

Максимов Сергей Петрович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), старший преподаватель, Москва, Россия
maximovsp@gmail.com

Аннотация

В работе предлагается методика проектирования, основанная на комбинированном использовании инфраструктуры проводной сети и беспроводных технологий. Такой подход позволяет обеспечить широкое покрытие, высокую скорость передачи данных и низкую задержку. Данная работа представляет собой комплексное исследование проектирования сетей 5G, с учетом актуальных требований и перспективных технологических разработок.

Ключевые слова
Мобильная сеть, базовая станция, зона, покрытие, диапазон

Введение

Мультисервисные мобильные сети связи пятого поколения (5G) стали главной разработкой в сфере телекоммуникаций. Они обеспечивают высокую пропускную способность, чрезвычайно низкую задержку и широкий охват, удовлетворяя требованиям все более разнообразных сценариев использования.

Проектирование сети пятого поколения является важной задачей в современном мире, где все больше устройств и приложений требуют широкополосного и высокоскоростного интернета.

Для построения мультисервисной мобильной сети 5G мы предлагаем использовать комбинированный подход, объединяющий различные технологии и протоколы. В основе этого подхода лежит использование сотовых станций с большой пропускной способностью и малой задержкой, а также передовых антенных систем. Предполагается использовать виртуальные сети функций (Virtual Network Functions), которые позволяют гибко настраивать и управлять функциями сети. Это включает в себя развертывание и конфигурирование сетевых функций, таких как маршрутизация, брандмауэры и прокси-серверы, на виртуальных серверах.

Результаты исследований

Радиоподсистема пятого поколения представлена в виде набора секторов (часто именуемых ячейками), которые при расчетах для удобства зачастую аппроксимируются в правильные шестиугольники. Одним из важных вопросов при проектировании подобных сетей становится выбор оптимального числа обслуживающих секторов на базовой станции. Этот параметр $M_{сек}$ может быть равен одному, трем секторам или шести.

Увеличение подобного параметра целесообразно сс целью снижения количества обслуживающих БС, так как с увеличением количества секторов повысится пропускная способность. Однако, с другой стороны, подобное решение обычно приводит к усложнению оборудования станции и заметно увеличивает затраты на его эксплуатацию [1-3].

Наиболее оптимальным вариантом еще с первых систем мобильной связи принято считать число секторов, равное трем. Это в первую очередь касается территорий с преобладающим числом жилых кварталов, обеспечивающих наличие потенциальных абонентов, которые будут обслуживаться мобильной сетью. В промзонах, а также в населенных пунктах с небольшой населенностью, могут применяться более простые односекторные базовые станции.

Рассматривая стандартную топологию с тремя секторами, в центре этой совокупности, состоящей из трех шестиугольных зон, будет расположена сама базовая станция, осуществляющая обслуживание абонентских терминалов в зоне действия своего сайта (иными словами ячейки).

Более наглядно это показано на рисунке 1.

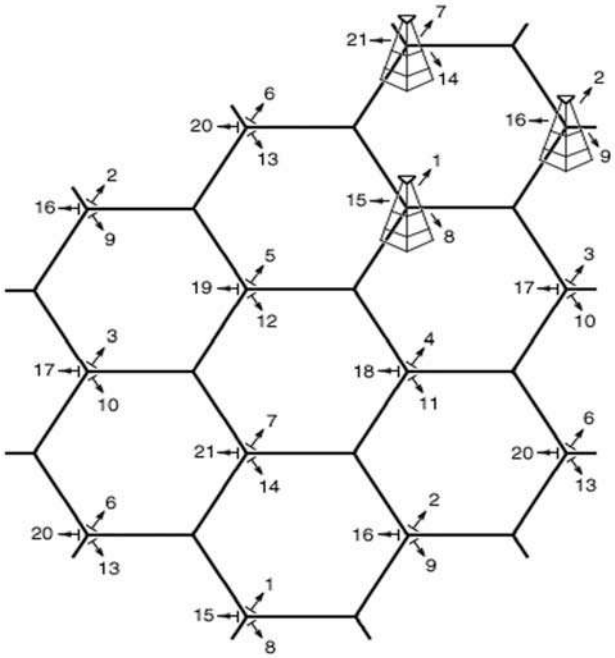


Рис. 1. Схема организации разбития на ячейки в мобильной связи

Для каждого сектора можно рассчитать площадь обслуживаемой территории, она будет описываться выражением

$$S = \frac{3}{8\sqrt{3}} R^2, \quad (1)$$

где R – радиус действия сектора обслуживающей базовой станции.

Очевидно, площадь обслуживания для станции с тремя обслуживающими секторами, будет в три раза больше

$$S_c = \frac{9}{8\sqrt{3}} R^2 \cdot \quad (2)$$

Число сайтов для определенного *i*-го класса местности от *N* сайтов можно определить при помощи следующего выражения

$$N_{сайтові} = \frac{S_i}{S_{SA}} \cdot \quad (3)$$

В данной формуле *Si* – площадь местности (Deployment Area), разбитой по классам. Классы отличаются друг от друга плотностью застройки и условно могут быть разделены на: городскую зону, пригород, зоны редкой застройки, открытая местность и т.д.; – S_{SA} площадь обслуживания одного сайта (Site Area).

Дистанция (радиус) действия сектора базовой станции может быть выбрана на основе формул Окамура-Хата. С её помощью осуществляется прогнозирование средних потерь на распространение радиоволны при отсутствии наличия прямой видимости до абонентского терминала. Это возможно при и использовании модернизированной формулы, представленной ниже

$$\mathrm{L} = \begin{cases} A + B\lg R(a) \\ A + B\lg R - C(\mathrm{b}) \\ A + B\lg R - D(\mathrm{c}) \end{cases}, \quad (4)$$

где *a* – для городской застройки; *b* – для сельской местности и зон пригородной застройки; *c* – существенных препятствий для распространения сигнала; *R* – дистанция между антенным оборудованием обслуживающей БС и абонентским терминалом в километрах.

$$A = 69,55 + 26,16\lg f_0 - 13,82\lg h_{БС} - a(\mathrm{h}_{БС}); \quad (5)$$

$$\mathrm{B} = 44,9 - 6,55\lg h_{БС}; \quad (6)$$

$$\mathrm{C} = 2\left[\lg(f_0/28)\right]^2 + 5,4; \quad (7)$$

$$D = 4,78 \cdot (\lg(f_0)^2 - 19,33\lg f_0 + 40,94; \quad (8)$$

$$a = \begin{cases} (1,1\lg f_0 - 0,7) \cdot h_{AC} - (1,56\lg f_0 - 0,8)(a) \\ 8,28 \cdot (\lg(1,54 \cdot h_{AC}))^2 - 1,1(b) \\ 3,2 \cdot (\lg(11,75 \cdot h_{AC}))^2 - 4,97(c) \end{cases}, \quad (9)$$

где $h_{AC} h_{БС}$ – расчетная высота, на которой расположены антенны абонентского терминала (АС) и обслуживающей его базовой станции (БС); f_0 – значение параметра средней частоты радиосигнала, МГц.

В данном случае первый вариант формулы – (а) используется для населенных пунктов с небольшим и относительно средним населением; вариант (*b*) – для городов с большим населением (f_0 < 0,44 ГГц); расчетная формула (*c*) – для городов с большим население (f_0 < 0,4 ГГц).

Говоря о формуле Окамура-Хата, важно понимать, что она представляет собой эмпирический расчет, она должна корректироваться по мере модернизации передающего оборудования, также, как и при смене рабочих диапазонов частот. Её применение позволяет примерно уточнить максимальную дистанцию связи для различных условий и плотности застройки, но для более подробного анализа рекомендуется использовать другие, более точные методы [4, 5].

В целом, средняя дистанция обслуживания для различных диапазонов работы сетей пятого поколения имеет следующий вид:

– для низкочастотного диапазона в 700 МГц – десятки километров. Этот диапазон предназначен для обеспечения плотности покрытия на большой территории, отлично подходит для размещения вдоль дорог и в зонах малой застройки, к примеру, в сельской местности. При обслуживании на таких частотах удаётся достичь максимальную дальность покрытия, однако они существенно ограничены в плане пропускной способности, реализация eMBB по ним практически невозможна в виду того, что максимальные скорости передачи обычно на таких частотах составляют в лучшем случае около 100 Мбит/с.

– диапазон средних частот от 2 до 6 ГГц – обеспечивает оптимальное покрытие на дистанции до 1-2 километров - основной диапазон для предоставления сервиса сетей пятого поколения в условиях городской среды. Представляет собой балансное решение между дальностью обслуживания секторов и пропускной способностью.

– диапазон миллиметровых волн выше 24 ГГц – дистанция покрытия в пределах 150-300 метров – самый высокоскоростной диапазон, предназначенный для полного раскрытия сценария eMBB с передачей данных на скоростях до 20 Гбит/с, необходимой для трансляции огромного объема данных за короткое время.

Ввиду очень высоких частот, которые используются в данном диапазоне, дистанция обслуживания минимальна, такой стандарт больше всего подходит для размещения в местах очень плотной застройки, реализации indoor решений и т.д. Наиболее затратная часть реализации систем 5G – строительство БС с поддержкой миллиметрового диапазона, поскольку такие станции нужно размещать в очень большом объеме, буквально через каждые 100-200 метров.

Заключение

Технологии мультисервисной мобильной связи пятого поколения позволяют осуществлять сверхнадёжные коммуникации с низкой задержкой. Технология 5G привносит революцию не только с точки зрения клиентского сервиса, но и с точки зрения архитектуры сети – многие элементы заменяются на свои виртуальные аналоги, активно начинает использоваться облачная инфраструктура.

Сети пятого поколения за счет агрегации самых передовых технологий предоставления услуг связи смогут провести техническую революцию и станут флагманом и переходом в реализации совершенно новых услуг связи.

Критически важным вопросом должно стать обеспечение повышенной надежности сетей нового поколения, учитывая их заметно возросшую социальную функцию и работу с технологиями, требовательными к стабильности сети и низким задержкам.

Предлагаемый метод построения мультисервисной мобильной сети связи пятого поколения, основанный на комбинации различных технологий и протоколов позволяет обеспечить высокую пропускную способность, низкую задержку и широкий охват, что является основными характеристиками идеальной 5G-сети.

Литература

1. *Andrews J.G.*, et al. What will 5G Be? // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2014. Vol. 32, no. 6.

2. *Au K*, et al. Uplink contention based SCMA for 5G radio access // IEEE Globe-com 5G workshop. Dec. 2014.

3. DOCOMO 5G white paper, https://www.nttdocomo.co.jp/english/binary/pdf/corporate/techno logy/whitepaper_5g/DOCOMO 5G White Paper.pdf.

4. *Крейнделин В.Б., Л.А. Варукина., Е.Н. Воронков*. Методические указания по дисциплине «Технологии беспроводных сетей передачи данных». М.: МТУСИ, 2011. 64 с.

5. *Степанова И.В.* Системы широкополосного абонентского доступа. Учебное пособие. М.: МТУСИ, 2010. 74 с.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Егоров Михаил Андреевич,
МТУСИ, Москва, Россия
arhangelmihail2000@mail.ru

Маликова Елена Егоровна,
МТУСИ, доцент каф. СС и СК, к.т.н., Москва, Россия
e.e.malikova@mtuci.ru

Аннотация

В статье рассматривается создание системы дистанционного тестирования с использованием технологий виртуализации, в частности технологии контейнеризации. Технология контейнеризации – это одна из форм виртуализации, которая позволяет упаковать программный код в единый файл исполняемого типа для обеспечения его правильного запуска. В данной работе использовалась платформа Docker. Для проведения точного анализа данных в системе тестирования применяются платформы* Kibana и Grafana. *Описаны принципы взаимодействия пользователя с сервисом тестирования.

Ключевые слова

Kibana, Grafana, система тестирования, платформа Docker, базы данных (БД), программное обеспечение (ПО), контейнер, виртуальная машина.

Введение

В наше время технологии систем связи достигли высокого уровня развития. Популярной концепцией в сфере телекоммуникаций, является концепция Будущих сетей, которая описана в рекомендациях МСЭ-Т серии Y.3000 [1,2]. Одной из технологий, которая применяется в данной концепции является технология сетевой виртуализации. Эта технология позволяет существенно повысить эффективность использования сетевых ресурсов за счёт организации множества виртуальных ресурсов на базе одного физического ресурса. Это позволяет снизить затраты на инфокоммуникационное оборудование.

В данной статье рассматривается популярная платформа контейнеризации Docker. Docker – это платформа контейнеризации с открытым исходным кодом. Она представляет собой мощный инструмент, который значительно упрощает и автоматизирует процессы создания и развертывания различных приложений [3,4]. С помощью данной платформы можно организовать дистанционную систему тестирования знаний студентов. При этом будут использоваться реляционные базы данных.

Описание технологии контейнеризации

Контейнеризация – это метод упаковки программного кода в единый файл исполняемого типа вместе с библиотеками и необходимыми зависимостями для обеспечения правильного запуска [5, 6]. Такой файл называют контейнером. Контейнер строится на основании образа. Образом контейнера называют исполняемые пакеты программного обеспечения на основании, которого строится контейнер. Контейнер универсален в своей возможности быть развёрнутым в любой системе, в отличии от виртуальных машин.

Контейнеризация имеет ряд преимуществ по сравнению с виртуальными машинами:

1. Контейнеры не перегружены лишними данными и расходами, так как используют операционную систему хоста, что улучшает структуру и позволяет увеличить скорость развёртывания сервера;
2. Каждый контейнер – это отдельное, самостоятельное приложение, и в случае возникновения ошибки он позволяет локализировать ошибку и заменить контейнер работающим, что позволяет повысить безопасность системы.
3. Эффективное пользование ресурсов контейнерами достигается за счёт установки верхней границы затрат этих ресурсов, по достижению которой происходит уничтожение контейнера и перераспределение его ресурсов.

Контейнеры занимают меньший объем памяти, чем виртуальные машины. На рисунке 1 показано, что на одном и том же сервере можно запустить небольшое количество виртуальных машин, в то время как количество одновременно запущенных контейнеров будет значительно больше.

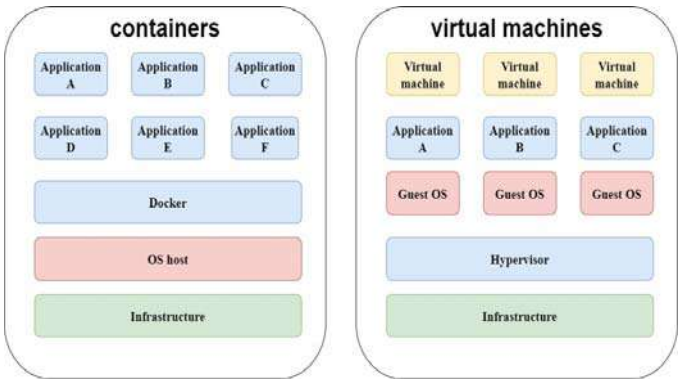


Рис. 1. Сравнение контейнеров и виртуальных машин

У контейнеров короткий жизненный цикл, их легко останавливать, перезапускать и уничтожать. После уничтожения контейнера данные о нем пропадают.

Использование контейнеризации рекомендуется в случаях:

1. создания архитектуры сети с множеством малых сервисов;
2. перемещении программы;
3. повышения уровня безопасности;
4. повышение эффективности и скорости работы системы.

Базы данных (БД) имеют множество типов, один из самых популярных типов – это реляционные БД. Выбор данного типа у большинства пользователей обусловлен широким спектром ее использования.

При этом связи между данными организованы при помощи таблиц, где каждый столбец в таблице имеет свое имя и тип хранимых данных, а каждая строка представляет собой отдельную запись данных в таблице.

Применение систем тестирования в учебном процессе

Рассмотрим преимущества и недостатки систем тестирования в учебном процессе.

К преимуществам систем тестирования относятся:

- качественное и объективное оценивание знаний студента на основе пройдённого материала, которое достигается путём стандартизации процедуры проведения опроса и проверки качества заданий и тестов в целом;
- нахождение учащихся в равных условиях, которое практически исключает субъективизм преподавателя;
- включение в тест заданий по всем темам курса, в то время как в билете студенту может выпасть “та единственная” выученная тема;
- тесты обладают большей точностью оценивания знаний, например, ответить правильно на 3 из 4 вопросов, не тоже самое что ответить на 75 вопросов из 100.
- экономия времени преподавателя, так как проведение устного экзамена для 30 человек требует гораздо большего ресурса времени, чем при тестировании.

К недостаткам тестирования следует отнести следующее:

- разработка качественных тестов это длительный, трудоёмкий и затратный процесс;
- по тестам нельзя оценивать знания, связанные с творческими процессами;
- в случае утечки данных о тестах, потребуется их переработка или дополнение;
- при тестирование присутствует элемент случайности, т.е. студент может ошибиться при ответе на лёгкий вопрос и дать правильный ответ на более сложный вопрос. Это искажение результата теста приводит к необходимости учёта вероятностных составляющих при их анализе.

Инструменты для анализа системы тестирования

Далее рассмотрим инструменты для анализа проектируемой системы тестирования. При этом в качестве образов будут использоваться такое программное обеспечение (ПО) как Grafana и Kibana [7, 8].

Grafana это платформа с открытым исходным кодом для наглядного представления и анализа данных. В качестве классификации и разделения графиков используются так называемые дашборды (dashboard), имеющие различные способы задания и редактирования графиков внутри себя. Внутри dashboard используются свои правила отображения данных, будь то количество потерянных пакетов в секунду, нагрузка на процессор или загрузка очереди. Поэтому важно правильно понимать, какую информацию нужно мониторить и анализировать. Можно настраивать правила оповещения для различных мессенджеров. Например, в случае заданных отклонений от нормы происходит своевременное реагирование на возникающие проблемы, их количество и временная фиксация. Платформа также обладает высокой гибкостью для сбора данных, что позволяет применять её к большому количеству решений.

Пример использования данного инструмента для анализа данных показано на рисунке 2.

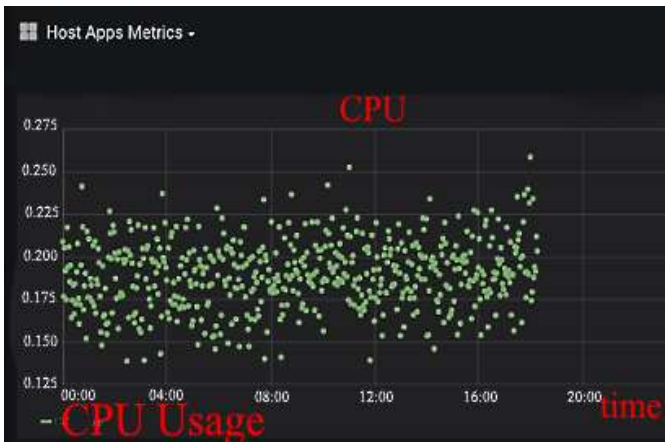


Рис. 2. Пример использования Grafana для анализа данных

На рисунке представлен один дашборд, на котором для лучшей наглядности приведён график использования мощности Центрального процессора (CPU – Central Processing Unit) в зависимости от времени.

При возникновении ошибки, лучшим способом ее устранения является анализ её возникновения. Для этого потребуется платформа, собирающая данные о событиях в системе. Kibana является сервисом сбора данных из базы Elasic и их визуализации в диаграммы. Хранение данных в базе сервиса является платной функцией. Здесь можно посмотреть записи об ошибках и выяснить причины их возникновения. Иногда встречаются задокументированные ошибки, на которые можно не обращать внимание.

В Kibana для построения диаграмм задаются различные параметры, например, среднее использование CPU на одного пользователя или частота запросов за определённый промежуток времени каждым пользователем, эти данные берутся из БД Elastic.

Если сравнивать платформы Grafana и Kibana, то можно отметить, что первая специализируется на частотных метриках, а второй на уникальных случаях.

Под частотными метриками понимается метрики зависящие от частоты событий, так например, у нас есть множество запросов с определённой ошибкой, но частота этих запросов находится в пределах нормы. А это означает, что не требуются принимать меры по устранению ошибок. Но когда их частота возникновения становится выше нормы, необходимо найти причину возникновения ошибок.

Под уникальными случаями понимается возникновение нестандарной ошибоки у пользователя при определённом наборе действий.

Способы анализа результатов тестирования с помощью контейнеризации

Принцип работы всех элементов системы тестирования показан на рисунке 3. Здесь представлена упрощенная схема взаимодействия студента и преподавателя с сервисом тестирования.

На рисунке в контейнерах находятся ПО Grafana и Kibana. Студент взаимодействует с сервисом, запущенным из контейнера и после авторизации выбирает тесты.

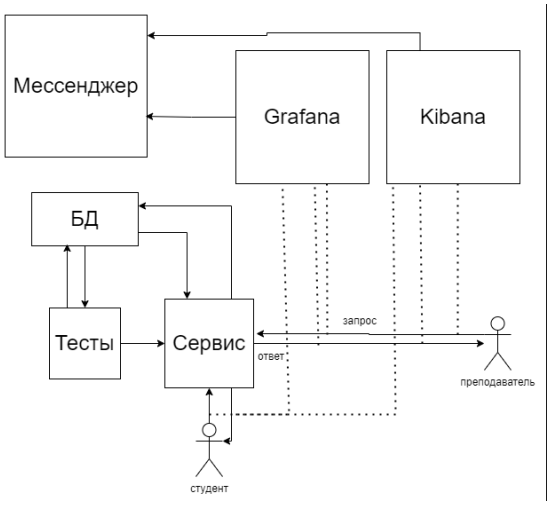


Рис. 3. Упрощённый вид взаимодействия с сервисом

Это происходит в следующей последовательности:

1. Запрос на получения тестов попадает и обрабатывается внутри сервиса. Kibana регистрирует запрос. Студент вводит логин и пароль. Сервис делает запрос в БД, где хранятся данные пользователей, ищет пользователя и сравнивает информацию. В случае успеха студент входит в свой профиль. В противном случае возникает ошибка авторизации. Вся эта информация попадает статистику системы Grafana.
2. После прохождения регистрация, студент делает запрос на выдачу тестов, при этом запрос будет направлен к БД с тестами.
3. После прохождения теста, студент снова делает запрос к сервису на сдачу ответов. Сервис в этом случае делает запрос к основной БД и записывает ответы. После этого записываются результаты тестирования.
4. Преподователь делает запрос на авторизацию в сервисе. Войдя в сервис он запрашивает результаты тестирования. Всё это фиксируется внутри системы, что создаёт дополнительную нагрузку на сервис.
5. Эти действия повторяют множество пользователей сервиса. В условиях повышенной нагрузки могут происходит различные ошибки, такие как конкурентные запросы, ошибки аторизации. Так же нагрузку могут создавать бесполезные запросы, которые не несут в себе никого смысла. Это может происходить специально или в случает неправильной интеграции партнёра сервиса.

При интеграции системы тестирования с мессенжером, в случае возникновения ошибок приходят оповещения на мессенджер преподавателя. Оповещение может в себе нести следующие данные: код ошибки, ссылка на ошибку и имя пользователя. Если ошибка была зарегистрирована на платформе Kibana, то нужно анализировать ее данные. А если произошло в Grafana, то необходимо определить частоту возникновения ошибки и время её возникновения.

Для поиска ошибок в базе Elastic обычно применяют фильтр по уровню ошибки “level: ERROR” или поиск по коду ошибки, который задан в сервисе. Так же можно добавить в фильтры имя аккаунта на котором возникли ошибки.

Получив график ошибок и проанализировав его необходимо посмотреть тенденцию роста этих ошибок. Для этого потребуется использовать Grafana, где можно проследить за частотой их возникновения. В случае штатной ситуации рекомендуется повысить порог для ошибок данного типа, после которого будет происходить отправка оповещения.

Заключение

Метод дистанционного тестирования знаний студентов стал очень популярным в последнее время. Но для исправной работы сервиса требуется вести наблюдение за системой тестирования и анализировать данные, проходящие через неё.

Внедрение технологии виртуализации позволяет более эффективно расходовать ресурсы сервера и позволяет безопасно взаимодействовать с множеством инструментов для анализа системы.

Использование для анализа данных системы тестирования таких программных продуктов как Grafana и Kibana позволяет следить за тенденциями увеличения нагрузки на сервер, а также своевременно ее регулировать и устранять ошибки, собирать статистику по различным показателям.

Данную систему тестирования планируется использовать в дистанционном режиме на кафедре «Сети связи и системы коммутации» для студентов заочной формы обучения по таким дисциплинам как «Сетевые технологии», «Мультисервисные системы», «Системы сигнализации в инфокоммуникационных сетях» и другим дисциплинам кафедры.

Литература

1. ITU-T Recommendations Y.3000-Y.3499: Future networks. URL: http://www.itu.int/ ITU-T/recommendations/index.aspx?ser=Y (дата обращения 20.01.2024).
2. *Росляков А.В., Ваняшин С.В.* Будущие сети (Future Networks). Самара, ПГУТИ, 2015. 274 с.
3. https://docs.docker.com (Дата обращения 24.01.2024).
4. *Эдриен Моуэт*. Использование Docker. М.: O'Reilly Media, 2022. 356 с.
5. *Felani R*. Optimizing Virtual Resources Management Using Docker on Cloud Applications // Indonesian J. Comput. Cybern. Syst. 2020. T. 14. № 3. 319 p.
6. *Morris D*. Use of Docker for deployment and testing of astronomy software // Astronomy and Computing. 2017. T. 20, pp. 105-119.
7. *Eric Salituro*. Learn Grafana 7.0. A beginner's guide to getting well versed in analytics, interactive dashboards, and monitoring // Packt Publishing. 2024. 410 p.
8. *Шукла П., Кумар Ш.* Elasticsearch, Kibana, Logstash и поисковые системы нового поколения / Питер СПб. 2019. 352 с.

ОЦЕНКА ОПТИЧЕСКИХ СВЕТОВОДОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ

Зайцев Александр Игоревич
Московский Технический Университет Связи и Информатики, аспирант, Москва, Россия,
a.zaitcev96@yandex.ru

Зубилевич Александр Львович
Московский Технический Университет Связи и Информатики, к.т.н., доцент, Москва, Россия

Коротченко Иван Сергеевич
Московский Технический Университет Связи и Информатики, Москва, Россия

Аннотация

В данной статье предлагается метод выбора волоконно-оптического световода для квантовых сетей. Рассматриваются критерии выбора типа и структуры оптических волокон, включая маломодовые, одномодовые, многомодовые типы волокон с односердцевинными и многосердцевинными структурами. Оценка подходящих волокон проводится на основе системы баллов, учитывающей их соответствие требованиям квантовых систем.

Ключевые слова

Волоконно-оптические световоды, многосердцевинные оптические волокна, квантовые сети, система оценки, квантовое распределение ключей

Введение

В последние годы квантовые технологии стали предметом интенсивных исследований и разработок, предлагая перспективные подходы во многих областях, включая информационные технологии, криптографию и связь. Особенно значительное влияние квантовые технологии оказывают на область телекоммуникаций, где возникает потребность в новых методах передачи данных для удовлетворения уникальных требований квантовой связи. Одним из ключевых аспектов в реализации надежных квантовых сетей является разработка эффективной инфраструктуры передачи данных, в центре которой находятся волоконно-оптические световоды. Преимущества волоконно-оптических технологий уже давно признаны в области традиционной связи, но применение этих технологий в квантовых сетях сталкивается с новыми вызовами. Квантовая связь требует не только высокой пропускной способности и низкого уровня потерь, но и особого внимания к таким аспектам, как квантовая когерентность и безопасность передаваемых сигналов.

Эти факторы приводят к необходимости пересмотра критериев выбора оптических волокон для квантовых сетей. С учетом этих особенностей, значительное внимание уделяется анализу различных типов волоконно-оптических световодов, их характеристик и пригодности для использования в квантовых системах.

Различные типы волокон, такие как маломодовые, одномодовые и многомодовые, а также структуры, включая односердцевинные и многосердцевинные конфигурации, предлагают разнообразные возможности и ограничения. Понимание и правильный выбор этих параметров являются критически важными для обеспечения эффективности и безопасности квантовых сетей. Таким образом, в контексте стремительного развития квантовых технологий и их применения в сфере связи, важность глубокого понимания особенностей волоконно-оптических световодов и методов их выбора не может быть недооценена [1, 2].

Обзор существующих типов волокон

Одномодовые волокна

Одномодовые оптические волокна (ООВ) играют критически важную роль в развитии квантовых коммуникационных систем. Рассмотрим применение ООВ в квантовых системах и ключевые параметры, которые обеспечивают их функционирование для такого использования.

Применение одномодовых волокон в системах с квантовым распределением ключей

Высокая пропускная способность и низкое ослабление сигнала: одномодовые волокна способны обеспечивать очень высокую пропускную способность на большие расстояния с минимальным потерями. Это особенно важно для квантовых сетей, где сохранение целостности квантового состояния сигнала имеет первостепенное значение.

Совместимость с квантовой криптографией: световоды в одномодовом режиме идеально подходят для использования в системах квантового распределения ключей (КРК), которые являются одним из основных приложений квантовой связи. В КРК одномодовые волокна используются для передачи фотонов, несущих квантовую информацию, на значительные расстояния [3,4].

Многомодовые волокна

Многомодовые оптические волокна (МОВ) представляют собой другой тип оптических волокон, который также имеет свои особенности и потенциальное применение в квантовых системах. Рассмотрим роль МОВ и ключевые параметры, которые влияют на их использование в контексте квантовых технологий.

Применение многомодовых волокон в КРК

Ограниченное использование в квантовых коммуникациях. Из-за более высокой дисперсии и потерь, многомодовые волокна менее предпочтительны для дальних и точных квантовых связей, таких как квантовое распределение ключей. Однако последние могут найти

применение в более коротких и менее чувствительных квантовых коммуникационных системах.

Экспериментальные и научные применения: в научных исследованиях многомодовые волокна могут использоваться для экспериментальных установок квантовой связи, где требуется меньшая стоимость и более простая инфраструктура. Это связано с тем, что передатчики для многомодовых волокон гораздо дешевле одномодовых.

Поляризационная нестабильность: в отличие от одномодовых волокон, многомодовые волокна обычно имеют более низкую поляризационную стабильность, что может оказывать влияние на некоторые методы квантовой связи, где поляризация играет ключевую роль [3,5].

Маломодовые волокна

Маломодовые оптические волокна (ММВ), хотя и менее распространены, чем одномодовые или многомодовые волокна, занимают важное место в области квантовых коммуникаций. Их уникальные характеристики делают их подходящими для определенных применений в квантовых системах. Далее рассмотрим их основное применение и ключевые параметры.

Применение маломодовых волокон в КРК

Пропускная способность и ослабление сигнала: одной из ключевых особенностей ММВ является малое число пространственных мод, что влияет на их поведение при распространении света внутри волокна. Параметры затухания и дисперсии сопоставимы со стандартным одномодовым оптическим волокном по рекомендации G.652 и продемонстрированы в таблице 1, при этом характеристики последних сильно зависят от количества возможных передаваемых пространственных мод [6].

Таблица 1

Характеристики оптического маломодового волокна YOFC

Тип оптического волокна		FM GI-9
Артикул		FM2013-A
Оптические характеристики		Значение
Диаметр сердцевины, мкм		33,0+/-0,3
Диаметр оптической оболочки, мкм		125+/-1,0
Рабочая длина волны, нм		1470-1700
Дисперсия (пс/(нм·км))	LP01	21,0-24,0
	LP11	21,0-24,0
	…	
	LP03	21,0-24,0
Коэф. затухания (дБ/км)	LP01	≤0,22
	LP11	≤0,22
	…	
	LP03	≤0,22

Выбор структуры оптического волокна

При выборе между односердцевинными и многосердцевинными волокнами для квантового распределения ключей важно учитывать ряд критических факторов, поскольку оба типа имеют свои преимущества и ограничения при реализации в квантовых коммуникациях.

Односердцевинные волокна

Стандартный выбор для КРК: традиционно односердцевинные волокна используются в КРК из-за их широкой доступности и хорошо изученных характеристик. Они обеспечивают надежную и стабильную передачу квантовых сигналов на большие расстояния. Поперечный разрез стандартного одномодового волокна приведен на рисунке 1.

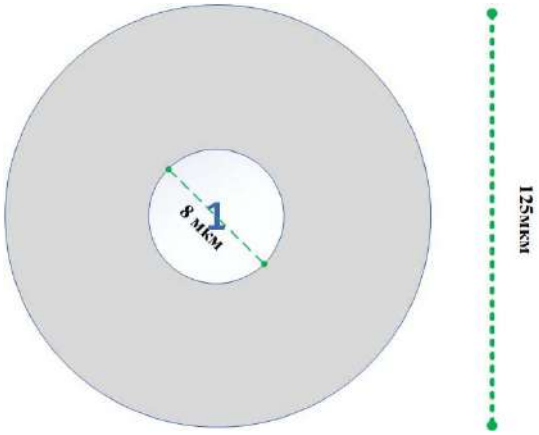


Рис. 1. Поперечное сечение односердцевинного оптического волокна

Низкие потери: односердцевинные волокна характеризуются низкими уровнями потерь на больших расстояниях, что критически важно для поддержания целостности квантовых состояний.

Простота интеграции: односердцевинные волокна легко интегрируются с существующей инфраструктурой волоконно-оптических сетей, что делает их удобными для внедрения в существующие системы [3,4].

Многосердцевинные волокна

Увеличенная пропускная способность: Многосердцевинные волокна могут обеспечивать значительно более высокую пропускную способность за счет наличия нескольких сердцевин в одном волокне. Это может быть полезно для одновременной передачи множества квантовых и классических сигналов. Поперечный разрез семисердцевинного волокна изображен на рисунке 2.

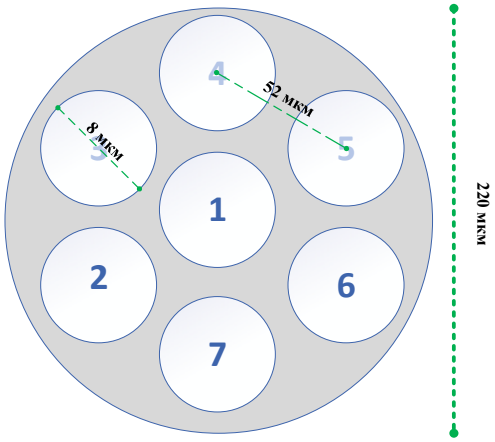


Рис. 2. Поперечное сечение семмисердцевинного гексоганального оптического волокна

Потенциал для параллельной передачи КРК: Многосердцевинные волокна могут использоваться для реализации параллельных квантовых каналов, что увеличивает общую пропускную способность квантовой сети.

Технические вызовы: внедрение многосердцевинных волокон для КРК сталкивается с рядом технических сложностей, включая управление взаимными влияниями между сердцевинами и обеспечение одинакового низкого уровня потерь в каждой сердцевине, а также применение разъемных соединений для коммутации многосердцевинных волокон [7-9].

Сравнительный анализ

Надежность: односердцевинные волокна являются более надежным и проверенным решением для КРК, обеспечивая стабильность и низкие потери.

Масштабируемость: многосердцевинные волокна обеспечивают большую масштабируемость и пропускную способность, что может быть полезно для развивающихся квантовых сетей.

Техническая сложность: внедрение многосердцевинных волокон требует решения специфических технических задач, что может увеличить сложность и стоимость системы.

Выводы по обзору: выбор между односердцевинными и многосердцевинными волокнами для КРК зависит от конкретных требований к системе, включая дальность связи, требуемую пропускную способность и доступные ресурсы. Односердцевинные волокна остаются надежным и проверенным выбором, тогда как многосердцевинные волокна предлагают новые возможности для совершенствования и оптимизации квантовых сетей.

Метод оценки световодов для КРК

Метод выбора оптического световода для квантовых сетей связи требует учета нескольких ключевых факторов, включая требования конкретного приложения, технические характеристики волокна и эксплуатационные условия. Метод представляет собой эффективную оценку для эксплуатации световодов в реальных квантовых сетях, предоставляя пользователям широкий и гибкий спектр возможностей для индивидуального подхода к задачам квантового распределения ключей. Подход включает в себя не только выбор типа световода, но и тщательное исследование и оптимизацию его структуры. В методе разработаны инновационные алгоритмы, учитывающие множество параметров, таких как дисперсия, затухание, а также требования протоколов передачи, чтобы обеспечить максимальную эффективность и стабильность передачи сигнала.

На основе предложенного метода разработана программа-бот для приложения “телеграмм” на языке Python. Интерфейс приветствия изображен на рисунке 3.

Рис. 3. Начало работы бота по оценке световода

После чего можно приступать к выбору интересующего волокна, его типа и структуры. Реализацию данного шага можно увидеть на рисунке 4.

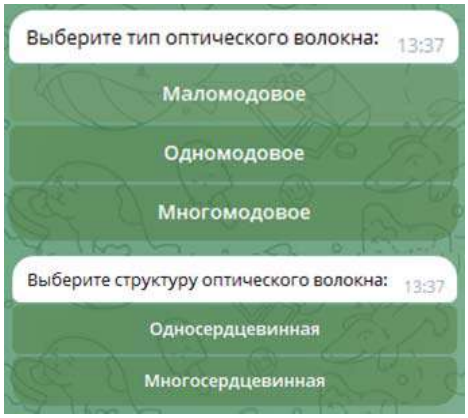


Рис. 4. Продолжение работы бота по оценке световода

После выбора особенностей волокна, необходимо ввести его параметры, а также параметры системы, в которой оно будет работать. В результате выполнения программы предоставляется заключение, содержащее рекомендации и резюме вывода. Вывод включает в себя суммарную оценку по всем параметрам, последняя варьируется от 0 до 100 баллов, чем выше балл, тем больше вероятность положительного заключения. Результат работы программы изображен на рисунке 5.

Рис. 5. Результат работы бота по оценке световода

Вывод

Предложенный метод выбора в совокупности с бот-программой позволяет применять современные волокна для выбранной системы КРК. А также при появление новых достижений и исследований в области квантовых коммуникаций может быть быстро модернизирован. При размещение данного бота на сервере можно обеспечить круглосуточное подключение из любой точки мира любого пользователя, у которого есть современный смартфон или компьютер с интернет-соединением. Пользователь, оперируя бальной системой, легко сможет быстро принять решение в использовании того или иного типа волокна.

Литература

1. *Martin V.* et al. Quantum technologies in the telecommunications industry //EPJ Quantum Technology. 2021. Т. 8. №1. С. 19.

2. *Mehic M.* et al. Quantum key distribution: a networking perspective // ACM Computing Surveys (CSUR). 2020. Т. 53. №5. С. 1-41.

3. *Андреев В.А., Портнов Э.Л., Бурдин В.А., Бурдин А.В., Воронков А.А.* Направляющие системы электросвязи: Теория передачи и влияния, проектирование, строительство и техническая эксплуатация. 8-е изд., перераб. и доп. М.: Горячая линия-Телеком, 2018. 396 с.

4. *Geng J.Q.* et al. Coexistence of quantum key distribution and optical transport network based on standard single-mode fiber at high launch power // Optics Letters. 2021. Т. 46. №11. С. 2573-2576.

5. *Amitonova L.V.* et al. Quantum key establishment via a multimode fiber // Optics express. 2020. Т. 28. №. 5. С. 5965-5981.

6. *Wang B.X.* et al. Long-distance transmission of quantum key distribution coexisting with classical optical communication over a weakly-coupled few-mode fiber // Optics express. 2020. Т. 28. №9. С. 12558-12565.

7. *Zaitcev A.I.* et al. Quantum Key Distribution Through a Multi-Core Optical Fiber // 2023 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). IEEE, 2023. С. 1-4.

8. *Sakaguchi J.* et al. 109-Tb/s (7×97×172-Gb/s SDM/WDM/PDM) QPSK transmission through 16.8-km homogeneous multi-core fiber // 2011 Optical Fiber Communication Conference and Exposition and the National Fiber Optic Engineers Conference. IEEE, 2011. С. 1-3.

9. *Сиднев С.А., Зубилевич А.Л., Колесников О.В., Царенко В.А.* Эффективность ВОЛС. Оценка и пути повышения. М.: Горячая линия – Телеком, 2021. 128 с.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ибрагимов Байрам Ганимат оглы
Азербайджанский Технический Университет, д.т.н., профессор, Баку, Азербайджан
i.bayram@mail.ru; bayram.ibrahimov@aztu.edu.az

Тагиев Али Дашдемир оглы
Азербайджанский Технический Университет, к.т.н., доцент, Баку, Азербайджан

Рустамова Самина Тофиг кызы
Нахчиванский Государственный университет, ст. преподаватель, Нахчиван, *Азербайджан*

Аннотация

Проанализированы эффективности функционирования и использования мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе цифровых технологий. На основе исследования предложена математическая модель производительности сетей связи при оказании мультимедийных услуг. В результате анализа показателей ресурсов и интенсивности фазы обслуживания потоков пакетов сформулированы оптимизационные задачи для дальнейшего исследования их качества функционирования. Проведен анализ среднего значения время ожидания начала обслуживания и времени пребывания пакетов в многофазной системе массового обслуживания.

Ключевые слова

Производительность, качество обслуживания, SDN, качества функционирования, IMS, NFV, показатель эффективности, SDN.

На сегодняшний день одной из основных задач для организация информационных и сетевых ресурсов является потребность в качественном предоставлении дополнительных и интеллектуальных услуг конечным пользователям при внедрении сквозных цифровых технологии [1, 2]. Эта проблема особенно актуальна в сфере телекоммуникаций на основе архитектурных концепций следующих NGN (Next Generation Networks) и будущих сетей FN (Future Networks), представляющих собой универсальную и мультисервисную базовую сеть общего пользования.

Критические анализы вышеизложенного показывают [2, 3], что одним из наиболее развитых направлений, обеспечивающих широкополосный доступ к мультимедейным услугам, является эффективность функционирования мультисервисных сетей связи с применением сетевых цифровых технологий. Ключевой особенностью применяемых сетевых цифровых технологий в процессе передачи, обработки и приема потоков пакетов трафика (Triply Play Services and Bandwidth on Demand). Здесь, для оказания лобовой услуги при достижении уровня обслуживания, ожидаемого клиентами сегодня, современные сетевые сервисы имеют совершенно другой уровень сложности. В телекоммуникациях, системах связи и автоматизации сети имеются новые модели обеспечения качества обслуживания QoS (Quality of Service) и качества восприятия QoE (Quality of Service), которые имеют первостепенное значение.

В этих условиях быстрого внедрения сетевых и сквозных цифровых технологий в мультисервисных сетях связи как SDN (Software Defined Networking), искусственного интеллекта AI (Artificial intelligence), NFV (Network Functions Virtualization) и машинного обучения ML (Machine Learning)), больших данных (BD), сетей связи 4G-LTE (Long Temp Evolution) 5G-NR (New Radio), облачных, граничных вычислений, цифровых двойников, IoT (Internet of Think), 6G, так и IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem) приводят к появлению мультимедийных распределенных услуг, ориентированных на новые скорости изменения обслуживания.

Однако, мультисервисные сети, основанные на технологиях программно-конфигурируемых сетей (SDN) и виртуализации сетевых функций (NFV), а также на мультимедийных платформах IMS формируют новые задачи обеспечения качества QoS и QoE [2, 4]. В данном варианте, оказываемые критически важные мультимедийные любые услуги нуждаются в упреждающем контроле соглашений об уровне обслуживания (SLA) и гарантированного качества обслуживания (QoS) и качества восприятия QoE, где требуются мониторинг, контроль и тестирование в реальном времени [3, 5, 6].

В отличие от традиционных мультимедийных услуг появляется возможность предоставлять различные сервисы, используя единый аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий инфокоммуникационную связь с пользователем посредством информационных и служебных каналов связи. Обеспечение качественной работы всех видов мультисервисных услуг, предоставляемых современной инфокоммуникацинной сетью, уже невозможно без эффективного комплексного управления состояниями её элементов и информационных и служебных потоков пакетов [2, 5, 7].

В связи с этим при управлении мультисервисными сетями связи на базе цифровых технологий в TMN (Telecommunications Management Network) должно обеспечиваться справедливое распределение и использование ресурсов передачи сети для управляющих потоков информации до соответствующих инфокоммуникационных служб [7-9].

С целью повышения надежности и улучшения качества функционирования предоставляемых сетевых мультимедийных услуг требуется внедрение эффективных методов обеспечения распределения нагрузки аппаратно-программных и коммутационных ресурсов.

Учитывая вышеизложенное, проанализированы интенсивность использования каждого из компонентов в сетях связи с коммутацией пакетов, получены рейтинг востребованности важных ресурсов как широкополосно-

го канала связи и системы хранения данных, так и системы управления и использования сетевых ресурсов.

Проведенные исследование показывают [2, 7], что оценка и определения емкости необходимой величины ресурса $\eta_R(\lambda_i)$ передачи полезного и служебного трафиков мультисервисных сетей связи осуществляется исходя из оценки интенсивности предложенного трафика λ_i и значений нормативных показателей качества его обслуживания.

Случайный характер полезного трафика и его зависимость от реакции пользователя на разного рода события, связанные с его формированием и обслуживанием, могут привести к возникновению перегрузки $\rho(\lambda_i) \le 1$.

В сети связи нами были выделены три основные фазы обслуживания потоков пакетов:

– накопление пакетов в коммутаторе и контроллере с протоколом OpenFlow SDN;

– приоритетное обслуживание пакетов на выбранном коммутационном узле NFV;

– генерация потоков пакетов данных, запрашиваемых пользователями в платформе IMS.

Для увеличения максимального количества потоков пакетов трафика пользователей в единицу времени и эффективной обработки очередей в представленной модели обслуживания запросов пользователей в системе телекоммуникации введем целевую функцию вида:

$$\sum_{i=1}^{M} \sum_{\mathrm{I_j}(T_j)} \lambda_i \cdot x_{ij} \cdot P_i \to \max_{i,j}, i, j = 1,2,...,M \qquad (1)$$

где λ_i – интенсивность поступающего потока пакетов от источника-пользователя; x_{ij} – статус обработки *j*-ой пакеты поступившей на *i*-ый уровень подсистемы IMS; P_i – динамический приоритет заявки в очереди на обслуживания в виртуальной коммутационной системе.

Выражение (1) показывает, что мультисервисные сети связи на базе технологии SDN, IMS и NFV представляют многофазовую систему обслуживания, которая позволяет сформулировать оптимизационные задачи для дальнейшего исследования их вероятностно-временных характеристик.

Теперь рассмотрим через λ_0 и b_i интенсивность входящего потока и среднюю длительность обслуживания заявок основного потока на *i*-й фазе в многофазной системе массового обслуживания.

Для многофазовой системы обслуживания [9], время ожидания начала обслуживания, полученное из известной формулы, определяется по формуле:

$$T_{wt}(\lambda_i) = \frac{\rho_i^2}{2(\lambda_0 + \lambda_i) \cdot (1 - \rho_i)} (1 + C_i^2), \qquad (2)$$

где C_i^2 – коэффициент вариации длительности обслуживания на *i*-й фазе; ρ_i – суммарная нагрузка на коммутационного узла, соответствующий i-й фазе обслуживания и равно

$$\rho_i = (\lambda_0 b_i + \lambda_i \cdot t_i) < 1 \ , \ i = 1,2,...,M \ , \qquad (3)$$

где λ_i и t_i – интенсивность потока и средняя длительность обслуживания пакетов служебного потока на *i*-й фазе.

С учетом (1), (2) и (3) время пребывания потоков пакетов трафика в многофазной системе массового обслуживания находится как в сумме времен пребывания пакетов основного потока на каждой фазе:

$$E[\mathrm{T_{pt}}(\lambda_\mathrm{i})] = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{M}} [\mathrm{T_{wt}}(\lambda_i) + b_i], i = 1,2,...,M \ , \qquad (4)$$

Полученные выражения (2-4) определяют производительность сети связи на базе технологии SDN, IMS и NFV, а также являются показателем контроля соглашений об уровне обслуживания SLA и гарантированного качества QoS и QoE.

Литература

1. *Оситис А.П., Ефимушкин В.А.* Роль «сквозных» цифровых технологии в развитии телекоммуникаций // Электросвязь. 2021 №1. с. 7-11.

2. *Ибрагимов Б.Г., Аббасов Ф.Б., Мамедов Т.Г.* Анализ комплексных показателей мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе архитектурных концепций FN // Материалы Всероссийской конференции с Международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем», Российский Университет Дружбы Народов, Москва. 2020. С. 75-80.

3. *Goransson P., Black Ch.* Software Defined Networks: A Comprehensive Approach. Morgan Kaufmann Publishers, 2014. 352 p.

4. *Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Коваль В.А.* Сети мобильной связи 5G: технологии архитектура и услуги. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2019. 376 с.

5. *Росляков А.В.* СЕТЬ 2030: архитектура, технологии, услуги. М.: Колосс-с, 2022. 324 с.

6. *Мухизи С., Мутханна А.С., Кричек Р.В., Кучерявый А.Е.* Исследование моделей балансировки нагрузки в программно-конфигурируемых сетях // Электросвязь. 2019. №1. С. 23-29.

7. *Гайдамака Ю.В., Гребешков А.Ю., Вихрова О.Г., Зарипова Э.Р.* Анализ времени переключения сеанса связи в гетерогенных беспроводных сетях при вертикальном хэндовере // Информатика и её применения, Том 11, вып. 4. 2017. С. 70-77.

8. *Ibrahimov B.G., Namazov M., Quliev M.N.* Analysis performance indicators network multiservice infrastructure using innovative technologies // Proceedings of the 7-th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications. Vol. II. 2020, pp. 176-178.

9. *Шелухин О.И.* Моделирование информационных систем. М.: Горячая линия – Телекомм. 2018. 516 с.

АНАЛИЗ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ СЕТЕЙ SDN

Ибрагимов Байрам Ганимат оглы
Азербайджанский Технический Университет, д.т.н., профессор, Баку, Азербайджан;
Бакинский инженерный университет, д.т.н., профессор, Баку, Азербайджан
i.bayram@mail.ru ; bayram.ibrahimov@aztu.edu.az

Джафарова Эльнаре Миртаги кызы
Азербайджанский Технический Университет, старший преподаватель, Баку, Азербайджан

Мамедова Фахранда Вагиф кызы
Бакинский инженерный университет, старший преподаватель, Баку, Азербайджан

Айгюн Гамидова Акиф кызы
Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан

Аннотация
Проанализированы перспективные направления развития мультисервисных сетей связи с учетом концепции программно-конфигурируемых сетей. Рассматриваются задачи исследования адекватного описания самоподобного трафика, которые определяются распределениями вероятностей с тяжелыми хвостами. При этом в качестве примера произвольного распределения интервалов времени между пакетами и временем обработки пакетов трафика выбрано распределение Вейбулла. Получены аналитические выражения для оценки производительности мультисервисных сетей связи.

Ключевые слова
Мультисервисные сети, SDN, задержка, самоподобный трафик, мультимедийные услуги, распределения с тяжелыми «хвостами», качество обслуживания.

Введение

Интенсивное развитие единой информационной инфраструктуры требует создания высокоэффективных мультисервисных сетей связи с использованием современных технологии [1, 2].

К современным технологиям относятся прежде всего технологии построения распределенных сетей связи как SDN (Software Defined Networking), NFV (Network Functions Virtualization), IMS (Internet Protocol Multimedia Subsystem), искусственного интеллекта, WDM&DWDM (Wavelength Division Multiplexing& Dense WDM), мобильных LTE (Long Term Evolution), IoT (Internet of Think), 5G- NR (New Radio), квантовые технологий так и 6G [2-5]. Среди этих технологии особое место занимает технология SDN, которые базируется на концепцией программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

В настоящее время концепция программно-конфигурируемых сетей представляет собой одно из перспективных направлений развития сетевой индустрии телекоммуникации.

Концепция программно-конфигурируемых сетей SDN способствует реализовать метод администрирования мультисервисных телекоммуникационных сетей и управления услугами сети, когда функциональное управление отделено от нижележащего уровня пересылки потоков пакетов.

Эти концепции в широком аспекте в мультисервисных сетях связи обеспечивают гибкость в управлении потоками данных и информационными ресурсами за счет разделения контура управления сетью и контура передачи потоков пакетов трафика, решая проблемы неполной совместимости сетевых решений и зависимости операторов сетей от производителей сетевого оборудования, которые существовали в традиционных системах телекоммуникации [2, 3, 5].

Планирование сети ПКС и управление трафиком при этом происходит программным путем (программным коммутаторам ПКС), что ускоряет и облегчает ввод новых мультимедийных услуг на мультисервисных сетях при использовании режимов контроллера SDN (как проактивного, так и реактивного) [1, 2, 5].

Актуальной является задача организации и предоставления основных, дополнительных и интеллектуальных услуг разным пользователем в мультисервисных сетях связи с использованием концепция программно-конфигурируемых сетей.

Инфокоммуникационные услуги в мультисервисных сетях с помощью ПКС могут технически реализовываться посредством программных коммутаторов и контроллеров SDN с использованием протоколам OpenFlow, состоящего из определенного числа канала управления и буферных накопителей.

На качество инфокоммуникационных услуг в мультисервисных сетях связи с коммутацией пакетов на базе ПКС большое влияние оказывают эффективность функционирования, вероятностно-временные характеристики и структура сети.

Результаты исследований

На основе исследования [5-9] установлено, что для задачи проектирования коммутаторы и контроллеры с протоколом OpenFlow сетевых устройств ПКС – одними из наиболее подходящих математических моделей являются системы с очередями с учетом свойства самоподобия трафика.

Проведенные исследования показывают [6-10], что мультисервисных сетей связи на основе концепцией ПКС для оценки их параметров QoS (Quality of Service) и QoE (Quality of Service) потоков, таких, как среднее время задержка, вариация задержки и вероятность потерь, как правило, предполагают не только независимость потоков пакетов полезного и служебного трафиков, но и отсутствие корреляций внутри очереди.

В [6, 8, 9] показано, что если учесть предположение Линдли в сетях связи с коммутацией пакетов, заключающееся в том, что i-й пакет не будет ждать в очереди с интенсивностью λ_i при выполнении условия, что интервал времени между приходом $(i+1)$-го и i-го пакета больше, чем время задержки $i-$го пакета в узле сети связи, то можно записать следующим в виде:

$$T(H,\lambda_i) = T_{\text{wt}}(H,\lambda_i) + T_s(H,\mu_i)\,,\ i=\overline{1,n}\,, \qquad (1)$$

где $T_{\text{wt}}(\lambda_i)$ – время ожидания начало обслуживания i-го пакета трафика в очереди с учетом самоподобности трафика коэффициентам Хэрста H и интенсивностью λ_i, $i=\overline{1,n}$; $T_s(H,\mu_i)$ – время обслуживания i-го потока пакета трафика с учетом интенсивности λ_i, в условиях самоподобного трафика с коэффициентом Хэрста H.

Выражение (1) характеризует временных характеристик процессов передачи и обслуживания потоков пакетов в сети ПКС с учетом свойства самоподобного трафика.

На базе (1) рассмотрим законы распределения случайных величин $T_{\text{wt}}(H,\lambda_i)$ и $T_s(H,b_i)$ и можно определить, анализируя реализацию случайного процесса, которые происходит в сети связи при использовании технологии ПКС.

Для анализа рассмотрим поток, случайные интервалы времени между пакетами и интервалы времени обработки пакетов, которого описываются распределениями вероятностей с тяжелыми хвостами как распределением Вейбулла. Функция распределения Вейбулла описывается следующим образом [6]:

$$F(x) = 1 - \exp[-(x/a)^b]\,, \qquad (2)$$

На базе (2) функция плотность распределения Вейбулла имеют вид:

$$f(x) = (\frac{b}{a})\cdot(\frac{x}{a})^{b-1}\cdot\exp[-(\frac{\text{x}}{\text{a}})^{\text{b}}\ , \qquad (3)$$

где $a-$ параметр масштаба; $b-$ параметр формы, $1<\text{b}<2$ и здесь $H=(3-b)/2$.

Математическое ожидание распределения Вейбулла интервалов времени между пакетами равно:

$$M[\text{X}] = \text{a}\cdot\text{Q}(1+\text{b}^{-1})\,, \qquad (4)$$

где $Q(\bullet)$ – гамма распределение.

Дисперсия распределения Вейбулла выражается как:

$$D[\text{X}] = \text{a}^2\cdot Q(1+2b^{-1}) - a^2\cdot Q^2(1+b^{-1})\,, \qquad (5)$$

Параметры распределений Вейбулла выбраны таким образом, чтобы они имели коэффициент вариации больше единицы, что характерно для распределений с «тяжёлыми хвостами».

В результате проведенного исследования был рассмотрен новый подход для анализа важных показателей качества функционирования мультисервисных сетей связи.

Заключение

Результаты исследование мультисервисных сетей, построенной в соответствии с концепцией ПКС, необходимо развивать новые протоколы и системы, принципы маршрутизации, обеспечения сетевой безопасности, поддержки гарантированного качества предоставляемых услуг QoS и QoE с учетом развития концепции сетей связи на период до 2030 года с использованием современных цифровых технологий и нашедшая отражение в рекомендациях Y.3000, ITU-T [3, 4,5,].

Показано, что при наличии зависимостей интервалов времени между пакетами и временами обработки пакетов в очереди, для оценки параметров QoS и QoE эффективным является подход, основанный на использовании адекватного описания самоподобного трафика, где используется распределениями вероятностей с тяжелыми хвостами.

Литература

1. *Самуйлов К.Э., 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. doi:10.25559/SITITO.14.201801.013-026.

2. *Ибрагимов Б.Г., Тагиев А.Д., Исмайлова С.Р.* Анализ комплексных показателей производительности мультисервисных телекоммуникационных сетей на базе SDN технологии // Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции "Технологии Информационного Общества" (03-04 марта 2022). МТУСИ, Том 1. М.: ИД Медиа Паблишер, 2022. С. 22-24.

3. *Павлов С.В., Леонович Е.В., Маклачкова В.В., Докучаев В.А.* Сети 2030: Перспективы и проблемы // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2022. Т. 11. № 2. С. 17-23.

4. Network 2030. A Blueprint of Technology, Application and Market Drivers Towards the Year 2030 and Beyond.FC-NET 2030. Geneva, 2019.

5. *Ibrahimov B.G., Ismaylov Z.A., Orujova M.Y., Mammadov I.M.* "About One Problem of Control Network and Channel Resources in Communication Networks During Processing Useful and Service Message Signals," *2022 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF)*, IEEE Explore Conference # 51803, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/WECONF55058.2022.9803316.

6. *Kleinrock L.* Queueing Systems, Vol. I: Theory. New York: Wiley, 1975. 432 p.

7. *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.

8. *Буранова М.А.*, *Резяпкина М.И.* Анализ коррелированной очереди в системе G/G/1 // Инфокоммуникационные технологии. 2020. Т. 18. № 4. С. 417-427.

9. *Ibrahimov B.G., Hasanov M.H., Agayev F. H.* Research and analysis comprehensive indicators efficiency in links multiservice communication networks // 2021 Wave electronics and its application in information and telecommunication systems, WECONF – 2021, IEEE Conference # 51603.2021, pp.1-4.

10. ITU-T FC. NET 2030 Technical Specification “Network 2030 Architecture Framework“. Geneva, 2020.

СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРОТОКОЛОВ ТРАНСПОРТНОГО УРОВНЯ: TCP И UDP

Кулагин Денис Андреевич,
МТУСИ, Москва, Россия,
DEN0112K@yandex.ru

Аннотация

В статье проведён сравнительный анализ двух протоколов транспортного уровня модели OSI (Open System Interconnection): TCP и UDP, которые отвечают за стандартизированную передачу данных между узлами. В связи с этим было принято решение написать несколько программ на двух современных языках программирования: C++ и Python для демонстрации не только работы протоколов, но и как ту же самую работу можно реализовать в программном плане, в коде программ. Также было произведено сравнение алгоритма работы каждого из них, полей, которые они используют и был сделан вывод о преимуществах и недостатках каждого из них.

Ключевые слова

TCP, UDP, OSI, C++, python, Linux, Windows, Microsoft, транспортный уровень, программирование, сетевое взаимодействие, протокол.

Введение

Общество, в котором мы находимся, активно использует сети связи и протоколы транспортного уровня. Например, при просмотре любого сайта через браузер, компьютер используется протокол HTTP (HyperText Transfer Protocol) [1] или его защищённая версия – HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure), оба этих протокола прикладного уровня основаны на протоколе транспортного уровня – TCP. Также большинство современных конференций или приложений для показа видео используют в основе работы протокол UDP. Основное его отличие в том, что UDP не гарантирует доставку пакета, также он не требует предварительной установки и разрыва соединения в отличие от TCP.

Комплекс программ состоит из 3 частей: программа, которая реализует серверную часть (к которой подключаемся), написанная для операционной системы windows на языке программирования C++ (рис. 1) и программа клиента написанная на python версии 3 (python3); (рис. 2). Обе эти программы написаны с использованием библиотек графического интерфейса:

Winforms и Qt соответственно. Также в комплекс программ входит простой скрипт, написанный на python3 (рис. 3), который показывает все пакеты во взаимодействии и их поля. Он использует метод show и фильтр для вывода всей информации о пакете и метод summary для вывода краткой информации. Запуск данного скрипта происходит через интерпретатор python и с повышенными привилегиями, которые, как правило, необходимы для работы с сетью (рис. 4).

Рис. 1. Серверная часть взаимодействия, написанная на C++. Пример работы приложения

Рис. 2. Приложение клиент на python3

```
from scapy.all import *
import sys
def process_packet(packet):
    print("##################################################")
    print(packet.summary())
    print(packet.show())
sniff(iface="enp0s3", prn=process_packet,count=15,filter=sys.argv[1])
```

Рис. 3. Скрипт на python для захвата трафика

Под эти 3 программы было создано 3 виртуальных машины: одна с ОС windows, для приложения написанного на фреймворке Winforms и 2 другие с ОС Linux. В качестве гипервизора использовалась программа VirtualBox.

Изучение TCP и UDP на лабораторном стенде

Для того чтобы наши эксперименты не затронули домашнюю сеть, мы перевели каждую виртуальную машину в режим “виртуальный адаптер хоста”. Для того чтобы скрипт мог принимать все пакеты из сети необходимо перевести сетевую карту виртуальной машины, на которой он работает в неразборчивый режим (разрешить все). Пример такой конфигурации представлен на рисунке 5.

```
:~$ sudo python3 1.py tcp
```

Рис. 4. Запуск скрипта для захвата трафика с определённым фильтром, переданным в качестве аргумента командной строки

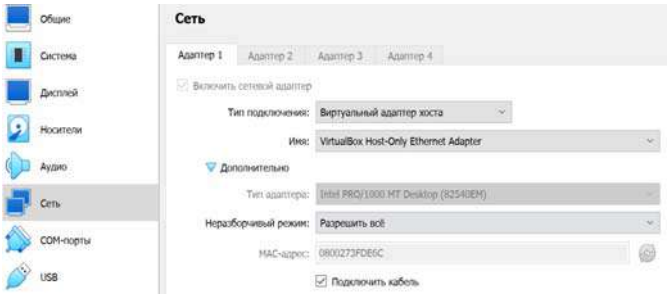
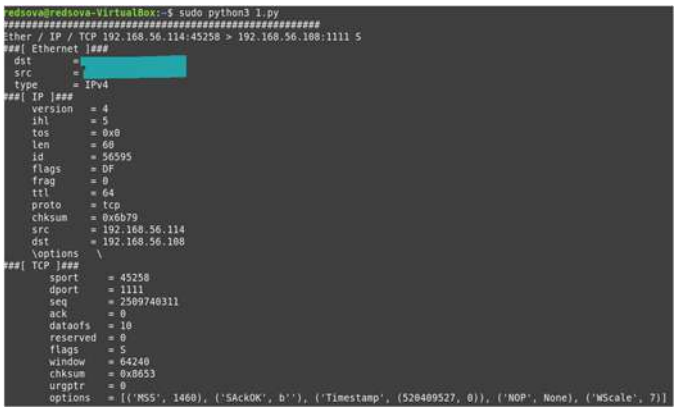


Рис. 5. Пример конфигурации виртуальной машины

Данные языки программирования были выбраны не случайно. Python – мощный и удобный язык программирования, который позволяет с лёгкость работать с сетевым взаимодействием, без труда реализовывая протоколы TCP и UDP, также он обладает библиотекой scapy, при помощи которой и был написан снифер (анализатор трафика). К тому же он без труда интегрируется в другие программы. C++ – очень мощный, но трудный в изучении язык программирования, который сочетает в себе как низкоуровневые вещи, так и высокоуровневые, что позволяет программисту эффективно использовать ресурсы компьютера. Но есть ещё одна причина его выбора – показать, как данное взаимодействие может быть реализовано только windows программами и какие библиотеки для этого нужны. В данном случае за сетевое взаимодействие отвечает библиотека WinSock (windows socket).

Результатом работы данного скрипта может являться следующий вывод информации о первом пакете в сессии TCP, представленный на рисунке 6.



```
redsova@redsova-VirtualBox:~$ sudo python3 1.py
###[ Ethernet ]###
  dst       = [redacted]
  src       = [redacted]
  type      = IPv4
###[ IP ]###
     version   = 4
     ihl       = 5
     tos       = 0x0
     len       = 68
     id        = 56595
     flags     = DF
     frag      = 0
     ttl       = 64
     proto     = tcp
     chksum    = 0x6b79
     src       = 192.168.56.114
     dst       = 192.168.56.108
     \options   \
###[ TCP ]###
        sport     = 45258
        dport     = 1111
        seq       = 2509740311
        ack       = 0
        dataofs   = 10
        reserved  = 0
        flags     = S
        window    = 64240
        chksum    = 0x8653
        urgptr    = 0
        options   = [('MSS', 1460), ('SAckOK', b''), ('Timestamp', (528409527, 0)), ('NOP', None), ('WScale', 7)]
```

Рис. 6. Первый пакет при попадании в программу TCP

Протокол TCP (Transmission Control Protocol)

Немного о полях протокола TCP [2]:

sport (source port) – порт источника (отправителя).

dport (destination) – порт назначения (кому отправляем).

seq (sequence number) – порядковый номер. Используется для указания номера первого байта данных.

ack (он же acknowledgement number) – номер подтверждения. Номер подтверждения, который ожидается получателем в следующий раз.

dataofs (data offset) – указывает насколько байт надо сместиться для получения начала данных (полезной нагрузки).

reserved – предназначено для будущего использования (“на всякий случай” заложено разработчиками протокола).

flags – флаги [3].

window (window size) – размер окна. Данное поле показывает сколько байт готов принять получатель без подтверждения (какой размер буфера на данный момент у отравителя пакета). Когда коэффициент масштабирования (windows scale) = -1 или -2, то рассчитанный размер окна = размеру окна в заголовках пакета. Пример расчёта calculated windows size: Windows size value: 50; Windows size scaling factor: 128; Calculated windows size = 50*128=6400 байт.

Checksum [4] – контрольная сумма. Включает заголовок, псевдо-заголовок и данные.

urgptr (Urgent point) – указатель срочности. Когда флаг URG = 1 в поле находится смещение от порядкового номера сообщения, который указывает на последний байт срочных данных.

При получении пакета с установленным флагом URG, определяются какие данные являются срочными, после чего они сразу же передаются приложению. Другие данные обрабатываются в нормальном режиме. В отличие от флага PSH вся информация из буфера приёма, те данные, которые были приняты, но ещё не обработаны передаются в приложение.

options – дополнительные параметры протокола. Позволяют управлять определёнными функциями, такие как размер сегмента, масштабирование окна [5].

Условную передачу данных по TCP можно разделить на несколько этапов: установка соединения, передача данных, разрыв соединения.

Разберём каждый из этапов более подробно:

1. Установка соединения (или трёхстороннее рукопожатие), как следует из название состоит из 3 частей

1.1 Клиент отправляет серверу пакет TCP с установленным флагом SYN (синхронизация). Далее мы будем говорить про пакеты, потому что мы рассматриваем общее взаимодействие в сети. В сегмент (часть пакета, относящемуся к протоколу TCP) включается номер порядкового байта (seq – sequence number) – случайное число.

1.2 Сервер передаёт обратно клиенту пакет с флагом SYN (synchronize sequence numbers) и ACK (acknowledge – подтверждение). В это сообщение включается порядковый номер байта, который он ожидает (ack=seq+1). Также в сегмент включается номер байта в потоке.

1.3 Клиент отправляет пакет с флагом ACK. Указывается номер следующего ожидаемого байта (ack=seq+1), а также номер ожидаемого байта в сообщении.

3 пункт во всей этой схеме нужен чтобы избежать DDoS и DOS атак на сервер, которые заключались в открытии большого числа соединений. В современном TCP компьютер начнёт выделять буфер для данных только после 3-го пакета. Также данный пункт нужен чтобы 2 стороны могли передавать данные (и клиент, и сервер). В случае отсутствия 3-го пакета данные сможет начать передавать только клиент.

2. Передача данных (в нашем случае с одного приложения на другое по сети)

При передаче сообщений TCP установлены 2 флага (flags=PA): PSH (данные не буферизируются, а передаются непосредственно приложению), ACK (следующий порядковый номер, который ожидает получить отправитель сегмента).

Отправив в сеть 5 байт (сама последовательность: “Hi!)” (4 символа) и нулевой символ (\x00), который означает конец строки. Передаваемые данные (Data) представлены в hex-коде, именно в таком виде они передаются в пакете по сети.

В ответ приходит сообщение с флагом ACK (подтверждение доставки данных). Из эксперимента было замечено, что поле ACK теперь увеличивается не на 1, а соразмерно полю Data, то есть следующее число, которое будет передано сервером в пакете. В качестве подтверждения можно посчитать как: ack = seq (прошлого пакета) + packet[TCP].load (запись для библиотеки scapy, python).

Необходимо заметить, что в случае, если последним пакетом было подтверждение от клиента, seq и ack местами не меняются, в случае отправки нового пакета клиентом.

3. Завершение сеанса (разрыв соединения)

Как правило, для разрыва соединения используется 4 пакета, причём инициатором разрыва может выступать любая из сторон. Например, стандартный разрыв соединения может выглядеть следующим образом: клиент отсылает серверу пакет с флагом FIN, на что сервер подтверждает получение и закрытие соединения, и отправляет ответ с флагом FIN+SYN. После получения клиент отправляет флаг ACK, подтверждая закрытие соединения. Как результат – соединение закрыто.

В некоторых приложение встроен другой механизм: аварийный разрыв сессии с помощью флага RST (reset). Инициирующая разрыв сторона посылает пакет с установленным флагом RST и закрывает у себя соединение, также поступает и сторона, получившая пакет. Иногда такую логику встраивают и в обычный разрыв соединения. Что не всегда хорошо, хоть это экономит время и не загружает сильно сеть, но при проведении RST-атак [6] делает процесс их обнаружения крайне сложным.

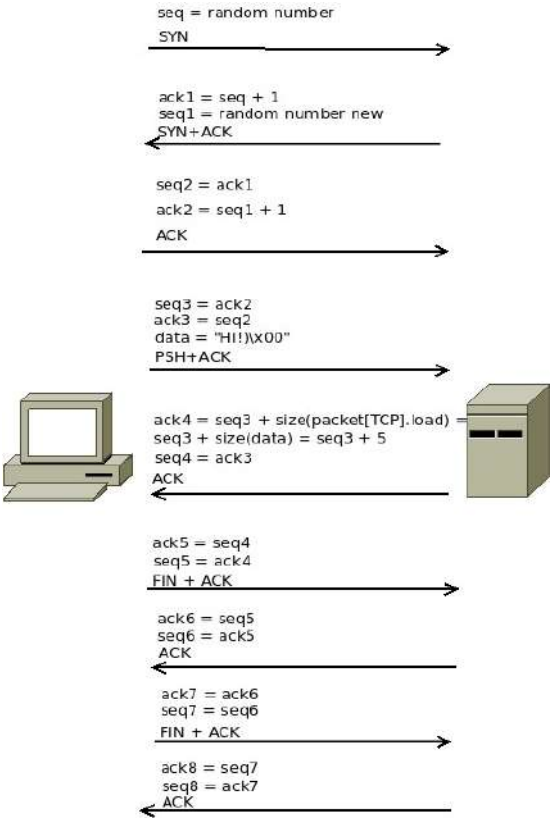


Рис. 7. Общий принцип взаимодействия сессии TCP

Из проведённых исследований протокола TCP можно сделать вывод: он является достаточно надёжным протоколом, гарантирующем доставку данных. В добавок он использует трёхстороннее рукопожатие для инициализации соединения, что повышает его надёжность. Тем не менее данный протокол имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, он подвержен большому количеству атак [7]. Во-вторых, он не может использоваться при передаче online контента (например, прямых трансляций, звонков), так как половина времени будет тратиться просто на отправку пакетов подтверждения. В-третьих, он может создавать достаточно большую нагрузку на сеть, что может привести к потерям данных, DDoS и другим неприятным последствиям. На замену протоколу TCP плавно приходит протокол SCTP [8], который лишён ряда недостатков рассматриваемого протокола.

Общий принцип взаимодействия представлен на рисунке 7.

Протокол UDP (User Datagram Protocol)

Данный протокол описан в стандарте rfc8085 [9] и rfc768 [10].

При проведении тех же действий, но при использовании протокола UDP [11], было отправлено лишь 2 пакета, что на порядок меньше, чем при использовании протокола TCP. Если у скрипта снифера закомментировать метод .show(), от мы увидим просто передачу пакетов с данными от одного узла к другому, без подтверждения доставки, установки и разрыва соединения (рис. 8):

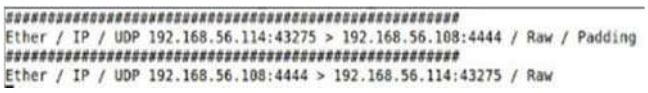


Рис. 8. Передача данных по протоколу UDP

Поля протокола UDP:

sport, dport – аналогичны TCP

len – длинна дейтаграммы (заголовка и данных). Минимальная его длинна – 8 байт (ничего не передаём кроме заголовка). Максимальная фактическая: 65536 – 8 байт заголовка UDP – 20 байт заголовок IP = 65507

checksum – отличие контрольной суммы от TCP в том, что на её подсчёт необходимо затратить меньшее количество вычислительных ресурсов и поле является необязательном (в таком случае значение поля выставляется в 0).

Заключение

В данной статье был выполнен сравнительный анализ протоколов TCP и UDP, хочу заметить, что каждый из них предназначен для своих определённых задач. Протокол TCP используется тогда, когда нужна гарантия доставки пакетов (на веб сайтах, электронной почте, ftp – протокол передачи файлов [12], при передаче по защищённому каналу с использование протоколов SSL/TLS [13], которые в свою очередь работают поверх TCP), но не так важна скорость, а протокол UDP, напротив, когда возможна потеря некоторого числа пакетов, но очень важна быстрота передаваемых данных (например, в конференциях, видеовстречах, видео/аудио-звонках, ведь лучше потерять некоторое количество пакетов или получить некачественную картинку чем уменьшить скорость разговора или сделать его более заторможенным).

Также мы выяснили, что протокол TCP подвержен некоторым атакам и не всегда может гарантировать доставку данных. Современная тенденция такова, что большинство приложений переходят на ненадёжный протокол UDP, делегируя задачу контроля пакета на уровень выше.

Данное исследование можно использовать для улучшения качественных показателей сети связи [14] и их интегральной составляющей [15].

Литература

1. Как работают компьютерные сети. [Электронный ресурс]. URL: https://hackware.ru/?p=6290 (Дата обращения: 19.01.2023).
2. Транспортный уровень TCP/IP (продолжение). [Электронный ресурс]. Yuriy Shammshin. URL: https://net.academy.lv/lection/net_LS-11RUb_tcp.pdf (Дата обращения: 19.01.2023).
3. Протокол TCP: что нужно знать специалисту по анализу сетевого трафика. [Электронный ресурс]. URL: https://networkguru.ru/protokol-transportnogo-urovnia-tcp-chto-nuzhno-znat/ (Дата обращения: 19.01.2023).
4. Принцип и реализация TCP контрольной суммы. [Электронный ресурс]. URL: https://russianblogs.com/article/3028404067/ (Дата обращения: 19.01.2023).
5. Options Field in TCP Header. [Электронный ресурс]. URL: https://www.geeksforgeeks.org/options-field-in-tcp-header/ (Дата обращения: 19.01.2023).
6. TCP Reset (TCP RST ACK) – что это и как искать причину? [Электронный ресурс]. URL: https://networkguru.ru/tcp-ip-reset-rst-ack/ (Дата обращения: 19.01.2023).
7. TCP/IP Attack Lab. [Электронный ресурс]. URL: https://seedsecuritylabs.org/Labs_20.04/Files/TCP_Attacks/TCP_Attacks.pdf (Дата обращения: 19.01.2023).
8. Stream Control Transmission Protocol (SCTP). [Электронный ресурс]. URL: https://www.geeksforgeeks.org/stream-control-transmission-protocol/ (Дата обращения: 19.01.2023).
9. UDP Usage Guidelines. [Электронный ресурс]. URL: https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc8085 (Дата обращения: 19.01.2023).
10. User Datagram Protocol. [Электронный ресурс]. URL: https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt (Дата обращения: 19.01.2023).
11. Протокол UDP. [Электронный ресурс]. URL: https://pc.ru/docs/network/udp (Дата обращения: 19.01.2023).
12. FTP. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/FTP (Дата обращения: 23.01.2023).
13. «Как это работает»: знакомство с SSL/TLS. [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/companies/1cloud/articles/326292/ (Дата обращения: 23.01.2023).
14. *Бабкин В.А*. Граничные условия качественных показателей сети связи // Вестник связи. 2018. № 9. С. 13-18. EDN YNPZBZ.
15. *Babkin V.A., Stroganova E.P*. Integral Quality Indicators of Modern Communication Network Functioning. 2020 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications, SYNCHROINFO 2020, Svetlogorsk, 01-03 июля 2020 года. P. 9166051. DOI 10.1109/SYNCHROINFO49631.2020.9166051. EDN PDDQFJ.
16. *Олифер В., Олифер Н*. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание. СПб.: Питер, 2020. 1108 с. (Серия “Учебник для вузов”). ISBN 978-5-4461-1426-9.
17. Сидни Фейт. TCP/IP. Architecture, protocols, and implementation with IPV6 and IP security. 0-07-021389-5.
18. *Лейкин А*. Протоколы транспортного уровня UDP, TCP и SCTP: достоинства и недостатки.
19. *Хортон А*. Visual C++ 2010. Полный курс. ISBN 978-5-8459-1698-3
20. *Шелухин О.И*. Сетевые аномалии. Обнаружение, локализация, прогнозирование. ISBN 978-5-9912-0756-0.
21. *Крис Сандерс*. Анализ пакетов. Практическое руководство по использованию Wireshark и tcpdump для решения реальных проблем в локальных сетях. ISBN 978-5-6040723-0-1
22. *Рао. С.* Освой самостоятельно C++ за 21 день. 2013. ISBN: 978-5-8459-2100-0.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ/СЕНСОР

Мансуров Тофиг Магомед оглы
Азербайджанский Технический Университет, профессор, доктор технических наук, Баку, Азербайджан
tofiq-mansurov@rambler.ru

Зеневич Андрей Олегович
Белорусская Государственная Академия Связи, профессор, доктор технических наук, Минск, Беларусь

Жданович Сергей Вячеславович
Белорусская Государственная Академия Связи, доцент, кандидат технических наук, Минск, Беларусь

Мансуров Эльнур Тофиг оглы
Азербайджанский Технический Университет, докторант, Баку, Азербайджан

Аннотация

На основе проведенного анализа существующих волоконно-оптических ответвителей/сенсоров отмечено, что положительной особенностью таких устройств является невосприимчивость к электромагнитным излучениям и электробезопасность. Эти устройства позволяют выявить только факт несанкционированного проникновения на оптическое волокно, а не дает возможность определить причину срабатывания, т.е. параметра объекта несанкционированного проникновения. Для расширения функциональных возможностей разработан волоконно-оптический ответвитель/сенсор, позволяющий определить не только факт проникновения, но и параметры объекта несанкционированного проникновения, а именно его массу. Установлено, что увеличение длины дуги макроизгиба при различном значении радиуса формирователя макроизгиба приводит к возрастанию затухания сигнала оптического излучения в оптическом волокне и данная зависимость близка к линейной.

Ключевые слова

Оптическое волокно, несанкционированное проникновение, ответвитель, сенсор, диаметр макроизгиба, деформация, передающий модуль, коэффициент затухания, масса.

Введение

В настоящее время известны множества пассивных компонентов волоконно-оптических линии связи [4-12], каждый из которых выполняет конкретные функции. Но в процессе эксплуатации оптических линии связи возникают задачи, решение которых требуют комплексный подход. К числу этих задач относятся ведение автоматической регулировки уровня сигнала на выходе источника оптического излучения, съем информации путем приема электрических импульсов, соответствующих уровня ответвленного оптического излучения, определить факт и массу объекта несанкционированного проникновения и в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения подключение одного из оптических передающих модулей с малым коэффициентом затухания оптического волокна и тем самым расширение функциональных возможностей.

В связи с этим возникает задача разработки волоконно-оптического ответвителя/сенсора, а для разработки волоконно-оптического ответвителя/сенсора в качестве чувствительного элемента выбрано оптическое волокно с наибольшей восприимчивостью к макроизгибу. Установлено, что увеличение длины дуги макроизгиба при переменном радиусе приводит к возрастанию затухания оптического излучения в оптическом волокне.

Целью данной работы является разработка волоконно-оптического ответвителя/сенсора, позволяющего вести автоматической регулировки уровня оптического излучения на выходе источника оптического излучения по цепи обратной связи, съема информации путем приема электрических импульсов, определения места и массы объекта несанкционированного доступа в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения, выбор и подключения оптического предающего модуля с определенной длиной волны, обеспечивающего минимальное затухание при последующей передаче оптического излучения по оптическому волокну и тем самым расширить функциональные возможности.

Разработка волоконно-оптического ответвителя/сенсора

На основе проведенного анализа разработана структурная схема волоконно-оптического передающего модуля, которая представлена на рисунке 1.

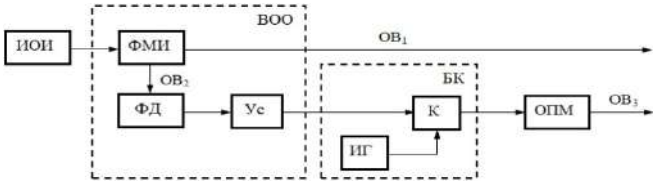


Рис. 1. Структурная схема оптического передающего модуля

Волоконно-оптический передающий модуль состоит из источника оптического излучения (ИОИ), волоконно-оптического ответвителя/сенсора, состоящего из формирователя макроизгиба (ФМИ), фотодетектора (ФД) и усилителя, блока коммутации (БК), состоящего из коммутатора (К) и импульсного генератора (ИГ) и оптических передающих модулей (ОПМ) с различными длинами волны оптического излучения.

ИОИ формирует сигнал оптического излучения и передает по первому оптическому волокну ($ОВ_1$). ФМИ создает макроизгиб с различными диаметрами и в соответствии с этим происходит ответвление оптического излучения, интенсивность которого зависит от диаметра макроизгиба и с места макроизгиба и передается по второму оптическому волокну ($ОВ_2$). ФД преобразует ответвленное оптическое излучение в электрический сигнал и усиливается усилителем.

Ответвление части интенсивности переданного оптического излучения из $ОВ_1$ можно осуществить с помощью ФМИ, который в основном подключается к $ОВ_1$, по которому передается полезная информация. Подключение ФМИ осуществляется с целью идентификации оптического волокна передачи полезной информации и при необходимости организации кратковременной служебной линии связи для операторов. Необходимо отметить, что формирователи макроизгиба используются и для несанкционированного съема информации [2, 3, 8].

На рисунке 2 представлена схема разработанного волоконно-оптического ответвителя/сенсора [3].

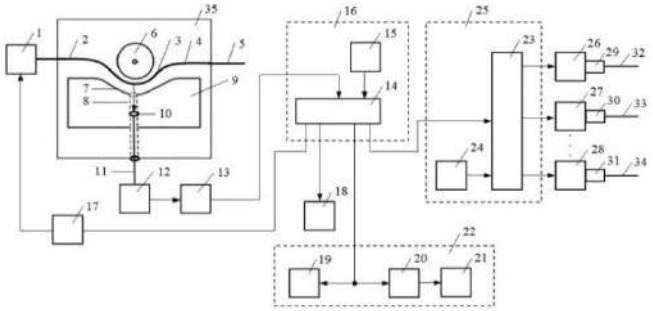


Рис. 2. Схема предлагаемого волоконно-оптического ответвителя/сенсора

Волоконно-оптический ответвитель/сенсор содержит источник оптического излучения -1, первое оптическое волокно -5 с сердцевиной и светоотражающей оболочкой, имеющий первый прямолинейный участок -2, участок с изгибом -3, выполненный по заданному радиусу, второй прямолинейный участок -4, формирователь изгиба -6, V-образную канавку -7, диэлектрическую среду -9 с отверстией в виде воронки -8, выполненной из прозрачного материала для передачи ответвленного оптического излучения, линзу -10, расположенную внутри отверстии в виде воронки диэлектрической среды напротив участка с изгибом, второе оптическое волокно -11 для передачи ответвленного оптического излучения, фотодетектор -12, усилитель -13, блок коммутации -16, состоящий из режимного коммутатора -14 и первого генератора импульсов -15, устройство автоматической регулировки уровня оптического излучения -17 на выходе источника оптического излучения, приемник ответвленного сигнала -18, блок определения -22 места и массы объекта несанкционированного доступа к первому оптическому волокну, состоящий из измерителя уровня -19, устройства вычисления -20 и электронного индикатора -21, блок подключения -34, состоящий из коммутатора подключения -23 и второго генератора импульсов -24, оптические передающие модули -25,26,27, оптические разъемы -28,29,30 и третье оптические волокна -31,32,33, светонепроницаемый кожух для размещения диэлектрической среды из прозрачного материала с отверстием в виде воронки, линзы, размещенной внутри отверстия в виде воронки диэлектрической среды напротив участка с изгибом и части второго оптического волокна.

Принцип работы разработанного волоконно-оптического ответвителя/сенсора

Волоконно-оптический отвевитель/сенсор работает следующим образом [1].

При пуске волоконно-оптического отвевителя/сенсора ФМИ находится в исходном состоянии и не создается макроизгиб и тем самым не происходит ответвление оптического излучения. С выхода источника оптического излучения с определенной длиной волны и интенсивностью оптического излучения передается на вход $ОВ_1$.

В этом случае разработанный волоконно-оптический отвевитель/сенсор работает в 4-х режимах [3].

1. Режим автоматической регулировки выходной мощности источника оптического излучения по цепи обратной связи.
2. Режим съема информации путем приема электрических импульсов, соответствующих уровню ответвленного оптического излучения.
3. Режим определения факта и массу объекта несанкционированного проникновения в зависимости от интенсивности ответвленного оптического излучения.
4. Режим подключения одного из оптических передающих модулей с малым коэффициентом затухания оптического волокна в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения.

В соответствии с режимами работы волоконно-оптического отвевителя/сенсора часть выполняемых операций повторяется и заключается в следующем.

В зависимости от силы прижима ФМИ $ОВ_1$ к V-образной канавке происходит ответвление соответствующей интенсивности оптического излучения.

Ответвленное оптического излучение фокусируется линзой, расположенной внутри отверстии в виде воронки диэлектрической среды, выполненной из прозрачного материала, и передается к входу фотодетектора. Фотодетектор преобразует оптическое излучение в электрические импульсы и усиливается усилителем. С выхода усилителя импульсы поступают на первый вход режимного коммутатора.

Режим 1. Автоматическая регулировка выходной мощности источника оптического излучения по цепи обратной связи.

В этом случае с выхода первого импульсного генератора на второй вход режимного коммутатора поступает один импульс, под воздействием которого на первом выходе режимного коммутатора формируется импульс. Этот импульс поступает на вход устройства автоматической регулировки и запускает его к работе. На выходе устройства автоматической регулировки появляется импульс и передается на управляющий вход источника оптического излучения. В зависимости от амплитуды данного импульса происходит автоматическая регулировка выходной мощности источника оптического излучения, т.е. выполняется либо процесс усиления, либо процесс ослабления или без изменения мощности оптического излучения на выходе источника оптического излучения.

Режим 2. Съем информации путем приема электрических импульсов, соответствующих уровню ответвленного оптического излучения.

В этом случае с выхода первого импульсного генератора на второй вход режимного коммутатора поступает два импульса, под воздействием которого на втором выходе режимного коммутатора формируется импульс. Под воздействием этого импульса приемник ответвленного сигнала запускается к работе и происходит процесс съема информации путем приема электрических импульсов, соответствующих уровню ответвленного оптического излучения.

Режим 3. Определение факта и массу объекта несанкционированного проникновения в зависимости от интенсивности ответвленного оптического излучения.

Под воздействием несанкционированного проникающего объекта с определенной массой на ФМИ происходит процесс ответвления оптического излучения, переданного по $ОВ_1$. Ответвленное оптическое излучение по $ОВ_2$ передается к входу фотодетектора. Фотодетектор преобразует оптическое излучение в электрические импульсы и усиливается усилителем. С выхода усилителя импульсы поступают на первый вход режимного коммутатора, а с первого импульсного генератора на второй вход, которого поступает три импульса. На третьем выходе режимного коммутатора появляется импульс и поступает на вход измерителя уровня и устройства вычисления, с выхода которого на вход электронного индикатора.

Измеритель уровня показывает уровня затухания Δa ответвленного оптического излучения. Зависимость между изменением затухания Δa и массой m несанкционированного проникающего объекта определяется следующим образом:

$$\Delta a = (mg)/q, \qquad (1)$$

Здесь m – масса, влияющая на формирователь макроизгиба; g – ускорения свободного падения; q – коэффициент упругости, показывающий способность первого оптоволокна вместе с V-образной канавкой сопротивляться изменению своей формы и размеров под действием силы, приложенной к $ОВ_1$ в результате воздействия проникающего объекта на ФМИ.

Используя формулы (1) можно определить массу m проникающего объекта в зависимости от значения затухания Δa следующим образом:

$$m = (\Delta a \cdot q)/g. \qquad (2)$$

После определения значения затухания Δa согласно выражению (2) на выходе устройства вычисления, автоматические выполняющего математические операции получается значения физической величины, пропорциональной массе m несанкционированного проникающего объекта и это значение передается на вход электронного индикатора, шкала которого проградуирована по массе. Поэтому шкала электронного индикатора показывает массу m несанкционированного проникающего объекта.

Режим 4. Подключение одного из оптических передающих модулей с малым коэффициентом затухания третьего оптического волокна в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения.

В этом случае с выхода первого импульсного генератора на второй вход режимного коммутатора поступает четыре импульса, под воздействием которого на четвертом выходе режимного коммутатора формируется импульс и передается на первый вход коммутатора подключения. Для выбора и подключения конкретного оптического передающего модуля в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения из выхода второго импульсного генератора на второй вход коммутатора подключения подается импульсы, число которых соответствует номеру данного подключаемого оптического передающего модуля. В этом случае на соответствующем выходе коммутатора подключения появляется импульс, под воздействием которого выбирается и подключается соответствующий оптический передающий модуль.

Заключение

Таким образом, введение V-образной канавки, диэлектрической среды с отверстием в виде воронки, выполненной из прозрачного материала для передачи ответвленного оптического излучения и линзу, расположенную внутри отверстии в виде воронки диэлектрической среды напротив участка с изгибом, второго оптического волокна для передачи ответвленного оптического излучения, фотодетектора, усилителя, блока коммутации, состоящего из режимного коммутатора и первого импульсного генератора, блока автоматической регулировки уровня оптического излучения на выходе источника оптического излучения, приемника ответвленного оптического излучения, блока определения места и массы объекта несанкционированного проникновения к $ОВ_1$, состоящего из измерителя уровня, устройства вычисления, автоматически выполняющего математические операции и электронного индикатора, блока подключения, состоящего из коммутатора подключения и второго генератора импульсов, диэлектрической среды из прозрачного материала с отверстием в виде воронки, светонепроницаемого кожуха для размещения диэлектрической среды из прозрачного материала с отверстием в виде воронки, линзы, размещенной внутри отверстия в виде воронки диэлектрической среды напротив участка с изгибом и части $ОВ_2$, позволяет по обратной связи вести автоматическую регулировку выходной мощности источника оптического излучения, несанкционированного съема информации путем приема электрических импульсов, соответствующих уровню ответвленного оптического излучения. Также позволяет определить несанкционированный проникновение и массу объекта несанкционированного проникновения к $ОВ_1$, в зависимости от уровня ответвленного оптического излучения, осуществить подключение одного из оптических передающих модулей с малым коэффициентом затухания $ОВ_3$, упростить конструкцию и расширить функциональные возможности разработанного волоконно-оптического ответвителя/сенсора.

Литература

1. SU 1091731, G02 B 6/00, 07.03.1992.
2. SU 1318972, G02 B 27/10, 23.06.1987.
3. AR İ 2022 0032, G02 B 6/00, 13.05.2022.
4. *Мансуров, Т.М., Зеневич, А.О., Мансуров Э.Т., Жданович С.В.* Волоконно-оптический ответвитель/сенсор. Агентство интеллектуальной собственности Азербайджанской Республики. Заявка № a2023 0154. Баку, 2022. 14 с.
5. *Василевский Г.В., Зеневич А.О., Жданович С.В., Лукашик Т.М., Лагутик А.А.* Использование макроизгиба оптоволокна в качестве основы для создания датчика массы. Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, Изв. вузов «Приборостроение», 2020. Т. 63. №10. С. 930-937.
6. *Гулаков И.Р., Зеневич А.О., Мансуров Т.М.* Компоненты волоконно-оптических линий связи. Учебное пособие. Минск, БГАС, 2020. 336 с.
7. *Ren L.* Design and experimental study on FBG hoop-strain sensor in pipeline monitoring // Optical fiber technology. 2014. Vol. 20. № 1, pp. 15-23.
8. *Li L.* Design of an enhanced sensitivity FBG strain sensor and application in highway bridge engineering // Photonic Sensors. 2014. Vol. 4, № 2, pp. 162-167.
9. *Бурдышева О.В., Шолгин Е.С.* Волоконно-оптический датчик вибрации // Специальный выпуск «Фотон-экспресс-наука 2019», 2019. № 6. С. 52-53.
10. *Chen W.* et al. Performance assessment of FBG temperature sensors for laser ablation of tumors // IEEE Intern. Symp. on Medical Measurements and Applications (MeMeA). 2015, pp. 324-328.
11. *Mamidi V.R.* et al. Fiber Bragg Grating-based high temperature sensor and its lowcost interrogation system with enhanced resolution // Optica Applicata. 2014. Vol. 44, № 2, pp. 299-308.
12. *Куликов А.В., Игнатьев А.В.* Обзор волоконно-оптических систем охраны периметра // Алгоритмы безопасности. Санкт-Петербург, 2010. № 4. С. 56-61.

ВОЗМОЖНОСТИ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕДИАКОНТЕНТА В СИСТЕМАХ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ 5G

Мелихов Егор Олегович
Московский Технический Университет Связи и Информатики, аспирант, Москва, Россия.
linvor@inbox.ru

Строганова Елена Петровна
Московский Технический Университет Связи и Информатики, профессор, д.т.н., Москва, Россия.
es@radiotest-mtuci.ru

Аннотация
В настоящей работе предлагается сравнительный анализ технологий как инструмент для реализации широковещательной доставки мультимедийны данных в мобильных сетях четвертого и пятого поколений. Показаны возможности организации многоадресной доставки медиаконтента, а также гибридной доставки в одноадресном и многоадресном форматах.

Ключевые слова: стандартизация, мобильная связь, архитектура сети, радиоинтерфейс, широковещательная технология.

Введение

NEW RADIO (NR) сетей 5G – это новейшая технология мобильной связи на основе международных стандартов, обеспечивающая высокую пропускную способность, низкое время задержки и большую емкость. Эти характеристики определяют поддержание различных мультимедийных применений, таких как телевидение сверхвысокой четкости, автомобильная связь, объектно-ориентированная доставка контента и прямые трансляции для аудитории с миллионами зрителей.

Однако, применение исключительно одноадресного режима передачи не может успешно справляться с одновременными запросами одинакового контента от большого количества пользователей. Технология широкополосной передачи данных (broadcast и multicast) являются решением, благодаря которому возможно передавать информацию сразу многим пользователям без дополнительной нагрузки на сеть мобильного оператора.

В настоящей работе проведен анализ возможности широковещательного распространения медиаконтента в сетях 5G, в том числе использования для этих целей инфраструктуры существующих сетей 4G.

Технология NR сетей 5G

NR сетей 5G имеет широкий спектр применений в трех основных сценариях использования: улучшение мобильной широкополосной связи, сверхнадежная связь с низкой задержкой и массовый Интернет вещей [1].

Стандартизация NR началась в 2016 году с версии Rel-15 3GPP с комплексного решения NR с полными возможностями пользователя и плоскости управления в сети радиодоступа и системной архитектуре. В версии Rel-16 эти решения развивались, чтобы удовлетворить требования, определенные в [2]. Версии Rel-17 и Rel-18 были выпущены в 2021 и 2022 году, соответственно, и включали в себя улучшения производительности и функциональности, такие как поддержка большего числа устройств и более высокая скорость передачи данных. В настоящее время ведутся работы по разработке Rel-19, который должен быть выпущен в начале 2024 года.

Радиоинтерфейс NR в Rel-15 и Rel-16 содержит множество улучшений по сравнению с LTE, включая более эффективные схемы кодирования с прямой коррекцией ошибок [3], более широкую полосу пропускания, новую нумерологию сигналов OFDM, адаптированную к распределению диапазонов спектра 5G, и технологию множественный вход множественный выход (MIMO).

Первоначально стандартизация 5G была сосредоточена на одноадресной связи. В Rel-17 рассматриваются функции многоадресной рассылки и широковещательной технологии для архитектуры 5G и радиоинтерфейса NR. Проект 5G-Xcast 5G (5G-PPP) [4] разработал инновационную сетевую архитектуру для крупномасштабной доставки медиаконтента, которая наряду с одноадресной передачей, включает широковещательную (многоадресную) рассылку. В этом проекте предусматривалось обеспечение переключения между режимами передачи и внедрение будущих сервисов и функций с минимальным воздействием на архитектуру сети и пользовательское оборудование (UE). Для этого необходимо определить соответствующие варианты использования для широковещательной рассылки, разработать технические решения, экспериментально подтвердить и продемонстрировать их. В 5G-Xcast основное внимание уделяется средствам массовой информации и общественному оповещению, а также улучшению качества обслуживания (QoE) для каждого пользователя, особенно в случаях большого спроса на данные в прямом эфире или при непредсказуемых событиях. NR также включает новые функциональные возможности с помощью идентификатора потока качество услуги (QoS) [5-8]. В рамках этого проекта технология eMBMS способна предоставлять многоадресные и широковещательные мультимедийные услуги через сеть LTE, комбинируя одноадресную передачу с широковещательной технологией [9] при конвергенции сетей 4G и 5G.

Архитектура 5G

В Rel-15 3GPP была определена архитектура сетей 5G и исследовались новые услуги и рынки, в трех областях 5G: массовом IoT, критически важных коммуникациях и расширенной мобильной широкополосной связи [10]. Модель архитектуры ядра сети (CN) предусматривает модульность, возможность повторного использования, виртуализация сетевых функций (NFV), программно-определяемые сети (SDN), CUPS, минимизация зависимостей между сетью доступа (AN) и CN или поддержка приложений, включая локальные и централизованные службы.

В результате модель архитектуры 5G определяется как архитектура, основанная на услугах, где ее элементы определены как NFS, которые предлагают услуги другим NFS через четко определенные интерфейсы в общей структуре. На рисунке 1 показана архитектура 5G [10]. Базовая сеть 5G была спроектирована для работы с различными ANS.

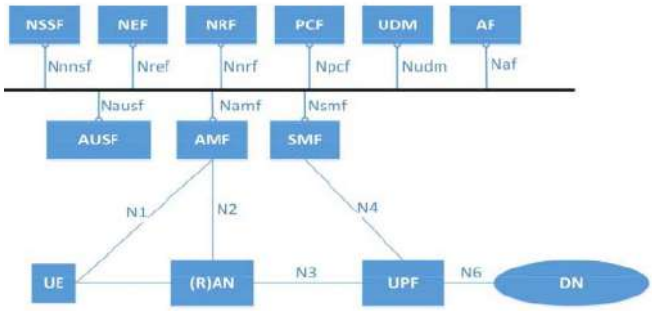


Рис. 1. Архитектура системы 5G на основе сервисов [10]

Ключевым фактором, обеспечивающим эту работу, является интерфейс между AN и CN. Архитектура позволяет UE одновременно подключаться к CN через любой ANS, причем UE обслуживается одним AMF. UE может запросить AMF для установления сеанса блока пакетной передачи данных (PDU) через N1. AMF аутентифицирует UE с помощью функции сервера аутентификации (AUSF), проверяет, какие политики применимы для этого UE, с помощью функции управления политикой и запрашивает доступные фрагменты с помощью функции выбора сетевого фрагмента (NSSF). Впоследствии AMF запрашивает функцию управления сеансом (SMF) для установления сеанса, и SMF предоставляет туннель, по которому UE может обмениваться PDU с сетью передачи данных (DN) (например, Интернет) через функцию пользовательского уровня (UPF).

Предыдущие поколения мобильных систем развертывались как единая сеть. В 5G реализуется модульный подход, так что срез сети включает в себя ядро сети и функциональности, необходимые для удовлетворения разнообразных требований конкретного сценария, который затем развертывается на общем оборудовании и сетевой инфраструктуре.

Конвергенция сетей 4G и 5G для широковещательной рассылки

Представленная на рисунке 2 архитектура предоставляет возможность помимо одноадресных услуг поставлять абонентам широковещательный контент. Уровень плоскости управления аналогичен архитектуре представленной на рисунке 1. Отличием же является введение XCF – сетевой функции пользовательского уровня 5G-Xcast, которая обеспечивает многоадресную рассылку. Функциональные возможности UPF должны быть расширены для поддержки и обработки многоадресного трафика IP, получаемого от XUF или источника контента на уровне сеанса PDU, например, UPF должен поддерживать IGMP (протокол управления интернет-группами), MLD (обнаружение подключения многоадресной рассылки) и PIM (протокол независимой многоадресной рассылки). Узел M1-NG поддерживает многоадресную рассылку IP.

Используя архитектуру LTE eMBMS [11] XUF, реализует подмножество функций UPF (например, маршрутизацию, обработку QoS и т.д.), необходимых для многоадресной рассылки. Это позволяет предложить минимальные изменения в текущей спецификации eMBMS [12] в LTE. Архитектура XCF/XUF аналогична имеющейся в LTE, так что возможности многоадресной рассылки, существующие в LTE, могут поддерживаться в архитектуре 5G через XCF/XUF.

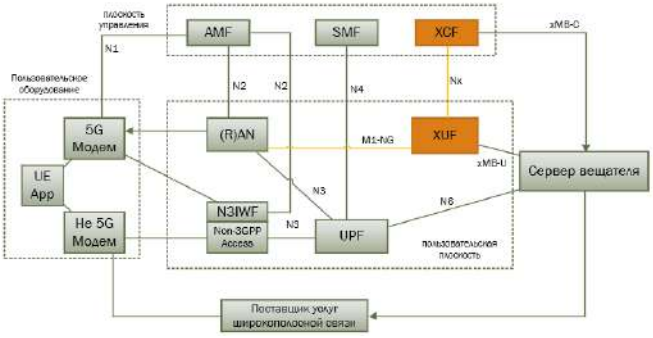


Рис. 2. Архитектура 5G для предоставления услуг широковещательной рассылки

Заключение

В сетях 5G широковещательная технология предоставления медиаконтента является перспективным решением для разгрузки сети и радиочастотных ресурсов мобильных операторов. Одним из способов его реализации является, рассмотренное в работе использование ресурсов сети LTE. Однако, рассматривая возможности, предоставляемые широковещательным распространением контента, следует обратить внимание на потенциал совместного предоставления контента в системах 5G и динамического распределения контента при мультизоновом покрытии мобильной сети. Исследование этих тем может привести к новым инновационным решениям в области предоставления медиаконтента в мобильных сетях.

Литература

1. 3GPP, TS 38.300, "NR; NR and NG-RAN Overall Description; Stage-2, Version 16.8.0", Dec. 2021.
2. Service Requirements for Next Generation New Services and Markets, V16.3.0, 3GPP Standard TS 22.261, Apr. 2018.
3. *D. Hui, S. Sandberg, Y. Blankenship, M. Andersson, L. Grosjean*. Channel coding in 5G new radio: A tutorial overview and performance comparison with 4G LTE // IEEE Veh. Technol. Mag., vol. 13, no. 4, pp. 60-69, Dec. 2018.
4. *Tran T.* Mobile Core Network. Deliverable D4.1, 5G-PPP, Valencia, Spain, 2019.
5. *Janevski T.* QoS for Fixed and Mobile Ultra-Broadband. John Wiley & Sons Ltd, 2019. 326 p.
6. *Бабкин В.А., Строганова Е.П.* Методы оценки качества передачи данных в пакетных сетях связи // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2019. №11. С. 25-31.
7. *Бабкин В.А., Строганова Е.П.* Формирование граничных условий для оценки показателей при мониторинге качества сети связи // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2018. №8. С. 36-41.
8. *Babkin V.A., Stroganova E.P.* Evaluation and Optimization of Virtual Private Network Operation Quality // 2019 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). 2019. DOI: 8813962
9. 3GPP, TS 26.347, "Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Application Programming Interface and URL, Version 14.0.0", Mar. 2017.
10. 3GPP, TS 23.247, "Architectural Enhancements for 5G Multicast-Broadcast Services, Version 17.2.0", Mar. 2022.
11. Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); M1 Data Transport, 3GPP Standard TS 36.445, Aug. 2016.
12. 3GPP, TS 23.246, "Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS); Architecture and Functional Description, Version 16.1.0", Sep. 2019.

ВНЕДРЕНИЕ SYSLOG СЕРВЕРА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РЕД ОС

Никулин Владислав Сергеевич,
МТУСИ, Москва, Россия,
vlanikulin@mail.ru

Федотов Митрофан Александрович,
МТУСИ, Москва, Россия,
apima.mech@gmail.com

Беленькая Марина Наумовна,
Старший преподаватель МТУСИ, Москва, Россия
mn.belenkaya@mail.ru

Аннотация

В представленной статье описывается проверка совместимости отечественной операционной системы РЕД ОС и протокола Syslog. Проведен анализ основных функциональных особенностей протокола в соответствии с утвержденными стандартами RFC, изучены возможности операционной системы РЕД ОС в части совместимости с иностранным программным обеспечением, а также в части логирования (журналирования).

Ключевые слова

Протокол Syslog, РЕД ОС, логирование, журналирование, совместимость, импортозамещение.

Введение

Каждая операционная система, на сервере или маршрутизаторе имеет журналы, в которых записывается вся значимая деятельность, происходящая на устройстве или в сети. На мониторинг журнала каждого устройства затрачивается значительное количество сил и времени. В связи с этим целесообразно сосредотачивать все журналы в определенном месте, в котором их легко просматривать и анализировать. Для практической реализации этой идеи используется протокол Syslog [1].

В настоящее время Syslog сервер под управлением “Windows Server 2003” используется на кафедре “Сетевые информационные технологии и сервисы” (СИТиС) Московского технического университета связи и информатики (далее – кафедра).

Система логирования вышеуказанной кафедры состоит из:

1. Syslog сервера, с установленной на нем программой для получения и просмотра сообщений syslog (работает на ОС Windows Server 2003).
2. Сервера мультимедиа (работает на Windows Server 2003).
3. TFTP сервера (работает на Windows Server 2003).
4. Print сервера (работает на Windows Server 2003).
5. Системы мониторинга и управления сетью Nagios (работает на Unix-подобной ОС).

В условиях активного импортозамещения в нашей стране российские разработчики столкнулись с необходимостью создания операционных систем, призванных заменить иностранные аналоги и дать российским пользователям возможность использовать отечественное программное обеспечение.

В настоящее время кафедра приступает к активному переводу систем под управление РЕД ОС.

Цель данной статьи – проверка совместимости протокола Syslog и операционной системы РЕД ОС с перспективой написания нового Syslog – сервера, аналогичного существующему на кафедре и не уступающему ему по функционалу и совместимости с другими серверами кафедры.

Функциональные возможности syslog

Протокол Syslog работает на прикладном уровне модели OSI (Open Systems Interconnection) и описан в стандарте RFC5424 (The Syslog Protocol) [3]. Сообщения syslog передаются при помощи протокола UDP на порт 514, согласно стандарту RFC5426 (Transmission of Syslog Messages over UDP) [4]. Так же возможна передача сообщения при помощи TCP, что описано в стандарте RFC 6587 (Transmission of Syslog Messages over TCP) [5]. Формат сообщений Syslog изображён на рисунке 1.

MSG LEN 2 байта	HEADER							STRUCTURED-DATA			MSG 410-2010 байт
	PRI 1 байт	VERSION 4 байта	TIME STAMP 6 байт	HOST NAME 6 байт	APP-NAME 6 байт	PROC ID 4 байт	MSG ID 4 байт	SD-ELEMENT 10 байт	SD-ID 4 байт	SD-PARAM 10 байт	

Рис. 1. Формат сообщения Syslog

Каждый получатель должен быть способен принимать сообщения, длина которых не превышает 480 байт. Однако, во всех вариантах реализации рекомендуется обеспечить получателям возможность принимать сообщения длиной до 2048 байт. При этом, получатели могут принимать сообщения длиной более 2048 байт.

Данные в поле HEADER разделяются на несколько полей. Первое – это PRI (приоритет). Поле, выраженное в угловых скобках, называется PRIVAL (значение приоритета) и показывает субъект (Facility) и значимость (Severity) сообщения. Субъект может иметь значение в диапазоне от 0 до 23 включительно. Возможные значения субъекта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коды категорий субъектов сообщений Syslog

Код	Категория субъекта
0	сообщения ядра
1	сообщения пользовательского уровня
2	почтовая система
3	системные службы (daemons)
4	сообщения безопасности/авторизации
5	внутренние сообщения, сгенерированные syslogd
6	подсистема печати
7	подсистема новостных групп (телеконференций, NNTP)

8	подсистема UUCP
9	служба времени
10	сообщения безопасности/авторизации
11	служба FTP
12	подсистема NTP
13	сообщения аудита
14	аварийные сообщения
15	служба времени
16	локального происхождения 0 (local0)
17	локального происхождения 1 (local1)
18	локального происхождения 2 (local2)
20	локального происхождения 4 (local4)
21	локального происхождения 5 (local5)
22	локального происхождения 6 (local6)
23	локального происхождения 7 (local7)

Также это поле показывает десятичный показатель уровня важности в каждом сообщении, который может принимать значения в диапазоне от 0 до 7 включительно.

Таблица 2 содержит описание числовых значений этого поля.

Таблица 2

Уровни важности сообщений Syslog

Код	Уровни важности
0	Авария (Emergency): система неработоспособна
1	Тревога (Alert): система требует немедленного вмешательства
2	Критический (Critical): состояние системы критическое
3	Ошибка (Error): сообщения о возникших ошибках
4	Предупреждение (Warning): предупреждения о возможных проблемах
5	Замечание (Notice): сообщения о нормальных, но важных событиях
6	Информационный (Informational): информационные сообщения
7	Отладка (Debug): отладочные сообщения

Поле VERSION объявляет версию поддерживаемой спецификации протокола Syslog. Номер версии увеличивается для каждой новой спецификации протокола Syslog, которая изменяет формат поля HEADER в любой его части. Изменения подразумевают добавление или удаление полей и изменение синтаксиса и семантики существующих полей.

Поле TIMESTAMP содержит отметку времени.

Поле HOSTNAME указывает на машину, которая сгенерировала сообщение Syslog.

Поле APP-NAME указывает на устройство или приложение, сгенерировавшее сообщение.

Поле PROCID содержит имя процесса, который общается с системой Syslog, или его идентификатора. Также оно позволяет обнаружить простои в потоке генерации сообщений Syslog во время анализа журналов путем отслеживания изменений значения. Поле PROCID может быть использовано для группировки сообщений.

Поле MSGID определяет тип сообщения. В частности, межсетевой экран в этом поле использует значение TCPOUT для исходящего трафика TCP и TCPIN для входящего. Поле STRUCTURED-DATA предоставляет возможность быстрого и точного информирования в четко определенном, легко читаемом и понятном формате. Его можно использовать в различных ситуациях, например, для передачи информации о свойствах сообщения Syslog или для передачи специфичной информации, такой как счетчики трафика или IP-адреса, связанные с приложением.

Элемент данных SD-ELEMENT состоит из имени элемента данных и одной или нескольких пар полей "имя-значение", которые определяют параметры элемента данных. Имя элемента данных обозначается как SD-ID, а пары, задающие параметры, обозначаются как SD-PARAM. Каждая пара состоит из имени параметра, обозначаемого как PARAM-NAME, и значения, обозначаемого как PARAM-VALUE.

Конкретный PARAM-NAME имеет область действия, ограниченную соответствующим SD-ID, поэтому одинаковые имена параметров в PARAM-NAME не означают, что они имеют одинаковое значение в разных SD-ID.

Поле MSG содержит информацию о событии.

Передача сообщений Syslog через UDP

Каждая UDP датаграмма должна содержать одно сообщение Syslog [4], которое должно соответствовать формату, описанному в стандарте RFC 5424. Сообщение может быть полным или усечённым в соответствии с правилами, изложенными в указанном стандарте. В полезной нагрузке датаграммы не должно находиться лишних данных [2].

Данный транспортный механизм поддерживает передачу Syslog-сообщений с максимального размера, вычисляемого как разница между 65535 и длиной заголовка UDP. Это ограничение связано с максимальным размером пакета UDP в 65535 байтов, описанным в стандарте RFC 768. Для IPv4 максимальный размер полезной нагрузки в байтах вычисляется путем вычитания из 65535 длины заголовка UDP и длины заголовка IP, так как полная длина пакета IPv4, включая заголовок, указана в 16-битном поле длины в заголовке.

Всем получателям сообщений Syslog рекомендуется иметь возможность получать датаграммы с сообщениями, размером вплоть до 2048 байтов. Получатели и отправители сообщений Syslog должны поддерживать принятие и отправку датаграмм на порт UDP 514.

Передача сообщений Syslog через TCP

Протокол TCP можно использовать для передачи сообщений Syslog [5]. Данный способ передачи описан в стандарте RFC 6587 (Transmission of Syslog Messages over TCP).

Протокол TCP контролирует передачу данных и уведомляет отправителя о результате передачи данных. В отличие от UDP, TCP гарантирует правильный порядок и форму получаемых данных, и при необходимости повторно запрашивает потерянные данные, что повышает надежность, но как правило приводит к увеличению времени задержки передачи за счёт выполнения дополнительных операций.

Функциональные возможности РЕД ОС

РЕД ОС является многопользовательской, многозадачной ОС для серверов и рабочих станций, соответствует требованиям российского законодательства (постановления Правительства Российской Федерации от 16.11.2015 № 1236 и от 23.03.2017 № 325). Она предоставляет из себя платформу унифицированной функциональной универсальной доверенной среды для выполнения прикладного программного обеспечения. РЕД ОС на

уровне драйверов поддерживает широкий перечень оборудования актуальных версий, доступного на рынке СВТ, а также оборудования, снятого с производства, но поддерживаемого производителями [6].

РЕД ОС может обеспечивать обслуживание от одного до нескольких пользователей одновременно. После успешного входа в систему пользователи имеют доступ в главную вычислительную среду, позволяющую запускать пользовательские приложения, создавать и получать доступ к файлам, задавать директивы пользователя на уровне оболочки командного процессора. РЕД ОС предоставляет адекватные механизмы для разграничения пользователей и защиты их данных.

РЕД ОС предназначена для работы в сетевом окружении с другими экземплярами РЕД ОС, а также с иными совместимыми серверными и клиентскими системами одного и того же управляемого домена. Все эти системы должны конфигурироваться в соответствии с определенной общей политикой безопасности.

В структуре РЕД ОС можно выделить следующие функциональные элементы:

– ядро ОС;
– системные библиотеки;
– встроенные средства защиты информации (КСЗ);
– системные приложения;
– программные серверы;
– прочие серверные программы;
– интерактивные рабочие среды и командные интерпретаторы;
– прочие системные приложения.

В состав РЕД ОС включены такие дополнительные системные приложения:

– архиваторы;
– приложения для управления RPM-пакетами;
– приложения мониторинга системы;
– приложения для работы с файлами;
– приложения для настройки системы;
– настройка параметров загрузки;
– настройка оборудования;
– настройка сети.

Функциональная схема системы логирования кафедры с реализацией протокола syslog

Кафедра располагается в лабораторном корпусе главного здания Московского технического университета связи и информатики. На рисунке 2 схематично изображена система логирования кафедры, демонстрирующая устройства, с которых Syslog сервер собирает сообщения.

В аудитории Л-211 находятся сетевые устройства, связывающие все аудитории кафедры, а именно роутер Huawei AR28-10 и коммутатор Huawei S3928-EI. В аудитории Л-207 находится коммутатор Nortel BayStack 350-24T, с которым соединены ключевые серверы кафедры:

Print-сервер;
Система управления сетью Nagios;
TFTP-сервер;
Syslog-сервер;
Мультимедиа-сервер.

Коммутатор Nortel BayStack 350-24T не является управляемым, в связи с чем установка на него агента syslog является невозможной.

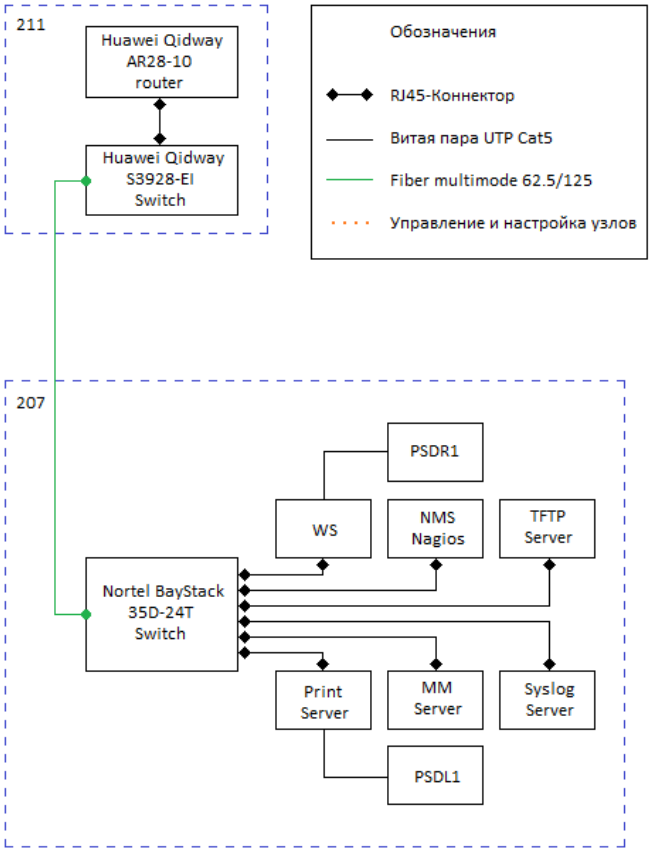


Рис. 2. Функциональная схема системы логирования

Предполагается, что все вышеуказанные серверы перейдут под управление РЕД ОС.

Основные критерии совместимости

В качестве syslog-службы в РЕД ОС реализован RSyslog. RSyslog – это сервис управления логами в unix-подобных операционных системах. [7]

Основные возможности RSyslog:

– многопоточность;
– поддержка протоколов TCP, SSL, TLS, RELP;
– поддержка MySQL, PostgreSQL, Oracle;
– фильтрация журналов;
– настраиваемый формат вывода.

Сервис обеспечивает поддержку стандарта RFC 5424, описывающего структуру и содержание для сообщений Syslog, а также предполагающего концепцию транспортного механизма. Формат сообщения RSyslog имеет соответствующие характеристики:

– приоритет и уровни логирования: (RSyslog предоставляет возможность указывать приоритет и уровни логирования в соответствии со стандартом RFC 5424, используя нотацию <PRI>);

– версия протокола (RSyslog поддерживает указание версии протокола syslog в соответствии со стандартом RFC 5424);

– штамп времени (RSyslog позволяет форматировать и выводить временные метки в различных форматах, включая формат, предложенный в стандарте RFC 3339, что соответствует требованиям стандарта RFC 5424);

– структурированные данные (RSyslog позволяет включать структурированные данные в syslog-сообщения, что соответствует требованиям стандарта RFC 5424);

Следует обратить внимание на такие характеристики RSyslog, как:

– поддержка TCP и UDP (RSyslog поддерживает как TCP, так и UDP для передачи syslog-сообщений, что соответствует стандартам, включая возможность использования защищенных соединений);

– обработка ошибок (стандарт RFC 5424 описывает обработку ошибок, и RSyslog предоставляет соответствующие механизмы для обработки ошибок в протоколе Syslog).

Исходя их вышеизложенного, следует вывод о том, что реализация протокола Syslog в РЕД ОС соответствует требованиям, изложенным в стандарте RFC 5424. Это в свою очередь подтверждает возможность использования РЕД ОС в качестве операционной системы серверов кафедры.

Заключение

Напряженная геополитическая ситуация в мире, санкционные ограничения со стороны западных стран, а также полная или частичная остановка деятельности на отечественном рынке таких иностранных высокотехнологичных компаний, как Intel, Microsoft, Oracle и пр. привели к тому, что российские ИТ-компании столкнулись с необходимостью оперативной разработки альтернативных отечественных программных продуктов для использования в различных сферах: телекоммуникации, промышленность, финансовый сектор, экономика, образование. Поэтому данная проблема коснулась в том числе и нашей кафедры.

В процессе написания статьи были рассмотрены основные характеристики протокола Syslog, а также особенности его реализации в отечественной операционной системе РЕД ОС. Были изучены функциональные возможности соответствующего протокола на основе установленных стандартов RFC, проанализированы возможности отечественной операционной системы и особенности ее взаимодействия с программным обеспечением как иностранных, так и отечественных разработчиков.

На основании изученного материала и проведенных исследований представляется целесообразным начать работу по внедрению РЕД ОС на устройствах и серверах кафедры и написанию нового Syslog-сервера.

Литература

1. *Беленькая М.Н., Малиновский С.Т., Яковенко Н.В*. Администрирование в информационных системах. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2021. 400 с.
2. *Докучаев В.А., Беленькая М.Н., Яковенко Н.В*. Основы сетевых технологий и высокоскоростной передачи данных: Учебное пособие. М.: МТУСИ, 2009. 20 с.
3. RFC5424 – The Syslog Protocol Web: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5424
4. RFC5426 – Transmission of Syslog Messages over UDP Web: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc5426
5. RFC6587 – Transmission of Syslog Messages over TCP Web: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6587
6. РЕД ОС. https://redos.red-soft.ru/base/
7. RSyslog. https://redos.red-soft.ru/base/manual/safe-redos/rsyslog/

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОНЕНТОВ ВОЛС НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Соломатин Андрей Сергеевич,
МТУСИ, Москва, Россия
slomatin2001@mail.ru

Степанов Михаил Сергеевич,
МТУСИ, доцент кафедры ССиСК, к.т.н., Москва, Россия
mihstep@yandex.ru

Аннотация
Статья описывает построение системы автоматизации производства ШОС (шнуров оптических соединительных) основанной на технологии IoT, в качестве основного протокола используется ZigBee. Все этапы производства оснащены модернизированными станками связаны в единую сеть. Данная система позволяет операторам осуществлять контроль всех этапов производства, ведет учет расхода компонентов, обеспечивает безопасность сотрудников, повышает выработку и качество продукции.

Ключевые слова
IoT, ZigBee, автоматизация, производство, ВОЛС, ШОС.

Введение

Интернет вещей (Internet of Things, далее – IoT) – это концепция объединения «умных» устройств в сеть для обмена информацией и выполнения различных функций. Решения IoT внедряются повсеместно - начиная от «умных» домов и систем сбора данных, заканчивая автоматизацией производственных процессов. Существует большое количество различных технологий Интернета Вещей. Среди них выделяют протокол ZigBee. Его функциональные возможности ценятся в создании систем автоматизации производств [4].

Построение современных и перспективных инфокоммуникационных сетей невозможно без большого количества оптоволоконных кабелей. В России, одной из отраслей, остро нуждающейся в автоматизации является производство ШОС (рис. 1). Оптические шнуры представляет собой отрезок оптоволоконного кабеля с коннекторами на обоих концах. Они предназначены для соединения оборудования разного вида и активно применяются, например, при развертывании сетей GPON [5].

Рис. 1. Шнур оптический соединительный

Современные крупнейшие производства ШОС в России применяют преимущественно ручной труд. Это снижает итоговый объем и качество выпускаемой продукции.

В данной статье предлагается система автоматизации, в которой будут учтены современные стандарты производства, что позволит сделать отечественную продукцию конкурентной на международном рынке и повысить рентабельность предприятий.

Создание сети

Производственная линия делится на пять этапов: заделка, вклейка, полировка и упаковка (рис. 2).

Рис. 2. Производство ШОС

На первом этапе необходимо отрезать кабель необходимой длины и зачистить его концы для дальнейшей вклейки в коннектор. Далее, кабельные отрезки поступают на этап вклейки. В оптический коннектор мерным шприцом заливается специальный клей, вставляется оптоволокно и вся конструкция помещается в печь до затвердевания клея. После вклейки, коннектор необходимо отполировать, добившись стандарта полировки и вносимых потерь. Готовый шнур необходимо упаковать и промаркировать.

Таким образом, после разделения производственной линии на секторы, получается пять подсистем. Для автоматизации процесса производства ШОС в предлагаемой системе используется протокол ZigBee. У каждого сектора есть свой набор датчиков, сенсоров, автоматизированных станков, а также управляющее коммутирующее устройство [2].

Стоит отметить, в данной системе применяется совместное использование технологий Zigbee и Ethernet. Все “умные” устройства в секторе используют технологию ZigBee, а коммутаторы, в свою очередь, соединяются с сервером посредством Ethernet. Каждый станок на предприятии будет доработан с помощью управляющей платы с модулем Zigbee.

Наборы станков и датчиков безопасности в секторе связаны между собой и управляющим устройством на технологии Zigbee. Управляющие устройства связываются в единую сеть с помощью коммутаторов.

Технология ZigBee

Zigbee – это стандарт беспроводной связи, который применяется для управления и сбора данных. Он позволяет создавать самоорганизующиеся и автоматически восстанавливающиеся беспроводные сети с функцией ретрансляции сообщений, а также поддерживает использование мобильных и батарейных устройств.

Сегодня технология Zigbee находит широкое применение на практике. Она успешно применяется для создания беспроводных сетей датчиков, автоматизации зданий, управления в промышленности и систем охраны. Сети, использующие Zigbee, обеспечивают надежность передачи информации и гарантируют целостность доставки данных.

Стандарт работает в частотных диапазонах 868 МГц, 915 МГц и 2,4 ГГц. Наибольшую скорость и устойчивость к помехам можно достичь, используя диапазон 2,4 ГГц. Именно по этой причине большинство производителей микросхем выпускают приемопередатчики для работы именно в этом диапазоне. Стандарт предусматривает 16 частотных каналов с интервалом в 5 МГц. С учетом служебной информации, техническая скорость передачи данных составляет 250 кбит/с. Фактическая пропускная способность узла зависит от количества ретрансляций и загруженности сети и варьируется от 5 до 40 кбит/с.

ZigBee использует уникальную схему адресации, которая позволяет однозначно идентифицировать устройства в сети. Эта схема также позволяет реализовать функции безопасности, такие как шифрование и аутентификация, что обеспечивает защиту сети от несанкционированного доступа и перехвата данных [1].

ZigBee широко используется в различных областях, включая автоматизацию зданий, промышленный Интернет вещей (IoT), умный дом и медицинские устройства. В автоматизации зданий ZigBee используется для управления освещением, отоплением, вентиляцией, кондиционированием воздуха и другими системами. В IoT ZigBee используется для мониторинга и управления промышленным оборудованием, таким как датчики, исполнительные механизмы и контроллеры. В умном доме ZigBee используется для управления освещением, термостатами, замками и другими домашними устройствами. В медицинских устройствах ZigBee используется для передачи данных с датчиков, таких как пульсоксиметры, глюкометры и мониторы артериального давления, на центральное устройство. ZigBee отличается низким энергопотреблением, высокой надежностью, широким охватом и поддержкой большого количества устройств [3].

Это делает ZigBee идеальным выбором для создания беспроводных сетей в различных областях применения, где требуется передавать небольшие объемы данных на большие расстояния при низком энергопотреблении.

Принцип работы автоматизированной системы производства компонентов ВОЛС

На этапе заготовки вместо ручной заделки и отрезки кабеля применяется автоматизированный пневматический станок, что позволяет повысить эффективность производственной линии. Данный участок, как и все остальные оснащён системой безопасности – датчики дыма, газа, потери давления в системе, а также присутствия конечностей в зоне хода станка. Например, при пробое пневматической системы, датчик сообщит в каком секторе произошла авария.

Рис. 3. Автоматизированный пневматический станок

Частой проблемой этапа вклейки является перелив или недолив клея в коннектор, что вызывает разное вносимое затухание. Помимо системы безопасности, этап будет включать в себя автоматизированный станок налива клея. Данная установка повышает скорость производства, исключает перелив или недолив клея, тем самым снижая процент брака. На рисунке 4 представлена данная установка.

Рис. 4. 3-осевой диспенсер для клея

На этапе полировке каждому изделию присваивается идентификационный номер, и клеится штрих код. Далее по данному штрихкоду можно отследить, полировальную установку, на которой пора заменить пленку с абразивом.

Этап тестирования является самым ответственным и сильно зависит от человеческого фактора. Для решения этой проблемы применяется технология искусственного интеллекта для определения некачественной полировки. Проверка осуществляется с помощью подключенного к компьютеру электронного микроскопа. В случае некачественной полировки или наличия дефекта, данное изделие отправляется на повторную полировку. Стоит отметить, количество повторный полировок не должно превышать двух раз.

Если после нескольких попыток качество полировки не улучшается, изделие считается браком и передается на переклейку коннектора. Также, данный этап проверяет вносимое затухание. Данный параметр зависит не только от полировки, но и качества компонентов, использованных на этапе склейки, например неполное затвердевание клея в коннекторе или залом оптического волокна в шнуре.

На этапе упаковке каждое изделие упаковывается в отдельный пакет и запаивается, штрихкод дублируется на упаковке. Далее изделия помещаются в специальную коробку, рассчитанное на определенное количество изделий. В случае несоблюдения норм упаковки, возможно повреждение волокна при транспортировке. С целью контроля качества, ФИО сборщика печатается на упаковке.

Заключение

Предлагаемое решение представляет собой относительно простую автоматизированную систему Интернета Вещей, с возможностью для оператора контролировать каждый участок производства компонентов ВОЛС отдельно. Все показатели работы станков передаются в систему, таким образом можно контролировать износ станков, выявлять участки, на которых случается брак. Таже, данная система имеет собственное приложение контроля и учета компонентов производства, благодаря чему, склад всегда вовремя пополняется, исключая простои производства. В дальнейшем такую систему можно масштабировать, увеличивая количество производственных линий. Использование технологии ZigBee позволяет применять маломощные датчики, и передавать данные без перегрузки системы и устройств даже в условиях плохой связи информация.

Таким образом, данная система позволит увеличить выработку производства, а также повысить качество выпускаемой продукции, без увеличения штата сотрудников.

Литература

1. *Stepanov M.S., Poskotin L.S., Shishkin D.V., Timur Turgut, Muzata A.R.* The using of ZigBee protocol to organize the "Smart Home" system for aged people. T-Comm, 2021, vol. 15, no.10, pp. 64-70.
2. *Марко Шварц*. Интернет вещей с ESP8266 2019 г.
3. *Поскотин Л.С., Тургут Т., Шишкин Д.В., Степанов М.С.* Принципы организации системы “Умный дом” на основе технологии ZIG BEE для маломобильных групп населения // Телекоммуникации и информационные технологии. 2021. Т. 8. № 1. С. 123-128.
4. *Ли П.* Архитектура интернета вещей / пер. с анг. М. А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 454 с.
5. *Портнов Э.Л., Сенявский А.Л.* Волоконная оптика и измерения в телекоммуникационных системах. М.: Горячая Линия – Телеком.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ M2M ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОФИСНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Смирнов Алексей Павлович,
МТУСИ, Москва, Россия
alex-545n@yandex.ru

Семененко Никита Олегович,
МТУСИ, Москва, Россия
yuckaswd@yahoo.com

Степанов Михаил Сергеевич,
МТУСИ, доцент кафедры ССиСК, к.т.н., Москва, Россия
mihstep@yandex.ru

Аннотация
В статье описывается процесс создания системы бронирования и управления переговорными комнатами на основе концепции IoT. Рассмотрено внедрение протоколов межмашинного взаимодействия ближнего радиуса действия Wi-Fi и BLE, с помощью которых происходит взаимодействие, обработка автоматизации происходит на выделенном сервере предприятия. Проанализировано воздействие системы идентификации сотрудников на оптимизацию ресурсов и улучшение производительности офисных помещений.

Ключевые слова
Интернет Вещей, Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, автоматизация, офис

Введение

В современном бизнесе, где эффективность и оптимизация становятся ключевыми факторами, управление офисными пространствами является важной задачей. Особенно актуально это для крупных организаций, сотрудникам которых требуется участвовать в совещаниях в очном формате. Офисы подобных организаций представляют собой масштабные помещения с большим количеством переговорных комнат, управление которыми является очень обязательным условием для обеспечения эффективного рабочего процесса. Неиспользованные и освобожденные ранее срока комнаты являются проблемой, требующей современного подхода к их решению.

Разработка автоматизированной системы бронирования переговорных комнат предотвращает их простой, и способствует повышению качества их использования. Таким образом, исследование технологий межмашинного взаимодействия Machine-to-Machine (M2M) и концепции Интернета Вещей (Internet of Things, IoT) для автоматизации офисных пространств является важным и актуальным [1]. Для успешной интеграции такой системы в рабочую среду крайне важно уделить внимание аспектам совместимости, безопасности и масштабируемости, которые играют критическую роль в успешном внедрении системы в бизнес-процессы. Технологический аспект этого исследования предоставит более глубокий взгляд на применение IoT в сфере управления офисными пространствами, а также подчеркнет необходимость развития новых решений для эффективного использования переговорных комнат в рабочей обстановке.

Технологии для автоматизации офисных пространств

Для создания системы межмашинного взаимодействия предлагается использовать технологии Wi-Fi и Bluetooth Low Energy (BLE). Каждая технология используется для решения своей задачи в рамках одной общей цели [2].

Wi-Fi выступает базовой технологией беспроводного управления потоками данных, работающей посредством маршрутизатора. Она позволяет передавать большие объемы данных на дальние расстояния, обеспечивая быструю и стабильную связь устройств. Технология Wi-Fi способна выступать как в качестве хаба для обмена информацией между «умными» устройствами, так и способа взаимодействия пользователя с внешней глобальной сетью. В рассматриваемом примере Wi-Fi является оптимальным выбором для систем видеоконференцсвязи, где требуется высокая пропускная способность [3]. Элементами сети Wi-Fi будут выступать камеры, голосовой помощник, панель управления переговорной, климат-контроль, а также датчики климата, звука, движения и умного освещения. Кроме того, Wi-Fi может служить платформой для взаимодействия умных устройств и обеспечивать комфортное рабочее окружение [4].

Bluetooth Low Energy (BLE) представляет собой версию технологии Bluetooth с низким энергопотреблением. Она обеспечивает не только передачу данных между устройствами, но и повышает уровень их автономности. В рассматриваемом примере с помощью BLE обслуживается подсистемы пропусков и учет посетителей. Удобство заключается в том, что возможно использовать считыватель пропусков на входе каждой переговорной, а также браслеты или карты с BLE-меткой, обладающие уникальным идентификатором. За счет этого обеспечивается как однозначное определение пользователя, так и возможность доступа для гостей компании, не имеющим своего постоянного идентификатора, но внесенными в список посетителей сотрудником, отвечающим за бронирование. BLE позволяет создать надежную и удобную систему управления доступом, где акцент делается не только на эффективности передачи данных, но и на долгосрочной энергоэффективности и гибкости управлении правами доступа. Важно понимать, что использование BLE также способствует минимизации затрат на обслуживание и замену батарей, что делает систему более устойчивой и экономически выгодной в долгосрочной перспективе.

Принципы функционирования системы «умных» переговорных

Нередки случаи, когда сотрудники компании провели необходимые переговоры и освободили помещение, однако, бронирование остается недоступным новым пользователям в силу того, что предыдущая запись осталась незакрытой. Кроме того, возможна ситуация, когда необходимость в переговорной отпала, но сотрудник, выполнявший бронирование, забыл его отменить. Идея повышения эффективности использования переговорных комнат заключается в улучшении системы бронирования путем автоматизированного анализа помещения на предмет ее текущего использования [5].

В первую очередь, стоит упомянуть, что доступ к бронированию имеют только сотрудники компании через сегмент корпоративного сайта или приложения. Данные таких операций обрабатываются на сервере, управляющем бронированием [6]. Информация о бронировании передается на точки доступа, а с них - на считыватели. Сотрудник может выбрать переговорную, просмотреть ее график загруженности, забронировать, а также указать варианты доступа посетителей: выбрать конкретных сотрудников, добавить идентификаторы гостей или просто отключить систему доступа по метке. Закрытие бронирования происходит аналогично с помощью данной системы.

Первым этапом в оптимизации периода простоя переговорной является сравнение актуального времени с расчетным временем окончания бронирования. Если время наступило – сессия закрывается. В обратном случае запускается алгоритм, направленный на анализ происходящего в помещении. Сервер управления анализирует количество присутствующих, собирая данные со считывателей с целью определить количество незакрытых сеансов посещения.

В случае, если по учету в помещении не осталось людей, администратору бронирования на почту приходит оповещение о том, что в случае отсутствия посетителей в течении некоторого времени, бронь будет закрыта. Вариант с тем, что кто-то забыл отметиться на считывателе при выходе нивелируется наличием датчиков звука и движения в помещении [7]. Информация с них позволяет более точно оценить обстановку и подтвердить закрытие сессии. Схематично данный алгоритм представлен на рисунке 1.

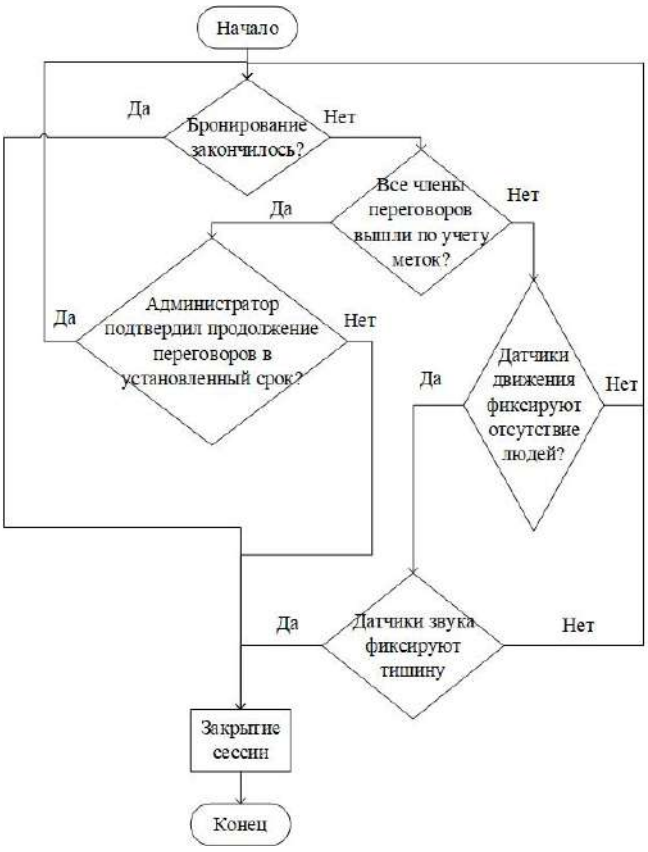


Рис. 1. Алгоритм закрытия бронирования помещения

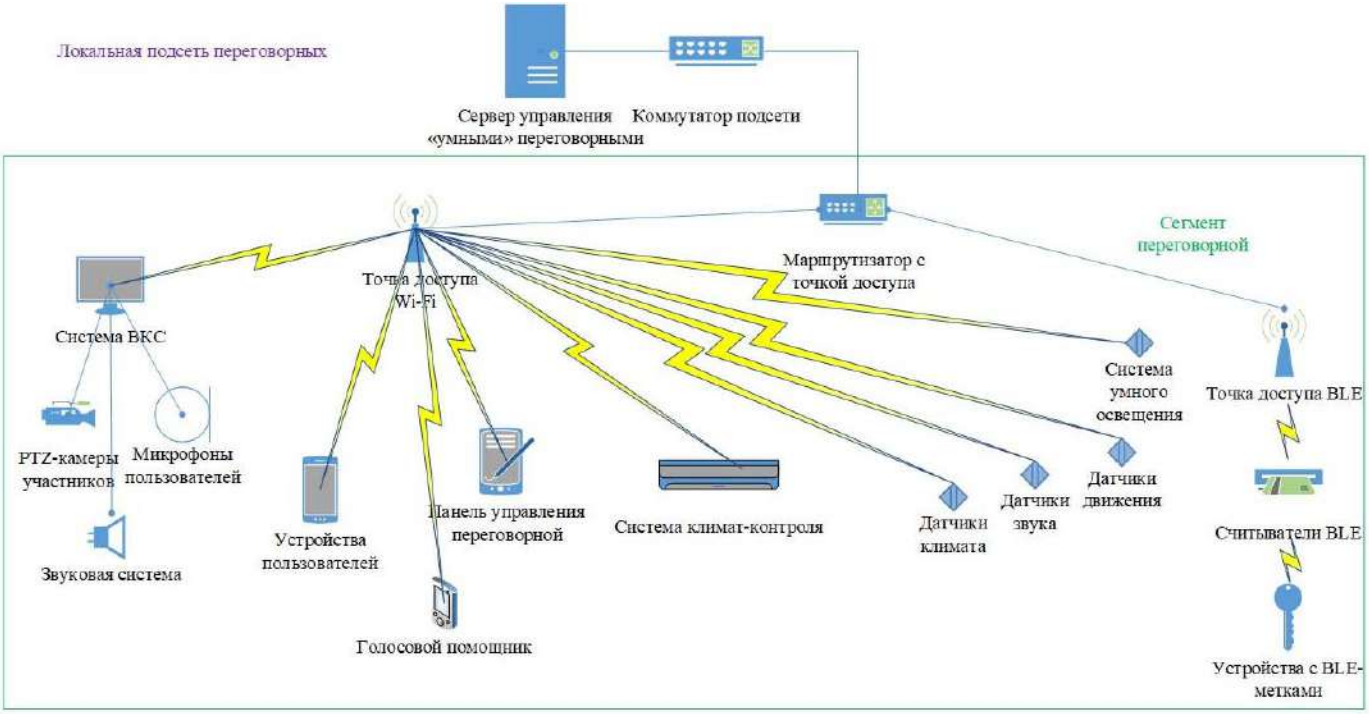


Рис. 2. Общая архитектура сети автоматизации

Другой стороной применения концепции Интернета Вещей для автоматизации офисных помещений является повышение качества их использования. В данном случае нет необходимости в повышении автономности устройств, так как существует множество техник создания «невидимых» кабельных систем, позволяющих оборудованию иметь постоянный доступ к электропитанию.

Технология Wi-Fi способна обеспечить взаимодействие между устройствами и возможность выхода в глобальную сеть для посетителя одновременно [8]. К тому же, данную технологию поддерживает большое количество устройств Интернета Вещей, позволяя создавать различные вариации функциональных возможностей интерьера. Общая архитектура сети автоматизации представлена на рисунке 2.

Наличие в каждой переговорной своего сегмента сети с маршрутизатором и точкой доступа Wi-Fi+BLE позволяет создать набор независимых подсетей, которые удобно конфигурировать и администрировать. Управлением переговорными занимается сервер, обслуживающий всю подсеть. Он анализирует передаваемый трафик и контролирует поведение устройств в незабронированное время. Под его управлением находятся подсистемы, описанные во введении.

Заключение

В результате получается несложная, эффективная, достаточно простая сеть с устройствами Интернета Вещей, способная к масштабированию, быстрому развертыванию и гибкой настройке затрагиваемого функционала. Применение системы с обслуживанием на выделенном сервере позволяет, с одной стороны объединить в одном устройстве обработку бронирования из корпоративных сетевых ресурсов с управлением подсетями помещений, а с другой создать достаточно автономный контур, элементы которого способны взаимодействовать между собой в случае частичного отказа вышестоящего оборудования.

Применение Wi-Fi и Bluetooth Low Energy способствует простому взаимодействию устройств автоматизации, отдавая отдельные функции на обработку различным технологиям. С помощью Wi-Fi обеспечивается управление и выход в глобальную сеть в то время, как BLE отвечает за высокую автономность устройств идентификации и простоту в развертке системы [9]. Этот симбиоз позволил разработать систему, представляющую собой реалистичное и эффективное решение для улучшения управления офисными пространствами, сохраняя при этом практичность и легкость в интеграции, что в нынешнее время является одним из главных векторов развития.

Литература

1. *Шварц Марко*. Интернет вещей с ESP8266: Пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. 224 с. (Электроника)

2. *Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю.* Интернет вещей; под ред. А.В. Рослякова. Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. 342 с.

3. Официальный сайт Альянса Wi-Fi [Электронный ресурс]. URL: http://www.wi-fi.org (дата обращения: 20.01.2024).

4. *Loher D*. et al. Evaluation of Candidate Control and Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocols. 2006. № rfc4565.

5. *Бурова П.А., Аверкова А.М*. Разработка предложений по совершенствованию организации внутренней работы офисных пространств // Молодежная неделя науки ИПМЭиТ. 2021. С. 48-50.

6. *Ли П.* Архитектура интернета вещей / пер. с анг. М.А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 454 с.

7. *Уколов К.А*. Система организации управления офисным пространством с использованием технологий интернета вещей : бакалаврская работа; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР), Отделение автоматизации и робототехники (ОАР); науч. рук. М. С. Суходоев. Томск, 2021.

8. *Летфуллин И.Р*. Стандарты и технологии беспроводных сетей связи ближнего радиуса действия // Труды МАИ. 2022. №124. С. 349-389.

9. *Заргарян Ю.А.* и др. Применение технологии Bluetooth Low Energy для контроля перемещения людей в помещениях // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2022. №3 (227). С. 103-118.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНЫХ УСТРОЙСТВ В ЕДИНЫХ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБАХ

Шишкин Максим Олегович,
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия
mackschischkin1@yandex.ru

Аннотация

Сделан обзор современных технологий, которые используются в умных устройствах для взаимодействия с едиными экстренными службами. Проанализированы конкретные функции нескольких мировых технологических компаний, которые можно использовать в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Сделаны выводы на основании исследованного материала.

Ключевые слова

Единые экстренные службы, call-центр, умные устройства, умные часы, умные автомобили.

Введение

Стремительный прогресс в области компьютерных технологий и расширение вычислительных мощностей, произошедшие за последнее десятилетие, позволяют сделать мир безопаснее. Современные технологии могут быстро помочь людям в трудных жизненных ситуациях. Служба или система, которая реагирует на инцидент в режиме реального времени и не только, называется службой экстренной помощи. В текущем мире люди могут оказывать более быструю и эффективную помощь тем, кто в ней нуждается, позвонив по единому номеру экстренной помощи. В основе единых экстренных служб лежит call-центр, но со своей спецификой и особенностями.

Службы экстренной помощи широко используются во всем мире, для лучшей эффективности они интегрированы не только друг с другом, но и с разными устройствами и датчиками. Единые экстренные службы обеспечивают безопасность человека. Для таких служб очень важно быстро получать и адаптировать новые технологии, так как именно от них зависят жизни многих людей. На данный момент, повсеместно внедряются, активно покупаются и используются умные устройства. К ним можно отнести не только умные часы и телефоны, но и бытовые устройства умного дома и даже автомобили. Все эти устройства могут иметь различные датчики, которые фиксируют разные события, и могут, при необходимости, совершать вызовы и передавать сообщения. В первую очередь, для единых экстренных служб важны данные о чрезвычайных происшествиях (ЧП) или чрезвычайных ситуациях (ЧС) с привязкой к местоположению.

Некоторые крупные технологические компании разработали несколько разноплановых функций для взаимодействия и интеграций с едиными экстренными службами для обеспечения безопасности и быстрого устранений последствий разнородных происшествий. В первую очередь интересны функции умных наручных часов и умных автомобилей. Именно такие функции будут рассмотрены в статье. Данная статья является частью исследования единых экстренных служб [1-4].

Результаты исследований

Вначале рассмотрим такие умные устройства как часы. Умные часы часто представляют собой компьютеризированные наручные часы с расширенными функциями, за исключением стандартного отслеживания времени, сравнимыми со смартфонами. Первые модели выполняли простые задачи, например, выступали в качестве калькуляторов, переводчиков или игровых устройств. Современные умные часы – это носимый полноценный компьютер, который может иметь фото или видеокамеру, диктофон, радио, навигатор. Многие модели поддерживают сторонние приложения и управляются разными мобильными операционными системами. Существуют модели, с помощью которых можно принимать звонки, отвечать на SMS и электронную почту. Некоторые умные часы работают только совместно со смартфоном и служат вспомогательным экраном для оповещения владельца о новых уведомлениях. Чаще всего они называются смарт-браслетами (англ. smart band). Некоторые часы имеют функцию спортивного трекера (или фитнес-трекера). Такие модели могут поддерживать программы обучения, отслеживание маршрута, датчики сердечного ритма и шагомеры.

В отличие от браслетов и трекеров, умные часы позволяют владельцам устанавливать на часы сторонние приложения для расширения их функциональности. Современные умные часы, чаще всего, оснащены следующими возможностями: камерой, акселерометром, термометром, барометром, компасом, хронографом, калькулятором, сенсорным экраном, GPS-навигатором, динамиком, микрофоном, планировщиком задач. Пользователь может получать, управлять и анализировать данные, полученные с помощью этих часов. Некоторые крупные технологические компании тоже начали использовать эти данные. Но не для коммерческих предложения и персонализированной рекламы, а для обеспечения безопасности этих самых людей. Именно для безопасности человека были разработаны интересные функции, которые позволяют анализировать в реальном времени состояние человека, окружающей среды и при необходимости вызвать единые экстренные службы. Рассмотрим более подробно эти функции.

Функция экстренного вызова или SOS (международный сигнал бедствия) позволяет легко и быстро позвать на помощь, а также отправить сигнал тревоги контактам на случай чрезвычайного происшествия [5]. При совершении вызова с помощью данной функции часы автоматически совершают звонок в службы экстренной помощи и сообщают о местоположении пользователя. По завершении вызова часы отправляют контактам, выбранным на случай происшествия, текстовое сообщение с информацией о текущем местоположении владельца.

В течение некоторого времени после перехода в режим SOS часы отправляют дополнительные сообщения контактам при изменении местоположения. Для такого режима требуется сотовая связь или возможность звонков по Wi-Fi с подключением к интернету.

Функция обнаружения падения (Fall Detection) [6]. Если часы на запястье определят жесткое падение, они подадут тактильный и звуковой сигналы, а также отобразят предупреждение. Можно закрыть данное предупреждение, если функция сработала ложно. Или вызвать службы экстренной помощи одним нажатием. Если часы обнаружат, что их обладатель двигается, они будут ждать ответа на предупреждение, не осуществляя вызовов автоматически. Если часы обнаружат, что человек неподвижен в течение минуты, они в автоматическом режиме совершат вызов. После завершения вызова часы отправляют контактам сообщение со сведениями о местонахождении и о том, что зафиксировано жесткое падение и вызваны необходимые службы.

Контакты на случай ЧП загружаются отдельной настройкой самостоятельно или из медицинской карты. Если владелец неподвижен и в текущем месте пребывания, стране или регионе доступно несколько номеров экстренных служб, часы выберут один номер экстренной службы для вызова. Уведомления данной функции могут передаваться в экстренные службы с помощью функции SOS, которая была описана выше, по спутниковой связи, сотовой сети и сети Wi-Fi, если такая функция доступна в текущий момент. Если пользователь указал свой возраст при настройке устройства или в специализированном приложении, а также пользователю 55 лет или более, то функция Fall Detection включается автоматически.

Обнаружение падения есть и ограничения, например активировать ее смогут только лица старше 18 лет. К сожалению, часы могут обнаружить не все падения. Они также часто срабатывают ложно, так как иногда воспринимают резкие движения, занятия спором и перемещение тяжелых бытовых предметов как удар или падение и поэтому могут активировать данную функцию.

Если умные часы определят, что пользователь неподвижен в течение минуты, то они начнут 30-секундный обратный отсчет. В это время, подавая тактильный и звуковой сигналы, они будут повышать громкость на устройстве, чтобы его услышал пострадавший или кто-то кто есть поблизости. По окончании обратного отсчета часы автоматически связываются со службами экстренной помощи и контактами на случай чрезвычайного происшествия. После соединения со службой умные часы воспроизводят звуковое сообщение с информацией об обнаружении жесткого падения и сообщают текущее местоположение пострадавшего. Первый раз сообщение воспроизводится на максимальной громкости. Во всех последующих громкость уменьшается, для того чтобы пострадавший или прохожие смогли поговорить со специалистом экстренной службы. Сообщение воспроизводится до завершения вызова. Умные часы могут не сработать автоматически, если другая функция устройства, распознавание запястья, не активирована.

Функция распознавание аварии (Crash Detection) [7]. Данная функция предназначена для обнаружения серьезных автомобильных аварий, в том числе лобового, бокового и заднего столкновений, она так же сработает в случае опрокидывания автомобиля. При обнаружении автомобильной аварии мобильное устройство или часы подают сигнал тревоги и отображают предупреждение. Далее, устройство (телефон или часы) выводит сообщение на экран и воспроизводит голосовое предупреждение, это важно, особенно если пострадавший не видит экран. Умные часы издают звуковой сигнал, пульсируют на запястье и привлекают внимание владельца с помощью экрана, на котором отображают информацию с экстренным вызовом. Если устройство имеет возможность использовать сотовую связь, спутниковое соединение или просто подключены к Wi-Fi, то они смогут совершить экстренный вызов. Можно позвонить в экстренные службы или отклонить предупреждение, если текущее состояние это позволяет. Если нет возможности среагировать, то через 20 секунд умные часы самостоятельно осуществят вызов SOS. Если добавлены контакты на случай ЧП, устройство отправит им сообщение с местонахождением и уведомит об автомобильной аварии. Также как и в функции обнаружения падения, умные часы смогут передать данные по медицинской карте, если эта информация заполнена. При необходимости, распознавание аварии отменит все текущие вызовы на устройстве и вызовет спасательную службу. Данная функция чаще всего включена по умолчанию, но необходимо заполнить необходимую информацию по медицинской карте.

Конфиденциальность данных. Данные датчиков с устройств используются для обнаружения серьезных автомобильных аварий и падений. Все данные датчиков, используемые для обнаружения таких ситуаций, обрабатываются на устройстве и удаляются по завершении процесса. Но данные могут передаваться с устройства, если согласиться на их предоставление для улучшения работы функций умных часов. Например, микрофон на устройстве используется для обнаружения громких звуков, характерных для аварий, и эти сведения об уровнях звука могут быть переданы не только компании разработчику функций, но и сторонним организациям. Умное устройство на запястье в случае срабатывания функции распознавания аварии передаст информацию о его местонахождении в виде координат по широте и долготе независимо от того, включены ли службы геолокации или нет. В данном случае считается, что безопасность жизнедеятельности важнее безопасности данных.

В продолжение темы умных устройств и автомобильных аварий, стоит обратить внимание на современные автомобили. В мире есть много популярных и технологичных автомобильных марок, но лишь некоторые из них разрабатывают и развивают специализированные технологии и функции для взаимодействия с едиными экстренными службами. Из самых популярных марок выделяется самая известная, на данный момент, и к тому же электрическая [8]. Несмотря на много скандалов вокруг данной автомобильной марки, стоит обратить внимание на ее технологии и функции. Особенно интересны последние доработки, которые обеспечивают безопасность не только водителей и пассажиров, но и окружающих [9]. Совсем недавно, с последним обновлением, в автомобилях данной марки появились новые для автомобиля функции – это вызов единых экстренных служб [10]. Данную функциональность стоит рассмотреть подробнее. Автомобиль будет обладать схожей с умными часами программой, а именно функцией распознавания аварии. Электромобиль сможет в автоматическом режиме осуществить вызов в экстренную службу, если произойдет автомобильная авария.

Для текущего алгоритма важно срабатывание подушек безопасности. Без их срабатывания или при легкой автомобильной аварии данная служба не сработает. Очень важно, что автомобиль перед вызовом экстренных служб в течении нескольких минут будет издавать сигналы из самого автомобиля и из приложения, чтобы пострадавший смог самостоятельно оценить степень аварии и при необходимости отменить вызов. В случае, если водитель не отклонил вызов, то автомобиль совершит самостоятельный звонок в экстренные службы и сообщит об ЧП и также передаст данные о местонахождении. Так же в автомобиле реализована интересная функция – режим охраны [11]. Режим охраны – это функция, которая позволяет пользователю отслеживать подозрительные действия вокруг автомобиля, когда он припаркован и заблокирован в определенных местах. При обнаружении подозрительного движения электромобиль отреагирует в зависимости от серьезности угрозы. При обнаружении серьезной угрозы камеры, расположенные по периметру автомобиля, начнут запись, и активируется система сигнализации. При срабатывании данного режима, владелец получит оповещение от приложения о данном инциденте. Данный режим будет оставаться активным до тех пор, пока уровень заряда аккумулятора не достигнет 20% или ниже. Если заряд аккумулятора опустится ниже, то режим отключить и отправит уведомление в мобильное приложение о своем отключении. С помощью данных камер можно в удаленном режиме просматривать окружение автомобиля, когда он припаркован, чтобы убедиться в безопасности окружающей среды, прежде чем вернуться к своему автомобилю. В данный момент тестируется вызов полиции на место происшествия, если вокруг автомобиля есть подозрительные, громкие действия [10]. Данная функция позволит оперативно помочь другим людям при возникновении чрезвычайных происшествий.

Все описанные функции обязательно нужно учитывать при расчетах характеристик в единых экстренных службах. Планируется произвести расчеты модели единой экстренной службы с обслуживанием голосовых запросов и запросов в форме файлов (рис. 1).

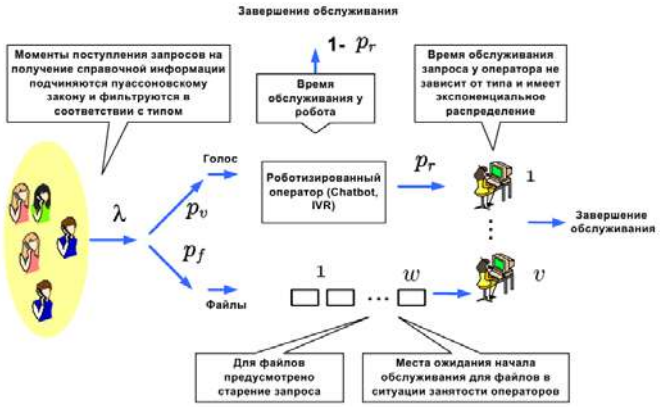


Рис. 1. Обслуживание голосовых запросов и запросов в форме файлов в единых экстренных службах

Как было сказано выше, умные устройства могут передавать местоположение и медицинскую карту пользователя при происшествии. В данной модели предполагается передача этих данных посредством файлов. Также предполагается сравнить данную модель с уже проанализированными моделями обслуживания [2, 4].

Заключение

К плюсам данных технологий можно отнести возможность автоматически вызывать единую экстренную службу и передавать им данные пострадавшего. Это действительно актуально и поможет повысить безопасность и сохранить жизни людей, особенно в тяжелых автомобильных авариях и при тяжелых травмах. Поскольку именно в таких происшествиях, когда нет рядом других людей, данные функции и будут востребованы. Среди минусов можно отметить частое ложное срабатывание этих функций. Чаще остальных ложно срабатывает функция обнаружения падения. В ней предусмотрены возможности по уменьшению неправильных срабатываний, но пока этого, как показывает практика, не достаточно.

В дальнейшем, планируется провести анализ модели (рис. 1), а также добавить в нее результаты предыдущего исследования [12] и сравнить с другими моделями обслуживания единых экстренных служб [2, 4].

Заглядывая в будущее, можно сказать совершенно точно, что технологии взаимодействия с едиными экстренными службами будут развиваться повсеместно. Особенно это касается умных устройств, так как для этого есть все необходимые датчики и ресурсы.

Литература

1. *Stepanov M.S., Muzata A.R., Zyuzin V.D.* Estimation of Contact Center Performance Measures in Case of Overload and Chatbot Implementation // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings, Moscow, 16-18 марта 2021 г.

2. *Шишкин М.О.* Построение и анализ функциональной модели работы единых экстренных служб // Технологии информационного общества: Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 02-03 марта 2022 г. М: Издательский дом Медиа Паблишер, 2022. С. 55-57.

3. *Шишкин М.О.* Анализ современных программных решений для симуляции работы единых экстренных служб // Телекоммуникационные и вычислительные системы: Юбилейный сборник трудов тридцатого международного научно-технического форума, Москва, 12-15 декабря 2022 г. М.: Издательство МБА, 2022. С. 202-206.

4. *Шишкин М.О.* Построение и анализ модели единой экстренной службы с дифференцированным обслуживанием запросов // Технологии информационного общества: Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03-04 марта 2021 г. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2021. С. 73-75.

5. Использование функции «Экстренный вызов – SOS» на Apple Watch [Электронный ресурс] // Apple Inc. URL: https://support.apple.com/ru-ru/108374

6. Использование функции «Обнаружение падения» на Apple Watch [Электронный ресурс] // Apple Inc. URL: https://support.apple.com/ru-ru/108896

7. Обращение за помощью через функцию «Распознавание аварии» на iPhone или Apple Watch при несчастном случае [Электронный ресурс] // Apple Inc. URL: https://support.apple.com/ru-ru/104959

8. *Хамад И., Абдуллаев Э.Г., Бутов А.В., И. Хамад.* Применение инновационных технологий на примере компании Tesla // Экономика и управление: проблемы, решения. 2022. Т. 2. № 3(123). С. 199-206.

9. *Сидоркин Д.Д.* Автопилот Tesla: полуавтоматическое управление автомобилем, импульс для будущей автономии // Вестник СКУ им. М. Козыбаева. 2022. № 4(56). С. 144-152.

10. Автомобили Tesla научились самостоятельно звонить в полицию [Электронный ресурс] // ООО «Лента.Ру». URL: https://lenta.ru/news/2023/12/12/call_police/

11. Vehicle Safety and Security Features [Электронный ресурс] // Tesla Inc. URL: https://www.tesla.com/support/vehicle-safety-security-features.

12. *Шишкин М.О.* Использование больших данных в единых экстренных службах // Телекоммуникации и информационные технологии. 2023. Т. 10. № 2. С. 101-105.

ОБЪЕКТИВАНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ

Попов Олег Борисович
МТУСИ, профессор, к.т.н. Москва, Россия
o.b.popov@mtuci.ru

Чернышева Татьяна Васильевна
МТУСИ, доцент, к.т.н. Москва, Россия

Орлов Кирилл Ваиелевич
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия

Волчков Дмитрий Александрович
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия

Аннотация

В шестидесятые годы прошлого века в России началась новая эра в области аудиотехнологий, сосредоточенная на применении объективных методик для оценки эффективности каналов передачи аудиосигналов. Этот этап развития звукового вещания (ЗВ) был отмечен важными исследованиями, проведенными И.Е. Гороном, и серией экспериментальных работ, проведённых В.А. Нюренбергом. Эти исследования заложили фундамент для создания системного подхода к объективной оценке качества аудиопередач, которые позже были оформлены в стандарт ГОСТ №11515-65 "Каналы и тракты звукового вещания. Основные параметры качества. Методы измерений". С момента его введения, данный стандарт прошел через ряд модификаций и дополнений, обогащаясь новыми критериями оценки качества [1-3]. Этот стандарт оказался особенно значимым для контроля качества в сфере аналоговых аудиопередач, а позже нашел применение и в цифровых каналах. Однако с развитием технологий стало очевидно, что существующие методы метрологии не полностью соответствуют новым техническим требованиям в области передачи аудиосигналов. Современные методы, фокусирующиеся на сохранении формы сигнала, не в полной мере отражают качество передачи аудио как в аналоговых, так и в цифровых каналах. С учетом того, что одной из ключевых задач цифрового радиовещания является значительное улучшение качества передачи (КП) по сравнению с аналоговым, особенно в традиционных диапазонах волн, актуализируется необходимость усовершенствования подходов к контролю качества передачи звуковых вещательных сигналов (ЗВС) [2-7]. Следовательно, важность разработки и внедрения новых методов и инструментов для обеспечения качественного контроля передачи звуковых вещательных сигналов на потребительском уровне становится ключевым приоритетом в данной области.

Ключевые слова

Каналы звукового вещания; метрологическое обеспечение; методика объективной оценки качества; комплексное статистическое оценивание; цифровое радиовещание.

Введение

В процессе передачи звукового сигнала от источника до конечного потребителя (абонентского приемника) можно выявить не менее трех ключевых источников значительных искажений, которые требуют особого внимания.

Первый источник искажений связан с применением цифровых устройств для компрессии аудиосигналов. Этот процесс включает устранение определенных элементов сигнала, считающихся психофизически избыточными. Искажения, вносимые такими устройствами, могут накапливаться в процессе многократного применения в различных этапах тракта передачи звуковых программ. Степень и характер этих искажений сильно зависят от уровня сжатия аудиосигнала и характера самой звуковой программы, будь то информационный блок или музыкальное содержание. Эти искажения являются общей чертой большинства современных алгоритмов сжатия звука, особенно при использовании высоких коэффициентов сжатия в диапазоне 8-12.

Второй источник искажений касается самого тракта передачи звуковых программ. Особую сложность представляют ситуации, когда цифровой канал включает в себя аналоговые участки, что приводит к переходу от цифровой к аналоговой форме и обратно. Анализ показывает, что такие случаи в России не редкость.

Третий аспект искажений связан с потенциальными нарушениями, обусловленными многолучевыми замираниями и доплеровским сдвигом частоты, особенно актуальными в частотно-селективных каналах, используемых в цифровом радиовещании [8]. Хотя OFDM-модемы отличаются высокой устойчивостью к таким искажениям, их влияние на качество передачи звука не может быть полностью исключено и требует соответствующего учета в рамках обеспечения качественной передачи аудиосигнала.

В сфере оценки качества аудиосигнала на уровне повседневного восприятия слушателями, хотя звук часто кажется приемлемым, объективное измерение этого качества представляет собой значительные сложности. В рамках традиционных методик оценки качества звука основное внимание уделяется таким параметрам, как диапазон частот, уровень нелинейных искажений и соотношение сигнал-шум при анализе эталонных гармонических сигналов. Однако недавние исследования, выполненные на каналах, функционирующих в формате DRM, выявили, что уровень нелинейных искажений достигает около 10%, частотный диапазон ограничивается рамками 100-5 700 Гц, а соотношение сигнал-шум колеблется в пределах 40 дБ. Несмотря на отклонение от установленных метрологических стандартов [2-7 и другие], качество звука, воспринимаемое слушателями, оценивается как высокое.

Появление данной проблемы связано с эволюцией адаптивных технологий в области аналоговой и цифро-

вой передачи аудио. Эти технологии позволяют системам передачи динамически подстраиваться под входящий аудиосигнал, изменяя его форму для оптимизации качества. Несмотря на это, пользовательское восприятие качества остается на высоком уровне, что указывает на потенциальную несоответствие между традиционными методиками оценки и реальным аудиовосприятием [9]. Проведение оценки качества в данных условиях возможно только с использованием субъективно-статистических методов (ССМ), требующих значительных временных и ресурсных затрат. Примером такой работы является разработка ГОСТ 11515, для сбора данных по которому потребовалось много лет. Исследовательские организации, которые занимаются изучением таких систем, часто сталкиваются с проблемами обеспечения достоверности результатов. Использование субъективно-статистических методов в реальных условиях эксплуатации и при проведении оперативных оценок во время полевых испытаний или разработке новейших систем передачи и обработки аудиосигналов встречает определенные трудности из-за их сложности и изменчивости результатов. Это обусловливает поиск альтернативных, более удобных для применения в данных условиях подходов.

Стандарты оценки качества передачи звуковых программ [2,3], которые основаны на субъективно-статистических испытаниях (ССИ), занимают важное место в оценке реального восприятия аудиосигналов. Традиционно оценка качества осуществляется на основе стационарных гармонических сигналов, устойчивых к искажениям в цифровых системах и минуя адаптивные обработки в аналоговых системах. Тем не менее, строгое соответствие национальным стандартам и методикам измерения качества, рекомендованным МСЭ-Т и МСЭ-Р [4–6 и другие], не всегда обеспечивает адекватное объективное качество звучания с точки зрения конечных пользователей.

Критический анализ метода оценки качества ЗВС

Особое внимание в критическом анализе методов оценки качества аудиопрограмм [4] уделяется важности международных рекомендаций [4], базирующихся на прогрессивном "Методе для объективных измерений воспринимаемого качества звука". Этот метод основан на продвинутой программной модели аудио восприятия, разработанной в более ранних исследованиях [10], и представляет собой серию ключевых принципов, позволяющих эффективно оценивать качество звука (см. рисунок 1). Этот подход к оценке качества звука учитывает различные аспекты аудиоперцепции и предоставляет возможность более точного измерения качества звука, что особенно важно для современных цифровых и аналоговых систем передачи.

Рис. 1. Схема объективных измерений воспринимаемого качества звука

В процессе онлайн-измерений качества звука используются заранее определенные тестовые аудиосигналы. Эти сигналы охватывают различные аудиокатегории, включая музыкальные композиции, шумовые последовательности, а также короткие отрывки речи на нескольких языках. Пример такой тестовой последовательности Международного союза электросвязи (ITU) [4] для канала вещания DRM представлен на рисунке 2. Здесь можно видеть гармонический сигнал (размещенный слева), синтезированные музыкальные и шумовые сигналы (в центральной части), а также фрагменты речи.

Для оценки качества передачи используются тестовые сигналы с ограниченным диапазоном спектра. Однако это подход исключает сигналы, охватывающие полный частотный диапазон. К тому же, общая длительность тестовых сигналов ограничена четырьмя минутами, что недостаточно для формирования репрезентативной статистики об изменениях характеристик сигналов в процессе их передачи. Опыт проведения измерений на реальных аудиопрограммах показывает, что для более точной и объективной оценки качества передачи звука необходимо анализировать фрагменты сигналов длительностью не менее одного часа. Такой подход позволяет учитывать стационарность и стабильность статистических параметров, характеризующих нормально функционирующие аудиосигналы вещания.

Исследование [4] включает в себя методику оценки слухового восприятия, базирующуюся на традиционной концепции частотной маскировки [10]. Суть этой концепции заключается в изучении, как человеческий слух воспринимает слабые элементы гармонических и узкополосных шумов. Тем не менее, последние исследования показали, что восприятие широкополосных звуков существенно отличается от предположений, заложенных в этой модели. Оказывается, даже незначительное изменение в спектральном составе звука, находящееся ниже теоретического порога слышимости, может быть заметно для слушателя. Кроме того, чувствительность к фазовым искажениям между составляющими гармоний также оказалась значительной, что ставит под сомнение достоверность моделей частотной маскировки [11, 12].

Объективный подход к оценке качества звука, предложенный в [4], опирается на использование быстрого преобразования Фурье (БПФ) [5]. Этот метод предусматривает оценку энергии аудиосигнала в каждой из его частотных полос. Вычисления коэффициентов БПФ основываются на формуле, включающей такие параметры, как коэффициент расширения оконной функции (k), частота дискретизации (F) и длина выборки (N):

$$\Delta f = kF_d / N$$

В качестве примера, при настройках F равной 48 кГц и N равной 2048, с использованием оконной функции Ханна, ширина каждой частотной полосы оценивается примерно в 36 Гц. Важно отметить, что при этом учитывается также амплитудная модуляция на уровне около 2 дБ. Спектр боковых лепестков БПФ, наиболее близкие из которых находятся на уровне -31 дБ, вносит значительный шум в оценки для всех коэффициентов, за исключением максимальных. Основываясь на этих данных, можно делать выводы относительно критических полос слуха, которые в нижней части аудио диапазона сопоставимы с полосами, оцененными для каждого отдельного коэффициента БПФ.

Рассмотрим тестовую последовательность, изображенную на рисунке 2. Были исследованы изменения, произведенные в процессе передачи сигналов ITU. Это

включало в себя временную синхронизацию, амплитудную нормализацию и частотное согласование сигналов ITU-1 (с образцом звука барабанов), ITU-2 (звон часов), ITU-3 (звучание трубы) и ITU-4 (16-секундный фрагмент речи).

Для определения изменений, произошедших с аудиосигналом в процессе его передачи, был применен метод сравнительного спектрального анализа. Этот анализ охватывал как входные, так и выходные сигналы, что позволило точно измерить "энергию ошибочного сигнала" в случае передачи звуковых примеров ITU-1 [2]. Данный показатель вычислялся путем сравнения площадей, занимаемых спектрами анализируемых сигналов, что демонстрируется на рисунке 3. Важно учитывать, что выбор методики спектральной оценки "энергии ошибочного сигнала" должен исключать анализ боковых лепестков максимальных составляющих в оконной функции, особенно при установке низкого уровня отсечения. Также следует помнить, что способность человеческого слуха к восприятию спектральных компонентов определяется их уровневой разницей, составляющей минимум 30-35 дБ.

На рисунке 4 представлены расчеты "энергии ошибочного сигнала" для 4-х различных сигналов из звуковой базы ITU. Было выявлено, что в большинстве случаев "энергия ошибочного сигнала" превышает "энергию исходного сигнала", что вызывает сомнения в эффективности применяемого метода оценки качества передачи. Несмотря на это, аудитория давала положительные оценки качеству передачи, что свидетельствует о несоответствии между объективными измерениями и субъективным восприятием. Таким образом, текущий метод оценки качества вещания оказывается ограниченным в своей способности объективно оценить качество передачи аудиосигнала. Анализ информативных речевых сигналов, используемый сейчас, не обеспечивает надежной информации о степени искажений, вносимых каналом передачи, что подчеркивает необходимость его пересмотра и усовершенствования.

Рис. 2. Изменения, произведенные в процессе передачи сигналов ITU

В ходе исследования гармонического сигнала, показанного на левом краю рисунка 2, при его передаче по каналу выявлены существенные искажения. Эти изменения в форме сигнала привели к заметным колебаниям в спектральной характеристике – амплитуды 3-й и 5-й гармоник увеличились до -20 и -30 дБ соответственно по отношению к основной гармонике.

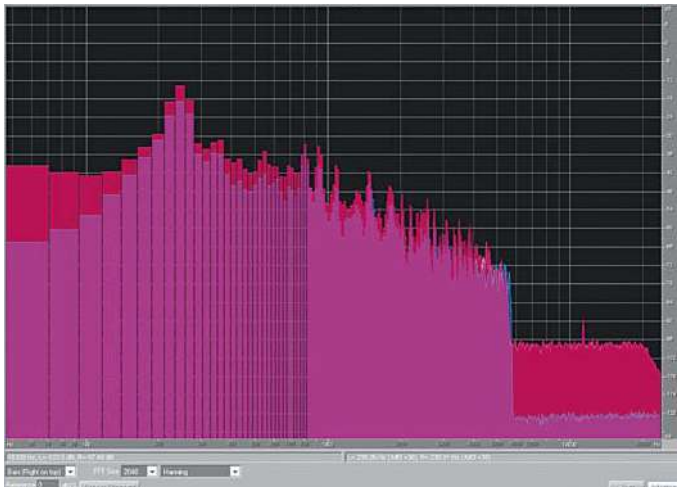


Рис. 3. Спектры анализируемых сигналов

Критический анализ метода, представленного в [4], выявляет ряд недостатков, среди которых:

1. Расхождения между шириной полосы фильтров, используемых в анализе, и шириной так называемых "критических" полос, что приводит к появлению искажений в аудиосигнале.

2. Отсутствие динамической адаптации "критических" полос к изменяющимся частотам сигнала, в отличие от гибкости человеческого слуха, который автоматически настраивается на изменения частотных компонентов.

3. Искажения, возникающие вследствие фильтрации на подполосах, особенно это касается межполосного проникновения и аномалий в амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристиках.

4. Пренебрежение влиянием фазовых искажений на спектральные составляющие, что ощутимо даже в контексте лабораторных экспериментов в академической среде.

5. Отсутствие методов для адекватной оценки частотной модуляции аудиосигнала.

6. Ограниченность точности и разрешающей способности методик спектрального анализа, которые не соответствуют высокой чувствительности человеческого уха к небольшим частотным колебаниям.

7. Проблемы с интеграцией тестовых сигналов в процессе непрерывного мониторинга качества реального вещательного сигнала.

Кроме того, исследование, представленное в [4], недостаточно затрагивает вопросы синхронизации оригинального и переданного сигнала в процессе оценки качества передачи. Изменения в структуре сигнала после его передачи по каналу часто бывают значительными, и даже незначительные временные расхождения между анализируемыми сигналами могут привести к существенным ошибкам в оценке. Было выявлено, что для достижения максимальной эффективности синхронизация должна быть основана на оптимизации автокорреляционной функции, особенно в ситуациях, когда форма сигнала подвергается серьезным изменениям. Анализируя многочисленные исследования, можно заметить, что метод, изложенный в [4], адекватно соответствует как субъективным оценкам, так и инструментальным измерениям при работе с алгоритмами, использующими компактное представление аудио и модель восприятия звука, аналогичную модели в MPEG-1, Layer 3.

Однако, когда речь идет о более современных алгоритмах, таких как MPEG-4 AAC, или сложных методах обработки звука [13], описанный метод начинает показывать недостаточную точность. Это подтверждается результатами нашего исследования. Следовательно, для оценки суммарных искажений, накапливаемых в процессе многократных преобразований сигналов вещательными каналами, необходимо дополнительное тестирование метода [4] с использованием реальных аудиосигналов и каналов распространения. Точность применяемой методики во многом зависит от специфики аудиоматериала. Использование аудиобазы ITU может привести к завышению оценок, так как она содержит аудиосигналы с ограниченным спектральным содержанием, которые менее подвержены искажениям в обработке.

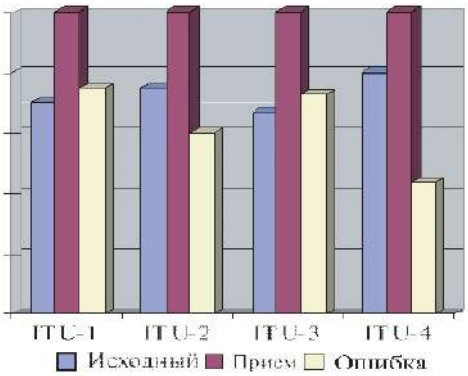


Рис. 4. Энергии ошибочного сигнала

Критерии для разработки следующего поколения систем ЗВ

Кроме того, анализируя требования к метрологическому обеспечению аудио и видеоустройств, опираясь как на отечественный, так и на международный опыт, можно выделить ключевые критерии для разработки следующего поколения систем:

– Необходимость автоматической оценки качества звука на реальных аудиосигналах в режиме непрерывной работы канала передачи.

– Контролируемые параметры должны быть стабильны и независимы от изменений в форме сигнала.

– Результаты оценки должны иметь высокую корреляцию с субъективными оценками слушателей, обеспечивая надежность и точность измерений.

Современные стандарты оценки качества звука основываются на детальном анализе звуковых сигналов по разнообразным показателям, тогда как механизм человеческого слуха ориентирован на интегрирование этих данных в цельное звуковое восприятие. В свете этого, важно, чтобы регуляторные документы включали комплексные критерии для оценки качества ЗС. Такое нормирование должно принимать во внимание статистические паттерны, которые определяют вероятностное поведение этих параметров.

Особое внимание стоит уделить способам восприятия искажений, которые управляются периферической слуховой системой. В контексте российской системы метрологии, исследование обогащает существующую практику, продолжая традицию, заложенную в стандартном документе [14] от 1995 года. Документ представляет инновационный подход к объективному анализу аудиосигналов [15], основанный на изучении их статистических характеристик. Данная работа расширяет методологические рамки, установленные в ГОСТ №22260-76 и ГОСТ Р №50757-95, вводя усовершенствованный набор статистических инструментов для всесторонней оценки качества звука. Это дает возможность более глубоко учитывать изменения, возникающие при передаче сигналов через адаптивные аудиоканалы, преодолевая прежние ограничения, связанные с трудоемкостью и ограниченной точностью таких исследований. Однако современные достижения в области компьютерных технологий и методов обработки звуковых сигналов позволяют теперь проводить гораздо более точные и оперативные статистические анализы. Это открывает возможности для что не поддерживается текущими стандартами.

Оценки адаптивных каналов на основе объективных измерений

Методика комплексного статистического анализа, разработанная для оценивания качества аудиосигналов в адаптивных трансляционных каналах, является прорывным подходом в этой области. Известный как МКСО (метод комплексного статистического оценивания) [9, 15-21 и др.], этот метод был разработан и эффективно применяется для оценки аудиосигналов в реальных аналоговых и цифровых трансляционных системах [22-27 и др.], основываясь на исследованиях, проведенных на кафедре радиотехники и электроакустики МТУСИ.

Метод комплексного статистического оценивания (МКСО) включает процесс сбора ограниченного набора интегральных статистических распределений в ходе анализа аудиопрограмм. Эти интегральные распределения обеспечивают возможность для глубокого анализа изменений, происходящих с аудиосигналами в процессе их трансляции через различные каналы с изменяющимися характеристиками. Также, эти распределения помогают оценить, как эти изменения влияют на восприятие качества звука у слушателей.

Расширенный анализ интегральных статистических распределений, реализованный в рамках данного исследования, позволяет исследователям проводить детальный количественный анализ искажений аудиосигналов. Это включает оценку не только вероятности возникновения таких искажений, но и их заметности для слушателей, независимо от специфики обработки сигнала в передающих каналах. Таким образом, данный подход предоставляет более полное понимание взаимосвязи между объективными параметрами сигнала и субъективным восприятием качества аудио, способствуя разработке более эффективных и точных методов оценки звукового вещания.

Процесс МКСО включает несколько ключевых этапов. На первом этапе происходит трансформация аудиосигналов, исходных и модифицированных, с аналогового на цифровой формат. Затем эти сигналы подвергаются процессу нормализации и точной синхронизации, что является важным шагом для достоверности последующего анализа. Следующий этап представляет собой глубокий статистический анализ, который соответствует критериям МКСО. Во время этого анализа проводится тщательное изучение множества статистических аспектов аудиосигналов, в том числе исследование энергетических характеристик, таких как относительная средняя мощность в двух различных формах – ОСМс и ОСМк.

Процесс анализа также включает в себя оценку формы сигналов, основываясь на анализе возрастающих и убывающих интервалов их фильтрованных гильбертовских огибающих, а также анализ спектральных и кепстральных атрибутов, полученных из мгновенных амплитудных спектров. Применение статистического подхода к этим параметрам позволяет создать комплексные интегральные оценки качества аудиосигналов, которые коррелируют с субъективными оценками качества звука, выраженными слушателями.

В ходе исследования было решено несколько ключевых проблем, которые значительно улучшили точность численных оценок, делая их более информативными. Среди этих проблем можно выделить следующие:

1. Точное измерение мощности дискретного звукового сигнала в коротких временных промежутках. Для этого была разработана методика, позволяющая уменьшить ошибку измерения до 10^-5.

2. Создание аналитической огибающей с высокой точностью для оценки нестационарных участков звукового сигнала, включая анализ его начальной фазы (атаки) и затухания.

3. Усовершенствование спектрального анализа на коротких временных отрезках, приближая его точность к уровню восприятия периферийным слуховым анализатором.

4. Определение комплексной оценки кепстра звукового сигнала, что позволяет более полно оценивать его характеристики.

5. Точная оценка ритмических параметров звукового сигнала, что важно для комплексной оценки его качества.

Для более детальной оценки относительной средней мощности дискретных сигналов в коротких временных промежутках был разработан метод, учитывающий мелкие детали волны сигнала с минимальной погрешностью.

Для обеспечения точности спектрального анализа в коротких временных рамках было реализовано многократное использование метода Быстрого Преобразования Фурье (БПФ). Этот процесс включал в себя не только множественный анализ БПФ, но также и тщательный отбор результатов, а также транспонирование спектров исходного сигнала в пределах каждого частотного бина* для достижения максимальной точности [16-20]. Для обеспечения точного соответствия между исходным и измененным сигналами применялся метод корреляционного анализа, осуществляемый на значительных длительностях сигнала, что гарантировало оптимальное сравнение и анализ данных.

* Бин – это шаг сетки частоты в дискретном преобразовании Фурье.

В рамках нашего исследования для точного измерения ритмических характеристик звукового сигнала была реализована техника трехмерного автокорреляционного анализа. В нашем исследовании был применен комплексный трехмерный автокорреляционный анализ для углубленного измерения ритмических аспектов звукового сигнала. Этот подход анализирует аудиосигналы, учитывая их частотные, амплитудные и временные характеристики на протяжении периода до 25 секунд. Хотя методика обладает высокой вычислительной сложностью, что может замедлять обработку данных, она обеспечивает значительно повышенную точность результатов. В целях оптимизации скорости обработки данных была разработана упрощенная процедура оценки, включающая спектральный анализ статистических показателей атак в реальных аудиосигналах. При этом, частота атак, связанная с количеством передаваемых акустических событий, оказалась центральным элементом для определения информационной насыщенности аудиосигнала.

В результате эксперимента были получены данные, которые позволили связать динамику статистических параметров звукового сигнала с его заметностью, балльной оценкой качества передачи и предпочтениями слушателей. Эти статистические оценки требуют дополнительного масштабирования с учетом уже известных критериев качества для различных акустических событий и результатов Субъективного статистического исследования [21]. Эффективность предложенного подхода особенно заметна в ситуациях, где разнообразие потенциальных помех и искажений в каналах передачи звука требует более тонкого анализа, основанного на восприятии слушателя. Важным результатом исследования стало выявление ключевого параметра – относительной средней мощности.

Этот показатель вычисляется как отношение реальной мощности звукового сигнала к максимальной амплитуде гармонического сигнала в выбранном временном интервале. В качестве этого интервала выбирается время, соответствующее периоду интеграции слуха по громкости, составляющему приблизительно 160–200 миллисекунд. Изменения в спектральном составе аудиосигнала, будь то колебания амплитуды, фазовые сдвиги или введение новых частотных компонентов, отображаются в динамике отношения между максимальным и средним значениями сигнала, что позволяет использовать ОСМс в качестве комплексного индикатора для быстрой и точной оценки качества передачи аудиосигнала в различных коммуникационных каналах. Эти колебания в ОСМс могут служить в качестве надежного индикатора для оперативной оценки качества передачи аудиосигнала через коммуникационный канал. Дополнительным преимуществом этого параметра является возможность его легкой реализации в реальном времени благодаря относительно простой вычислительной нагрузке.

В процессе нашего аналитического исследования каждый набор параметров звукового сигнала подвергается обработке с целью формирования нормализованных частотных распределений для каждого из значений параметров. Эти распределения служат основой для расчета интегрального отклонения (ИО), которое определяется как среднее значение абсолютных различий в частотах появления отдельных значений параметров до и после трансляции сигнала через коммуникационный канал. ИО используется в качестве ключевого критерия для оценки заметности изменений в аудиосигнале, возникающих в результате его передачи. Таким образом, ИО представляет собой важный инструмент для оценки качества передачи звуковых сигналов. На рисунке 5 представлен пример сравнения частотных распределений значений ОСМ до и после введения искажений в сигнал.

Помимо этого, для спектральных характеристик сигнала создается графическое представление его амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), основанное на мгновенных амплитудных спектрах. На этой основе формируется оценка среднеквадратического отклонения от эталонной АЧХ, что позволяет более точно оценить степень искажения сигнала при его прохождении через канал связи.

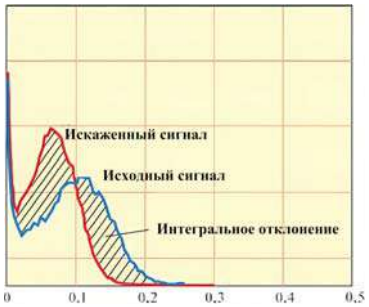


Рис. 5. Сравнения частотных распределений значений ОСМ до и после внесения искажений

В ходе нашего исследования, проведенного под руководством И.Е. Горона, была выполнена задача нормализации и анализа интегральных отклонений распределений относительной средней мощности (ОСМс) сигналов. Это анализ основан на критерии "заметности изменений в сигнале", как подробно изложено в таблице 1, используя обширный набор звуковых данных, собранных в ходе исследования.

Важно отметить, что во многих современных коммуникационных каналах заметность изменений аудиосигнала становится настолько значительной, что традиционный критерий "заметности" теряет свою актуальность. Это особенно верно для случаев, когда сигнал подвергается обработке аудиопроцессорами или сжатию для компактного представления. Следовательно, возникает необходимость в использовании балльной системы оценки качества передачи. В рамках этой системы мы проводим масштабирование оценок, основываясь на усредненных данных из многочисленных исследований качества аудиосигналов в формате MP3 (MPEG 1 Layer 3), как представлено в таблице 2.

Для проведения более точного исследования акустики и звукового вещания, для глубокого анализа и выявления элементов канала, вносящих существенные искажения в аудиосигналы, могут быть введены дополнительные статистические параметры звуковых вещательных сигналов. Одним из ключевых параметров является ОСМк, представляющий собой канальную вариацию ОСМ. ОСМк определяется путем нормирования стандартного значения ОСМ относительно мощности гармонического сигнала, который является номинальным для данного канала связи. Этот параметр эффективно оценивает степень использования мощности канала. Особенно важно это в контексте Субъективного статистического исследования, где ОСМк коррелирует с оценками громкости, выставляемыми слушателями. Эта корреляция указывает на то, что ОСМк может служить надежным индикатором восприятия громкости звука, который передается через канал.

Высокая информативность начального фрагмента звука, известного как "атака", и чувствительность слуха к ее изменениям являются ключевыми факторами в аудиоанализе. Изменения в характере нарастания звука, даже на промежутке всего 0,2 мс [9], могут быть заметны. Средняя крутизна фронтов служит эффективным параметром для оценки переднего фронта звукового сигнала. Аналогично, задний фронт сигнала, характеризующийся реверберационными свойствами пространства, также влияет на восприятие. Этот эффект может быть усилен рядом факторов, включая автоматическую регуляцию уровня, применение многополосных компандерных систем и компактное представление сигнала.

Кроме того, важен тембр, зависящий от характера огибающей амплитудного спектра. В современных аудиоканалах, где процесс удаления избыточности сигнала приводит к появлению как линейных, так и нелинейных искажений, в том числе к потере определенных спектральных элементов, важен тщательный анализ этих изменений.

Разработанная методология позволяет выявлять и фиксировать разнообразие в мгновенных спектрах с высокой точностью, достигающей уровня восприятия человеческого уха [9]. Влияние этих изменений на гармоничность звука оценивается через дисперсию мгновенных спектров и кепстральную аналитику.

Высокий пик-фактор кепстра ассоциируется с более гармоничными сигналами, например, пик-фактор кепстра у Н. Баскова заметно выше, чем у Г. Сукачева. Гармоничные сигналы благоприятно воздействуют на человеческий организм, влекя слушателей к выбору радиопрограмм с более гармоничным звуковым оформлением. Снижение пик-фактора кепстра может быть вызвано рядом факторов, включая устранение тех частей спектра, которые не улавливаются ухом слушателя, или уменьшение точности представления сигнала в важных для восприятия частотных диапазонах в процессе его компактной обработки.

В процессе нашего исследования было установлено, что ритмическая структура звуковых вещательных сигналов существенно влияет на их восприятие, особенно когда эта структура претерпевает изменения в процессе передачи сигнала через различные каналы, включая аудиопроцессорную обработку. Одним из важных параметров, подверженных изменениям в ходе такой обработки, является уровень придыхания. В нормальных условиях уровень придыхания варьируется от -20 до -30 дБ, но после прохождения через канал он может достигать -6 дБ, что потенциально может вызвать у слушателя беспокойство относительно состояния говорящего или ситуации в контексте передаваемого содержания.

Таблица 1

Балльная оценка изменений вещательного сигнала

Параметр	Оценка				
	5	4,5	4	3,5	3
ИО ОСМс, %	0 – 6,0	6,0 – 10,0	20,0 – 30,0	45,0 – 50,0	50,0 – 60,0

Таблица 2

Процент заметности изменений вещательного сигнала

Параметр	Заметность, %					
	15	20	25	30	35	50
ИО ОСМс, %	–	3,5	4,0	7,0	17,0	30,0

Таблица 3

Таблица предпочтительных параметров

Параметр	Диапазон значений
ОСМк	0,13–0,18
ОСМс (тормозящее воздействие)	0,18
ОСМс (возбуждающее воздействие)	0,06
ОСМс (нейтральное воздействие)	0,12
Средняя крутизна атак, дБ/с	250
Средняя крутизна спадов, дБ/с	20
Преобладающие ритмические частоты, Гц	0,1–0,25
Пик-фактор кепстра	0,0064..0,0069
Уровень придыхания, дБ	-18 – -22

Кроме того, наблюдалось, что изменения сигнала, направленные на увеличение его привлекательности для слушателей, часто связаны с параметром относительной средней мощности. Этот параметр коррелирует с влиянием музыкальных программ на психофизиологическое состояние слушателя, особенно в контексте эмоционального баланса "возбуждение – торможение".

В рамках проведенного исследования, результаты которого опубликованы в [9], выявлены предпочтения большинства аудитории к радиопрограммам с нейтральным и сбалансированным воздействием. Анализ охватил сигналы, передаваемые десятью популярными радиостанциями в Москве, что позволило создать детализированную таблицу предпочтительных параметров. В эту таблицу включены не только основные параметры, такие как абсолютные значения ОСМк и ОСМс, но и более тонкие аспекты, вроде средних значений крутизны атак и спадов сигнала, доминирующих ритмических частот, а также пик-фактор кепстра и средний уровень придыхания. Эти метрики представляют собой важные ориентиры для радиовещателей и производителей аудиопроцессоров, позволяя им более точно настраивать свои передатчики и оборудование в соответствии с предпочтениями и вкусами аудитории. Такой подход обещает значительные улучшения в качестве звуковой трансляции, что в свою очередь может повысить удовлетворенность слушателей и укрепить их лояльность к радиостанциям.

В 2007 году был проведён эксперимент на канале радиогруппы "Голос России", вещавшем в формате DRM [27]. Эксперимент включал использование технических ресурсов ТРК "Эфир" в Москве и радиоцентра МРЦ ФГУП "РТРС" в Талдоме. Основная цель исследования заключалась в тестировании и верификации методов объективного анализа качества радиовещания. В рамках эксперимента использовались стандартные тестовые сигналы, одобренные МСЭ-Р, а также была применена новаторская методика МКСО, для которой была специально разработана система измерений [26].

В целях обеспечения надежности результатов эксперимента, цифровая информация в формате wav регистрировалась на всех этапах трансляции – начиная с эфирной студии в Москве и заканчивая пунктом приема в Кёльне, Германия.

Рисунок 6 демонстрирует образцы сигналов, зафиксированные на входе передатчика и выходе приемника. В процессе эксперимента проводился всесторонний сравнительный анализ параметров входных и выходных сигналов, что позволило сформировать надежную объективную оценку качества передачи, причем результаты показали высокую согласованность с данными субъективного статистического исследования по всем исследуемым критериям (см. табл. 4). Исследование включало тщательный анализ фрагментов реального сигнала продолжительностью до 30 минут, а также тщательную нормализацию сигналов как на входе, так и на выходе канала, что было критически важно для достижения точности и объективности в оценке качества передачи [32, 33].

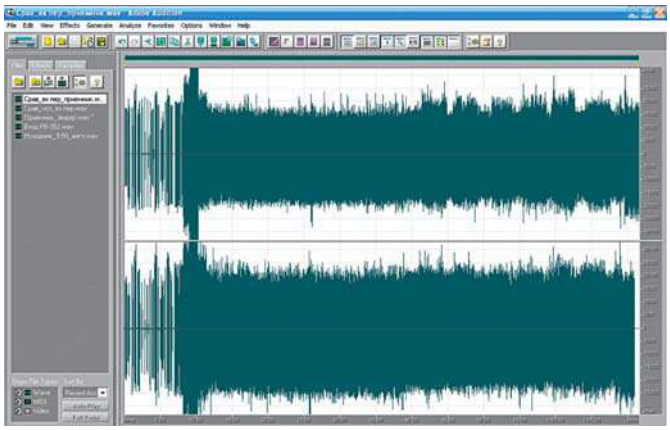


Рис. 6. Образцы сигналов на входе передатчика и выходе приемника

На основе критерия "заметности изменений в сигнале", анализируемый канал соответствует стандартам качества второго класса [2], что типично для каналов с максимальной пропускной способностью до 6,3 кГц в наихудшем сценарии. Согласно количественной оценке потерь качества, в худшем случае потери качества могут достигать приблизительно 1,2 балла. Важно отметить, что основные параметры звуковых вещательных сигналов, которые имеют критическое значение для восприятия качества звука аудиторией, обычно находятся в пределах желаемых значений [31].

Таблица 4

Оценка качества передачи с высокой согласованностью данных субъективного статистического исследования по исследуемым критериям

Параметр объективной оценки	Среднее на входе	Значение параметра на выходе	Интегральное отклонение, %	Заметность изменений, %	Изменение, баллы	Предпочтительность
ОСМс	О,203	0,171	30	50	1,5	0,12
ОСМк	0,181	0,109	31	48	1,3	0,13-0,18
ОКПФ	0,00472	0,00411	15	15	0,5	0,0045
ОКЗФ	0,00489	0,00411	17	15	0,2	0,0043
ПФ кепстра	15,9	14,2	1,5	15	0,3	20
СКО АЧХ			10	45	1,5	

Обозначения: ОКПФ – относительная крутизна переднего фронта; ОКЗФ – относительная крутизна заднего фронта; СКО АЧХ – среднеквадратическое отклонение АЧХ канала передачи; ПФ кепстра – пик-фактор кепстральной оценки

Заключение

Полученные экспериментальные данные подтверждают гипотезу о высокой эффективности передачи сигналов в средних и высоких частотных диапазонах при использовании формата DRM. Такой вывод может способствовать расширению применения методики МКСО, в частности для экспресс-оценки качества радиовещательных программ в условиях реального времени. В этом контексте рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение [28-30]. Стоит подчеркнуть, что представленный метод обеспечивает надежный контроль качества передачи по адаптивным каналам, характерным для современных систем передачи звуковых сигналов.

Литература

1. Исследование заметности искажений в радиовещательных каналах /Под ред. И. Е. Горона. М.: Связьиздат, 1959. 121 с.
2. ГОСТ 11515-91. Каналы и тракты звукового вещания. Основные параметры качества. Методы измерения.
3. ГОСТ Р 52742-2007. Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений.
4. ГОСТ Р 58245-2018. СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИА. Оценка качества. Системы аудио-, видеосвязи.
5. ITU-R. Rec. BS.1387-1. Method for objective measurements of perceived audio quality, 1998-2001.
6. ITU-T Rec. P.800, Methods for subjective determination of transmission quality. 1996.
7. ITU-R. Rec. BS.1116-1. Methods for the Subjective Assessment of small Impairments in Audio Systems including Multichannel Sound Systems, 1997.
8. *Рихтер С.Г.* Цифровое радиовещание. М.: Горячая линия Телеком, 2004. 336 с.
9. *Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 341 с.
10. *Цвикер Э., Фельдкеллер Р.* Ухо как приемник информации / Пер. с нем. под ред. Б.Г. Белкина. М.: Связь, 1971. 362 с.
11. *Гилки Роберт Х.* Сравнение спектральной и временной информации при маскировании акустических сигналов. Auditory processing of complex sounds. London.1987. С. 26-35. пер. С-66334.
12. *Ватсон Ч.* Неопределенность: информационное маскирование и емкость оперативной слуховой памяти / Auditory processing of complex sounds. London. 1987. 267-277, пер. С-66355.
13. Патент на изобретение №2165127. Б.И. №10, 2001г. Способ автоматического регулирования пиковых значений электрических вещательных сигналов на заданный уровень при стабилизации относительной средней мощности и устройство для его реализации / Мишенков С.Л., Петрова Г.А., Попов О.Б., Рихтер С.Г.
14. ГОСТ Р 50757-95. Сигналы передач звукового вещания государственных и независимых телерадиокомпаний, передаваемые на вход трактов первичного распределения. Основные параметры. Методы измерений.
15. *Мишенков С.Л.* О нормировании показателей качества каналов звукового вещания // Электросвязь. 1987. №7. С. 10-12.
16. *Попов О.Б., Рихтер С.Г.* О возможных подходах к измерению качества передачи в адаптивных вещательных каналах // Метрология и измерительная техника в связи. 1998. №5. С. 24-27.
17. *Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Использование дискретного преобразования Гильберта в трактах звукового вещания // Международный форум информатизации (МФИ-97). Конференция «Телекоммуникационные и вычислительные системы связи». Тезисы докладов. М., 1997. С. 87-89.
18. *Донцова Г.А.* Исследование и разработка методов анализа и обработки сигнала звукового вещания с использованием комплексного представления. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МТУСИ, 2001.
19. *Попов О.Б., Рихтер С.Г., Хрянин Е.А.* Вопросы объективизации измерений параметров качества звуковых вещательных сигналов // Метрология и измерительная техника в связи, 2003. №2(32). С. 27-29.
20. *Попов О.Б., Рихтер С.Г., Хрянин Е.А.* Качество каналов звукового вещания: всегда и всех ли оно устраивает? // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. Ноябрь 2003. №7(35). С. 68-71.
21. *Хрянин А.Е.* Компьютерная оценка качества передачи звуковых вещательных сигналов. Автореф. диссерт. канд. техн. наук. М.: МТУСИ, 2003.
22. *Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Проблемы оценки и сохранения качества звукового сигнала в составных трактах и каналах // 1-я междунар. Конф. «Проблемы и перспективы развития цифрового телевидения и радиовещания в России», 14-15 мая 2003 г. Тезисы докладов – ЗАО «Экспо-Телеком». М. С. 68-71.
23. *Донцова Г.А., Мишенков С.Л., Поповым О.Б., Рихтер С.Г.* Сжимать звуковой сигнал – вредно, но очень хочется! (Вопросы объективной оценки искажений в каналах с эффективным сжатием звукового сигнала) // BROADCASTING. Телевидение и радиовещание. Июнь-июль 2001. №4 (16). С. 68-74.
24. *Литвин С.А., Мишенков С.Л., Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Кто в эфире всех милее? («Статистические портреты» ряда известных радиостанций) // Broadcasting. Телевидение и радиовещание март 2002. №2 (22). С. 59-63 и апрель-май 2002. №3 (23). С. 59-61.
25. *Иванчин А.Н., Литвин С.А., Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Эффсктивность обработки сигналов звукового вещания // Электросвязь. 2002. №6. С. 7-10.
26. *Попов О.Б., Рихтер С.Г., Ставиская Р.М.* О методике оценки качества передачи вещательного сигнала при проведении опытного радиовещания в формате DRM // МФИ-2006. Тр. Конф. «Телекоммуникационные и вычислительные системы». М.: МТУСИ. С. 88 90.
27. *Иванчин А.Н., Попов О.Б., Рихтер С.Г., Ставиская Р.М.* Проблемы оценки качества звуковых сигналов в системах цифрового радиовещания // Broadcasting. Телевидение и радиовещание. 2008. № 8(68). С. 40-44.
28. *Попов О.Б., Рихтер С.Г.* Программа расчета интегральных энергетических парамстров звукового вещательного сигнала / Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ №2009610172 от 23 октября 2008 г.
29. *Иванов А.С.* Метод объективной оценки качества аудиосигналов // Труды учебных заведений связи. СПб.: СПбГУТ, 2003. №169. С. 82-89.
30. *Иванов А.С.* Особенности реализации метода объективной оценки качества аудиосигналов // Труды учебных заведений связи. СПб.: СПбГУТ, 2005. №172. С. 147-155.
31. *Иванов А.С.* Разработка и исследование метода объективной оценки качества кодеков с компрессией цифровых аудиоданных. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб.: СПБГУТ, 2007.
32. *Иванов А.С.* Разработка и исследование метода объективной оценки качества кодеков с компрессией цифровых аудиоданных. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. СПб.: СПБГУТ, 2007.
33. *Иванов А.С., Ковалгин Ю.А.* Современные аспекты оценки качества цифровых звуковых каналов телерадиовещания // Тезисы докл. на междунар. научно-техн. Конф., посвященной 100-летию со дня рождения академика В.А.Котельникова. М.: МЭИ, 21-23 октября 2008 г.

МЕТОД СУБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ ТЕПЛОХОЛОДНОСТИ ЦВЕТОВ

Поташников Алексей Михайлович
МТУСИ, м.н.с., Москва, Россия
nickmikh@gmail.com

Аннотация
В статье рассмотрен метод субъективной оценки теплохолодности цветов, позволяющий определить относительную теплоту цвета с использованием минимального числа экспериментов. Приведены результаты работы метода, а также произведена оценка его точности. Кроме того, приведены возможные направления его улучшения.

Ключевые слова
Цветовая температура, цветовое пространство, субъективная оценка, психофизиология, цветовой тон

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-29-00300, http://rscf.ru/project/23-29-00300/

Введение

При анализе цветовых характеристик часто используется цветовая температура – характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне. Согласно формуле Планка, цветовая температура определяется как температура абсолютно чёрного тела, при которой оно испускает излучение того же цветового тона, что и рассматриваемое излучение [1]. Однако такое определение не соответствует психовизиологическому восприятию цветов. Так, красный цвет обычно ощущается наиболее тёплым, а синий – наиболее холодным, тогда как синее абсолютно чёрное тело более тёплое, чем красное. Кроме того, абсолютно чёрное тело излучает свет определённой длины волны, поэтому определение температуры для цветов, которые не могут быть представлены монохромным излучением, затруднительно.

При этом в приложениях, используемых для наблюдения человеком, например, в цветовом контрастировании, важно именно психовизионное восприятие, потому что конечный сигнал – это сигнал, прошедший через зрительную систему человека.

Таким образом, актуальным является исследование теплохолодности цветов с точки зрения психовизионного восприятия. Проблемой метода является то, что человек воспринимает пять миллионов цветовых оттенков, а длительность эксперимента ограничена. В статье предложен метод оценки теплохолодности цветов, позволяющий использовать максимальное количество цветов при ограниченном времени проведения эксперимента.

В первой части приведён разработанный метод определения теплохолодности цветов. Рассмотрен выбор тестовых цветов, метод присваивания рангов, позволяющий максимально сократить время проведения экспериментов при заданной точности. Также рассмотрен интерфейс тестового стенда.

Во второй части приведены результаты эксперимента, а также статистические характеристики этих результатов.

В третьей части описано обсуждение результатов экспериментов.

В заключении сделаны выводы об методе, результатах, недостатки и возможных направлениях дальнейшей работы.

Метод оценки теплохолодности

Метод оценки теплохолоднсти цветов заключается в составлении рангов цветов с помощью субъективной сравнительной оценки образцов цветов. Каждому эксперту последовательно показываются пары цветов. Из каждой пары эксперт выбирает тот цвет, который психологически кажется теплее. Более холодному в паре цвету присваивается более низкий ранг. Интрефейс программы представлен на рисунке 1.

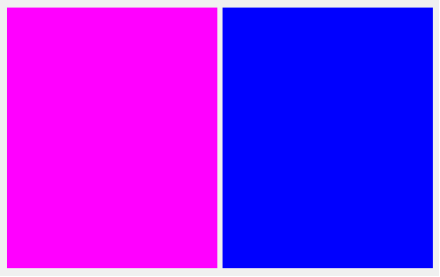


Рис. 1. Интерфейс стенда оценки теплохолодности

Присвоение ранга производится с помощью метода быстрой сортировки quick sort. Данный метод в среднем требует следующее количество сравнений:

$$C = N \log N \tag{1}$$

где C – количество сравнений, N – количество исследуемых цветов.

При этом известно, что такое количество сравнений является оптимальным для задачи сортировки, то есть не существует методов, которые обеспечивают меньшее количество сравнений, поэтому возможно проведение максимально короткого эксперимента при заданном количестве цветов.

Максимально возможное количество проверяемых цветов определяется из времени эксперимента. Согласно [2], максимально возможное время эксперимента – тридцать минут. Поскольку в большинстве случаев ответ очевиден для эксперта, каждое сравнение длится примерно 2-5 секунд. Таким образом получается, что можно за одну сессию провести чуть больше 500 сравнений. Соответственно, из (1) можно посчитать, что можно провести эксперимент с 80 цветами.

Чтобы убрать возможность случайного нажатия и обеспечить адаптацию респондента к каждой отдельной паре цветов, требуется ввести время задержки нажатия. С учётом особенностей строения зрительной системы человека, данное время должно быть не менее одной секунды.

В рамках проведённого эксперимента теплохолодность определялась при одной яркости, при этом был выбран уровень средней яркости монитора. Цвета выбирались таким образом, чтобы равномерно покрыть цветовое пространство с учётом восприятия человека. Для этого было выбрано цветовое пространство CIE Lab [3]. В этом цветовом пространстве уменьшается психовизионная нелинейность изменения цвета в разных частях области цветового охвата [4]. Цветовая плоскость по уровню половинной яркости в данном цветовом пространстве приведена на рисунке 2.

Наиболее равномерное распределение точек на плоскости – это треугольная сетка так, что расстояние до ближайших точек следующего ряда равнялось расстоянию между точек текущего ряда. Минимальное расстояние между точками должно определяться с учётом максимально возможного количества сравнений. Для данной яркости, учитывая, что в пространстве CIE Lab компоненты цветности принимают значения от -100 до 100, оптимальным расстоянием оказывается равно 11, и координаты цвета определяются по следующей формуле:

$$a_{i,j} = \begin{cases} -95 + 11i \text{ если } j \bmod 2 = 0 \\ -100 + 11i \text{ иначе} \end{cases} \qquad (2)$$
$$b_{i,j} = -99 + 11j$$

Из получившихся цветов выбираются те, которые соответствуют цветовому охвату sRGB для отображения в стенде (рис. 2).

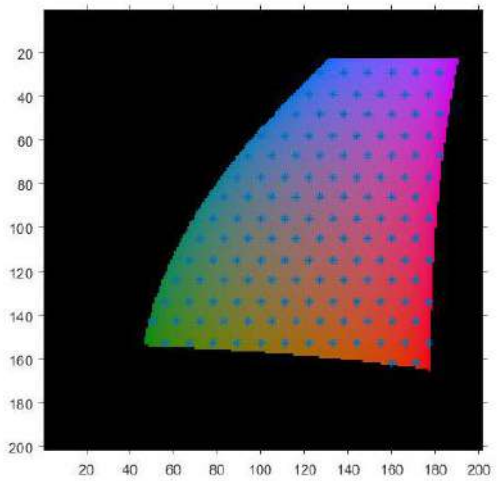


Рис. 2. Цветовое пространство CIE Lab при половинной яркости с нанесёнными на него цветами эксперимента

После список цветов преобразуется в массив, который сортируется методом quick sort [5], при этом значения сравниваются субъективно попарным сравнением. В отсортированном массиве индекс цвета – это его ранг.

Поскольку суть метода – это субъективная оценка, то производится несколько экспериментов с разными респондентами, после чего полученные значения усредняются.

Результаты эксперимента

Было произведено 57 испытаний, из которых 6 оказались аномальными (тест делался дальтоником, респондент неправильно понял задание, респондент слишком устал в процессе проведения теста) и были исключены из обработки. Аномальность экспериментов проверялась вручную, и определялась по характеру расположения точек на рисунке 3 для каждого отдельного респондента.

В результате была получена таблица с результатами экспериментов. Ранги для каждого цвета были усреднены, и найден доверительный интервал для каждого цвета.

$$R_i = \sum_{j=1}^{N} R_i^{(j)}$$
$$I_i = \frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\sum_{j=1}^{N} \left(R_i - R_i^{(j)} \right)^2} \, t_{N\,0.95} \qquad (1)$$

где R_i – финальный ранг i-го цвета, $R_i^{(j)}$ – ранг i-го цвета j-го респондента, I_i – доверительный интервал i-го цвета, N – количество респондентов, $t_{0.95}$ – коэффициент Стьюдента по уровню 0.95.

Максимальный доверительный интервал при этом получился 7% (рис. 3). Данный показатель говорит о том, что требуется проведение большего количества экспериментов для достижения оптимальной точности.

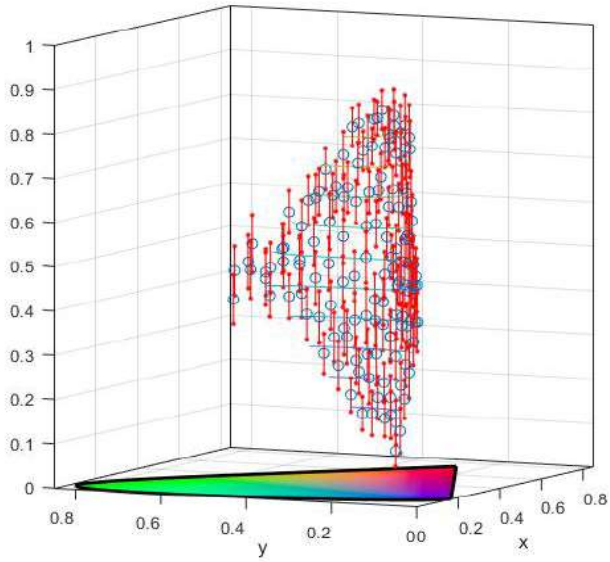


Рис. 3. Ранги цветов с указанием доверительного интервала

Обсуждение результатов

Из рисунка 3 следует, что результаты экспериментов разных респондентов коррелируют между собой и значения сходятся с увеличением количества тестируемых лиц. Однако даже при проведении большого количества экспериментов, точность метода не очень высокая. Это объясняется тем, что, во-первых, время всего тестирования достаточно большое, что приводит к утомляемости. С другой стороны, возможны случайные нажатия, которые значительно влияют на результаты. Метод направлен на минимизацию количества сравнений, поэтому ошибка может вносить существенный вклад, так как тест не перепроверяется.

Найденные ранги также были интерполированы двумерной кубической интерполяцией, поскольку она наиболее точно представляет результаты исследования. Меньший порядок обеспечивал слишком простое представление данных, а при использовании большего порядка, на интерполяционную функцию влияли шумы данных.

Результаты интерполяции представлены на рисунке 4. Каждая линия соответствует цветам одной температуры с точки зрения восприятия.

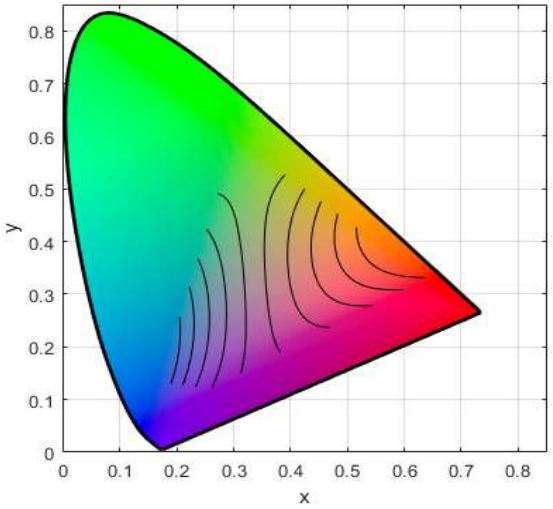


Рис. 4. Кривые одинаковой теплохолодности

Как и следовало ожидать, самыми тёплыми оказались красные оттенки, а самыми холодными – синие. При этом фиолетовые цвета (сумма синего и красного) по теплоте оказывается соответствует зелёному цвету, что соответствует увеличению воспринимаемой температуры при уменьшении средней длины волны цвета. Любопытной аномалией при этом является то, что чистый красный цвет воспринимается менее тёплым, а чистый холодный цвет более тёплым, чем тот же цвет с небольшим добавлением зелёного.

Заключение

1. Субъективный метод на основе сортировки позволяет определить относительную теплоту цветов при достаточном количестве респондентов.

2. Из-за ограничения времени проводимого эксперимента, метод можно применить для максимум 80 цветов.

3. При 50 экспериментах метод позволяет определить относительную цветовую температуру с точностью до 7%, поэтому для проведения правильной оценки требуется проведение как минимум 200 экспериментов.

4. В дальнейшем можно оптимизировать методику так, что не предлагать пары цветов, для которых с большой долей вероятности известен более тёплый цвет по итогам проведённых экспериментов. Это позволит увеличить точность, добавив промежуточные цвета.

5. Определённые значения теплохолодности можно использовать при цветовом контрастировании изображений в градациях серого тона.

Литература

1. *Дойников А.С.* Цветовая температура. Физическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Большая российская энциклопедия, 1999. Т. 5: Стробоскопические приборы – Яркость. С. 422. 692 с. ISBN 5-85270-101-7.

2. МСЭ-R BT.500-15. Методики субъективной оценки качества телевизионных изображений. Женева: Электронная публикация, 2023. 112 с.

3. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971 and 1978.

4. *Поташников А.М., Власюк И.В.* Метод построения равноконтрастного цветового пространства для заданной системы отображения информации и условий контроля // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14, № 4. С. 15-22. DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-4-15-22

5. Hoare CAR. Algorithm 64: quicksort. Communications of the ACM. 1961. №4(7). P. 321.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ АЛГОРИТМА ZERO FORCING ПРИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ НА ПРОЦЕССОРЕ С ФИКСИРОВАННОЙ ТОЧКОЙ

Бен Режеб Софиэн Бен Камель,
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия
sbenrezheb@yandex.ru

Крейнделин Виталий Борисович,
МТУСИ, д.т.н., профессор, Москва, Россия
vitkrend@gmail.com

Аннотация

Анализируется помехоустойчивость алгоритма ZF при его применении на процессоре с фиксированной точкой в системе беспроводной связи MIMO. Представлены результаты анализа помехоустойчивости при использовании модуляции QAM-64. Дано сравнение помехоустойчивости алгоритма Zero Forcing Detection (демодуляция на основе декорреляции) при представлении чисел в процессоре с различными длинами целой и дробной частей.

Ключевые слова

Радиосвязь, система беспроводной связи, Multiple Input Multiple Output, Zero Forcing Detection, фиксированная точка, модуляция QAM-64.

Введение

С развитием беспроводных коммуникаций и необходимостью передачи большого объема данных системы с множественным входом и множественным выходом MIMO (Multiple Input Multiple Output) стали широко применяться для повышения скорости и надежности передачи. Однако, в условиях реальных радиоканалов существуют различные искажения, такие как помехи и многолучевые замирания, которые могут существенно влиять на качество приема сигнала.

Алгоритм демодуляции Zero Forcing (ZF) является одним из наиболее распространенных методов для обработки сигналов в системах MIMO.

Однако, при реализации алгоритма демодуляции ZF возникает вопрос выбора формата представления чисел, так как это может существенно влиять на точность оценки символов и, соответственно, на помехоустойчивость системы. Один из таких форматов представления чисел - Fixed Point, где числа представляются с фиксированной точкой вместо плавающей.

Полученные результаты исследования позволят определить оптимальный формат представления чисел для алгоритма демодуляции ZF в системах MIMO при допустимых потерях помехоустойчивости [1], [3-5].

Постановка задачи

В данном докладе рассмотрена система связи с несколькими передающими и несколькими приемным антеннами система MIMO.

Цель данного исследования заключается в изучении влияния представления чисел в процессоре с фиксированной точкой на помехоустойчивость алгоритма демодуляции ZF в системах MIMO. Мы будем анализировать вероятность ошибки на бит при различных форматах представления чисел и исследовать, как это влияет на способность системы устойчиво принимать сигналы в условиях помех и многолучевых замираний.

Модель системы беспроводной связи

Модель системы MIMO изображена на рисунке 1. Мы представляем систему связи с числом передающих антенн M и числом приемных антенн N.

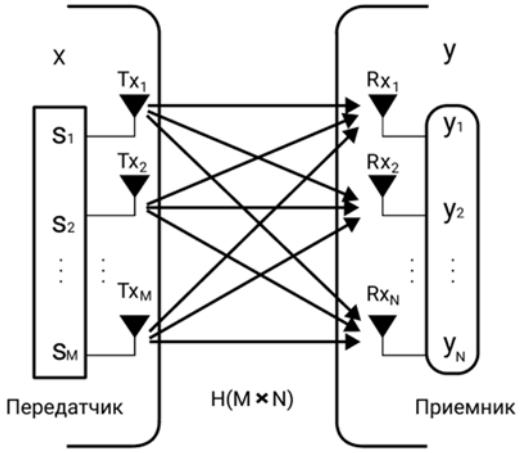


Рис. 1. Модель системы MIMO

Антенны $Tx_1,...,Tx_M$ передают сигналы $s_1,...,s_M$ на приемные антенны $Rx_1,...,Rx_N$. В каждой приемной антенне сигналы приходящие от всех передающих антенн складываются. Принятые сигналы в антеннах $Rx_1,...,Rx_N$ обозначаются как $y_1,...,y_N$. Выражаем принятый сигнал на антенне Rx_q, q=1,...,N, в виде:

$$Y_q = \sum_{p=1}^{M} h_{qp} \cdot x_p + b_q; q=1,...,N. \quad (1)$$

Модель канала MIMO описывается следующим образом [18], [19]:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Hs} + \mathbf{n} \quad (2)$$

где $\mathbf{H}$ – это комплексная матрица канала размерности $N \times M$, имеющая следующий вид:

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1M} \\ h_{21} & h_{22} & & h_{2M} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ h_{N1} & h_{N2} & \cdots & h_{NM} \end{pmatrix},$$

где h_{qp}, $p=1,...,M, q=1,...,N$, - коэффициент передачи комплексного канала, который связывает передающую антенну Tx_p с приемной антенной Rx_q [2], [8], [9].

- $\mathbf{s}=[s_1,...,s_M]^T$ - комплексный вектор передаваемого сигнала размерности $M\times 1$.
- $\mathbf{y}=[y_1,...,y_N]^T$ - комплексный вектор принятого сигнала размерности $N\times 1$.
- $\mathbf{n}=[n_1,...,n_N]^T$ - комплексный вектор аддитивного шума размерности $N\times 1$ [6], [7], [16].

Алгоритм демодуляции Zero Forcing

Алгоритм Zero Forcing, который входит в класс линейных методов демодуляции, предполагает, что к принятому вектор $\mathbf{y}$, применяется линейное преобразование в виде умножения на матрицу $\mathbf{T}$.

Оценка $\hat{\mathbf{s}}^{ZF}$, полученная по методу Zero Forcing, в общем случае не является элементом дискретного множества Θ^I. Поэтому $\hat{\mathbf{s}}^{ZF}$ должна быть преобразована нелинейно в соответствии с применяемым методом модуляции.

Задача вычисления $\hat{\mathbf{s}}^{ZF}$ является задачей непрерывной оптимизации действительной скалярной функции $J(\mathbf{s}) = \| \mathbf{y} - \mathbf{Hs} \|^2$ комплексного векторного аргумента $\mathbf{s}$. Функция $J(\mathbf{s})$ является квадратичной и имеет ровно один минимум. Выражение для оценки по методу Zero Forcing имеет следующий вид:

$$\hat{\mathbf{s}}^{ZF} = \mathbf{W}_{ZF}\mathbf{y} = \mathbf{H}^{+} + \mathbf{y} = \left(\mathbf{H}'\mathbf{H}\right)^{-1}\mathbf{H}'\mathbf{y} \qquad (3)$$

где $\mathbf{W}_{ZF} = \mathbf{H}^{+} = \left(\mathbf{H}'\mathbf{H}\right)^{-1}\mathbf{H}'$ - матрица линейного преобразования, которая в данном случае представляет из себя псевдообратную матрицу $\mathbf{H}^{+}$ по отношению к матрице канала $\mathbf{H}$. Если матрица $\mathbf{H}$ - квадратная неособенная матрица, то ее псевдообратная матрица совпадает с обратной матрицей, т. е. в этом случае $\mathbf{H}^{+} = \mathbf{H}^{-1}$ [17].

Фиксированная точка

На данный момент процессоры поддерживают вычисления с плавающей точкой с различными разрядностями, такими как одинарная точность (float) и двойная точность (double). Это позволяет выполнять сложные математические операции с высокой точностью. Но при организации связи зачастую важно достичь не только высокой точности, но и скорости. Для достижения высокой скорости обработки можно прибегнуть к использованию процессоров с поддержкой вычисления с фиксированной точкой [10].

Фиксированная точка – это способ представления чисел, при котором дробная часть числа имеет фиксированное количество знаков после запятой.

В данном контексте целая часть числа отвечает за представление целочисленных значений, в то время как дробная часть отражает доли числа, обозначающие нецелые значения. Такой подход к представлению чисел позволяет упростить вычисления и операции с числами, так как дробная часть имеет фиксированное число знаков после запятой, что обеспечивает определенную точность. Кроме того, использование фиксированной точки позволяет уменьшить затраты на вычисления и сохранить память, поскольку для хранения чисел не требуется дополнительная информация о расположении точки. Вместо использования плавающей точки, где число представляется с плавающей точкой и имеет переменную точность, числа с фиксированной точкой имеют постоянную точность и разрядность.

Процессоры часто имеют аппаратную поддержку фиксированной точки и специализированные инструкции для выполнения операций с фиксированной точкой. Примеры таких процессоров включают 13th Gen Intel® Core™ i9-13900KS Processor Sales, AMD-ryzen-7-7800x3d, TMS320C6745 [13-15].

В различных процессорах фиксированная и плавающая точка могут быть реализованы по-разному, что может привести к различиям в точности вычислений и производительности. Например, некоторые процессоры могут поддерживать расширенные форматы чисел с плавающей точкой, такие как двойная точность, что позволяет им обрабатывать более точные результаты. Кроме того, различные процессоры могут иметь различные ограничения по количеству битов для представления чисел, что может повлиять на диапазон значений, которые они могут обрабатывать [11-12].

Процессоры, которые поддерживают вычисления как с плавающей точкой, так и с фиксированной точкой представлены ниже:

- Intel® Core™ i9-13900KS Processor Sales: Процессор Intel® Core™ i9-13900KS поддерживает вычисления как и плавающей точкой, так и с фиксированной точкой с различными разрядностями. Данный процессор имеет 64 бита представления чисел в целой части и 64 бита в дробной части [13].
- AMD-ryzen-7-7800x3d: Процессоры AMD-ryzen имеют различные варианты с поддержкой вычислений с плавающей точкой и фиксированной точкой. Процессор AMD Ryzen 7 7800X3D имеет 64-бита представления чисел в целой части и 64 бита в дробной части [14].
- TMS320C6745: Процессор TMS320C6745 предназначен для обработки сигналов и имеет аппаратную поддержку фиксированной точки. Процессор TMS320C6745 имеет 32 бита представления чисел в целой части и 32 бита в дробной части [15].

Результаты моделирования

Статистическое моделирование было проведено для исследования помехоустойчивости системы MIMO. Условия моделирования были следующими:

- Конфигурации антенн 2×2 (две передающих и две приемных антенны).
- Число экспериментов – 50000.
- Имеют место рэлеевские замирания.
- Модуляция – QAM-64.
- Алгоритм демодуляции – ZF.

Рассмотрим характеристики системы MIMO с фиксированной точкой для различных длин целой и дробной части представления чисел в процессоре, сравним эти характеристики с точки зрения отношения числа ошибочно принятых битов к общему числу принятых битов (Bit Error Rate, BER) для разных значений отношения сигнал/шум (Signal to Noise Ratio, SNR).

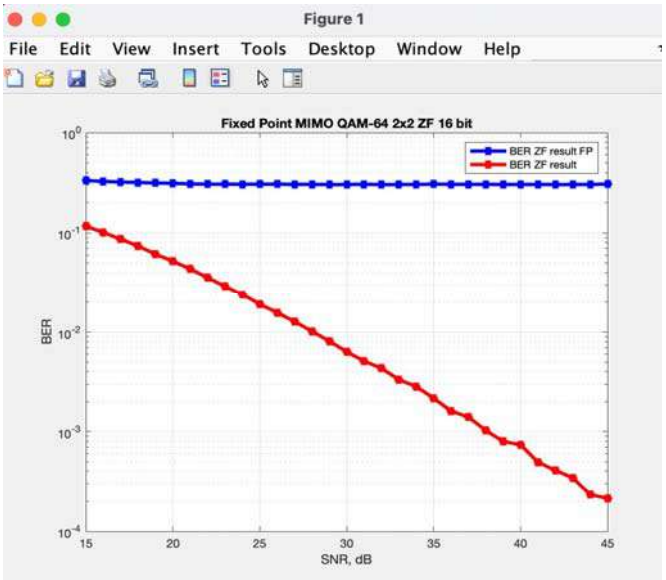


Рис. 2. Характеристики системы MIMO с фиксированной точкой (16 бит – целая часть, 13 бит – дробная часть)

На 0 видно, что система MIMO с фиксированной точкой, где 16 бит – целая часть и 13 бит – дробная часть, по сравнению с плавающей точкой имеет очень низкую помехоустойчивость. В данных условиях алгоритм ZF с фиксированной точкой не работает.

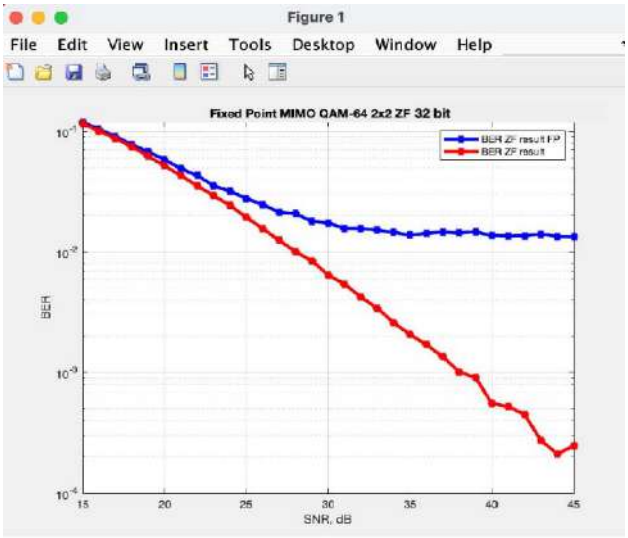


Рис. 3. Характеристики системы MIMO с фиксированной точкой (32 бит - целая часть, 25 бит - дробная часть)

На рисунке 3 видно, что система MIMO с фиксированной точкой, где 32 бит – целая часть и 25 бит – дробная часть, по сравнению с системой плавающей точкой, так же имеют потери в помехоустойчивости. При BER порядка 0.1 энергетические потери алгоритма ZF с фиксированной точкой составляют менее 0.5 дБ, но при 0.03 энергетические потери составляют уже более 1 дБ.

Характеристики для системы MIMO с фиксированной точкой, где 64 бит – целая часть, 55 бит – дробная часть, показаны на 0.

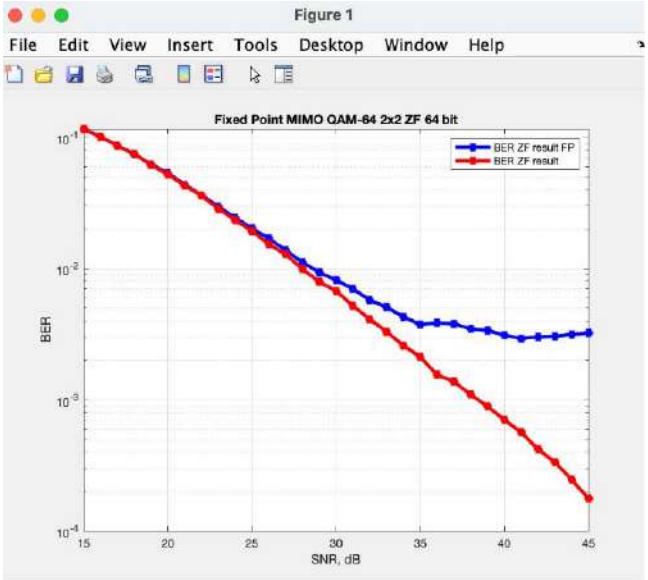


Рис. 43. Характеристики системы MIMO с фиксированной точкой (64 бит – целая часть, 55 бит – дробная часть)

На рисунке 40 видно, что система MIMO с фиксированной точкой, где 64 бит – целая часть и 55 бит – дробная часть, по сравнению с плавающей точкой, так же имеет потери в помехоустойчивости, но стоит заметить, что при BER порядка 0.01 энергетические потери алгоритма ZF с фиксированной точкой составляют менее 1 дБ, а при BER порядка 0.005 энергетические потери составляют уже более 3 дБ.

Таблица 1

Результаты анализа помехоустойчивости для модуляции QAM-64

Фиксированная точка		BER	QPSK 2X2	
Целая часть	Дробная часть		ZF Def	ZF FP
16 бит	13 бит	10^-2	17 дБ	— дБ
32 бита	25 бит	10^-2	17 дБ	24 дБ
64 бита	55 бит	10^-2	16 дБ	17 дБ

В таблице 1 представлены результаты анализа помехоустойчивости для модуляции QAM-64 при использовании процессора с фиксированной точкой и плавающей точкой [10].

Заключение

Из проведенного исследования следует, что применение процессоров с фиксированной точкой в беспроводной системе MIMO ухудшает помехоустойчивость системы, но, в то же время, применение фиксированной точки позволяет повысить скорость обработки сигнала.

Проведенное в данной работе моделирование позволяет сделать следующие выводы:

- когда длина целой части 64 бита и 55 бит дробной части, то при уровне BER порядка 0.01 потери составляют почти 0 дБ, а при уровне BER порядка 0.005 потери составляют около 3 дБ.

- Когда длина целой части 32 бита и 25 бит дробной части, то при уровне BER порядка 0.1 энергетические потери алгоритма ZF с фиксированной точкой составляют менее 0.5 дБ, но при 0.03 энергетические потери составляют уже более 1 дБ.
- Когда длина целой части 16 бита и 13 бит дробной части, то в данных условиях алгоритм ZF с фиксированной точкой не работает.

Литература

1. *Hampton J.R.* Introduction to MIMO Communications. UK, Cambridge University Press, 2014. 288 p.

2. *Sharma P., Tiwari R.N., Singh P., Kanaujia B.K.* Dual-band trident shaped MIMO antenna with novel ground plane for 5G applications. Int. J. Electron. Commun. (AEU) 2022, 155, 154364.

3. *Ajay R.* Introduction to MIMO and Massive MIMO. Fundamentals of Network Planning and Optimisation 2G/3G/4G: Evolution to 5G, 2018, 1443.

4. *J. Janhunen, P. Salmela, O. Silven, M. Juntti.* Fixed- versus floating-point implementation of mimoofdm detector // Acoustics, Speech and Signal Process. (ICASSP), 2011 IEEE Int. Conf., May 2011, pp. 3276-3279.

5. *A. Trimache, N. Boukid, A. Sakly, A. Mtibaa*. Performance Analysis of ZF and MMSE Equalizers for MIMO Systems // 7th International conference on Design & Technology of Integrated Systems in Nanoscale Era (DTIS), 2012.

6. *Bara'u Gafai Najashi, Tan Xiaoheng*. A Comparative Performance Analysis of Multiple-Input Multiple-Output using MATLAB with Zero Forcing and Minimum Mean Square Error Equalizers // American J. of Engineering and Applied Sciences. № 4(3), pp. 425-428, 2011.

7. *Shaoshi Y., Lajos H.* Fifty Years of MIMO Detection: The Road to Large-Scale MIMOs // Accepted to appear on IEEE communications surveys & tutorials, 2015, 24.

8. *Huang H., Papadias C.B., Venkatesan S.* MIMO Communications for Cellular Networks. USA, Springer Science+Busyness Media LLC, 2012. 314 p.

9. *Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б.* Технология MIMO. Принципы и алгоритмы. М.: Горячая линия – Телеком, 2014. 244 с.

10. *Tom Hill*. Floating-Point to Fixed-Point MATLAB Algorithm Conversion for FPGAs, DSP Journal, 2006. 5.

11. *Linsheng Zhang, Yan Zhang, Wenbiao Zhou*. Floatingpoint to Fixed-point Transformation using Extreme Value Theory // 2009 Eigth IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, 2009, pp 271-276.

12. *Chungen Liu*. Floating computation-programming principle, implementation and application. 2008.

13. 13th Gen Intel® Core™ i9-13900KS Processor Sales Brief, pp. 3, 2023. https://download.intel.com/newsroom/2022/2022innovation/13th-Gen-Intel-Core-Desktop-Media-presentation.pdf

14. Phoronix Test Suite v10.8.4. amd-ryzen-7-7800x3d, pp.18, 2023, https://fossies.org/linux/phoronix-test-suite/documentation/phoronix-test-suite.pdf

15. TMS320C6745, TMS320C6747 Fixed- and Floating-Point Digital Signal Processor, SPRS377F –SEPTEMBER 2008–REVISED JUNE, pp. 227, 2014, http://www.ebvnews.ru/doc/tms320c674x.pdf

16. *Sofien B.R., Kreyndelin V.* Investigation of the Noise Immunity of MMSE and ZF Algorithms in MIMO Systems under Conditions of Correlated Fading // 2023 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), St. Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/WECONF57201.2023.10147916

17. *Sofien B.R., Kreyndelin V.* Study of Interference Immunity of MMSE, ZF, and ML Demodulation Algorithms in MIMO Systems Under High-Order Modulation // 2023 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO, Pskov, Russian Federation, 2023, pp. 1-5, doi: 10.1109/SYNCHROINFO57872.2023.10178581

18. *Крейнделин В.Б., Смирнов А.Э., Бен Режеб Т.Б.К.* Исследование радиоинтерфейса беспроводных систем межмашинного взаимодействия M2M // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8, № 6. С. 71-74. EDN SGWEHR.

19. *Шлома А.М., Бакулин М.Г., Крейнделин В.Б., Шумов А.П.* Новые технологии в системах мобильной радиосвязи. М.: Московский технический университет связи и информатики, 2005. 455 с. EDN YQQJQN

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Полесский Сергей Николаевич
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», доцент, к.т.н., Москва, Россия
spolessky@hse.ru

Бушуев Никита Игоревич
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
nibushuev@edu.hse.ru

Мкртчян Гарик Андраникович
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
gamkrtchyan@edu.hse.ru

Насыров Даниэль Дамилевич
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
ddnasyrov@edu.hse.ru

Цветков Павел Алексеевич
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
paaltsvetkov@edu.hse.ru

Аннотация
В этой работе описан метод оценивания действенности системы менеджмента качеством (СМК) исполнительного предприятия, производящего радиотехническую аппаратуру. Изложены современные подходы к управлению качеством. Представлена конструкция анкеты для экспертной оценки, а также дается характеристика разрабатываемой системы для осуществления аудита.

Ключевые слова
Система менеджмента качества, надежность, безотказность, предприятие, разработка устройств.

Введение

Сейчас, статистические данные об отказах радиотехнической аппаратуры космических летательных аппаратов в течение периода активной эксплуатации до 15 лет свидетельствуют о неблагоприятном росте [1], что в целом говорит о высоких рисках в создании устройств космической связи для оборонно-промышленного и космического отраслей. Это можно связать с тем, что при производстве соответствующей продукции на предприятиях присутствует проблема оценки и обеспечения их надежности [2]. Более того, имеются недостатки в стратегии обеспечения как надежности в целом, так и безотказности в частности, вследствие чего, не достигается её должный уровень. Несмотря на то, что большинство производств применяют собственные способы контроля качества, не существует единого стандарта для анализа корректного исполнения технических нормативов при создании изделий.

В качестве одного из шагов решения этой проблемы в данной работе предлагается концепция классификатора для объективной оценки выполнения соответствующих инструкций изготовления продукции. Подход разработан на основе обзора СМК предприятий и принципов менеджмента качества ISO 9000 [3] и ISO 9001 [4] .

Обзор СМК предприятия, принципов менеджмента качества ISO 9000/9001

Система менеджмента качества [5] представляет собой набор бизнес-процессов, которые сосредоточенных на последовательном удовлетворении потребностей клиентов и требований заказчиков. Компания должна понимать потребности покупателей, соответствовать их требованиям и предвидеть их ожидания. Система направлена на создание таких условий работы, которые минимизируют ошибки.

Существует два вида СМК: универсальная и отраслевая. Универсальную может использовать любое предприятие, вне зависимости от размера и вида деятельности компании. Отраслевая разрабатывается под конкретный тип.

Одни из основных действий для реализации СМК это [6]:

- анализ и корректировка процессов, их рисков;
- вовлечение работников в улучшение процессов;
- создание новой системы управления, связанной со стратегией развития компании;
- проведение регулярных внутренних и сторонних аудитов.

Существует серия требований ISO 9000 [3], которые направлены на выпуск предприятием более качественного товара. Наличие действующей системы подтверждается сертификатом ISO 9001 [5].

Данный документ необходим участникам тендеров, госзакупок, также дает большие выгоды. Например, компания получает возможность сотрудничать с большим количеством других организаций или наличие сертификата может послужить альтернативой выездного аудита партнера.

Можно численно оценить эффективно ли используется СМК на конкретном предприятии. Критерии для оценки представлены в таблице 1 согласно источникам [7].

Таблица 1

Эффективность СМК. Частные критерии

№ п/п, *j*	Обозначение	Назначение	Весовой коэффициент, ξ
1	R_1	Качество производимой продукции и уровень ее соответствия ожиданиям клиентов	1
2	R_2	Соблюдение критериев для продукции	1
3	R_3	Надежность соблюдения условий, определяемых видом работы	0.9
4	R_4	Уровень соответствия заданным заданным требованиям результативности процессов	0.9
5	R_5	Качество изделий поставщиков	0.8
6	R_6	Реализация политики и степень выполнения целей в области качества	0.8

$$R_{СМК} = \frac{\sum_{j=1}^{s} \xi_j * R_j}{\sum_{j=1}^{s} \xi_j},$$

где R_j– численное значение j-го частного критерия [8]; *s* – количество частных критериев.

При $R_{СМК}$ больше 0.95, то эффективность высокая, если в промежутке от 0.75 до 0.95, то средняя от 0.60 до 0.75 – допустимая, меньше этого значения – недопустимая.

Рис. 1. СМН, как часть общей СМК

Помимо приведенных выше 6 критериев приведенных выше, автором [8] было предложено еще три, а именно R7, R8 и R9, они отражают, насколько хорошо организация обеспечена ресурсами для СМК, насколько квалифицирован ее персонал и насколько адекватна и подходяща система менеджмента надежности (СМН), на рисунке 1 можно видеть ее роль в системе СМК. Первоначально их весовые значения равны “1”, но должны будут определяться опытным путем организацией-исполнителем.

Существуют принципы СМК, которые были определены для того, чтобы руководство организаций применяло их для улучшения продуктивности организации. Принципы СМК утверждены в ГОСТ Р ИСО 9000 - 2015. Далее, будут приведены основные принципы.

Существуют семь ключевых принципов, которым должны следовать организации: ориентация на клиента (компании должны удовлетворять потребности и требования своих заказчиков, учитывая их интересы); лидерство (руководители организаций должны сформулировать ясную цель и стратегию развития); вовлеченность персонала (сотрудники - самый ценный актив организации, они должны активно участвовать в решении проблем); подход на основе процессов (деятельность и ресурсы должны управляться как процессы); совершенствование (постоянное повышение эффективности); принятие решений на основе фактов (необходимо анализировать информацию перед принятием решений); управление отношениями (набор действий, направленных на создание долгосрочных партнерских отношений).

Структура опроса оценки

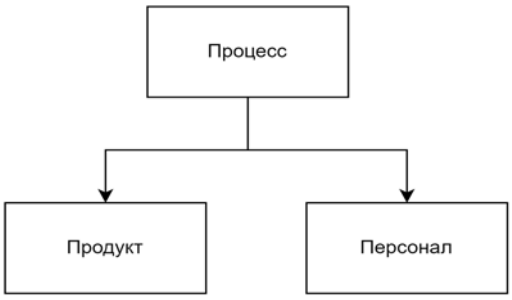


Рис. 2. Классификация направленности сформулированных вопросов

Из рисунка 2, созданного на основе работ автора [2, 9], опрос состоит из вопросов, которые относятся к одной из двух представленных групп, а именно: продукт и персонал. Вопросы данных направлений показывают их взаимосвязь с надежностью производства с точки зрения указанной группы. Классификация направленности применима для российских ГОСТ и не только.

Рис. 3. Виды отказов согласно RIAC приведенных в источнике [10]

Ко всему прочему, вопросы подразделяются по видам отказов, каждый из которых характеризуется нарушением на определенном этапе или аспекте производства. Далее, приведем краткое описание всех видов отказов, приведенных на изображении под номером 3.

Из-за изменения параметров элементов, они не могут справляться со своими функциями и ломаются. Конструктивный отказ связан с дефектами конструкции или нарушением стандартов проектирования или конструирования. Производственный отказ вызван недостатками или ошибками в процессе изготовления объекта или ремонта. Деградационный отказ случается в конце жизненного цикла объекта из-за устаревания, потери качества. Эксплуатационный отказ возникает при несоблюдении правил и (или) условий использования объекта.

Несовершенство системы управления указывает правильно ли процессы управления интерпретируют системные требования и предоставляют ли адекватные ресурсы для проектирования и построения системы. Несовершенство методов контроля показывает сведено ли к минимуму количество инцидентов, которые невозможно продублировать. Несовершенство управления повышением надежности указывает на то, уделяется ли внимание повышению надежности на всех этапах проектирования и разработки.

Система оценки представляет собой анкету с определенной структурой: каждый вопрос обладает своим весовым коэффициентом G, который отражает степень значимости вопроса, числовым значением D, которое показывает, насколько ответ, положительно или отрицательно, сходится с требованием вопроса. В дополнение, вопросы в анкете классифицируются по направленности продукт/персонал и классифицируются определенным видом процесса [11].

Заключение

Опираясь на изученные сведения о СМК и стандартах ISO 9000 и ISO 9001, в ходе работы была представлена следующая концепция оценки контроля качества производства радиотехнических устройств на предприятиях, которая заключается в том, что вопросы анкеты подразделяются по двум различным категориям, а именно: направленность процесса и виды отказов. И в зависимости от принадлежности определенного вопроса к той или иной группе в каждой указанной нами категории, а также с учетом ответа на него, выставляется соответствующий весовой коэффициент. Данный параметр демонстрирует характер ответа - вносит ли он положительный или отрицательный вклад в итоговый анализ безотказности процедуры изготовления изделия.

Благодарность

Публикация подготовлена в ходе проведения исследования (Проект № 24-00-024 «Развитие методов прогнозирования показателей надежности электронных модулей») в рамках Программы «Научный фонд Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ)» в 2024 г.

Литература

1. *Navamani D.J.* et al. Reliability Prediction and Assessment Models for Power Components: A Comparative Analysis // Archives of Computational Methods in Engineering. 2023. Т. 30. №1. С. 497-520.

2. *Королев П.С., Жаднов В.В.* Оценка коэффициента качества производства “для модели интенсивности отказов радиотехнических приборов непилотируемых автоматических космических аппаратов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2020. Т. 63. № 3. С. 264-277.

3. *Jackson P., Ashton D.* ISO 9000: der Weg zur Zertifizierung. ISO 9000. Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie, 1994. 258 с.

4. *Watkins S., Orchiston N.* ISO 9001:2015: A Pocket Guide. ISO 9001. IT Governance Publishing, 2016.

5. *Фейгенсон Н.Б.* и др. Бережливое производство и системы менеджмента качества. CSR North-West, 2012.

6. *Jakonis A*. Quality management system as an example of complex planning, realisation and evaluation of the service–process and structural approach // Organizacja. С. 64.

7. *Рычкова А.А., Воронов А.А*. Методы оценки результативности в системах менеджмента качества // Научное обозрение. Экономические науки. 2017. № 4. С. 83-90.

8. *Королев П.С.* Разработка метода оценки надежности радиотехнических устройств космической аппаратуры с учетом влияния системы менеджмента качества : кандидат наук. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2022.

9. *Королев П.С.* Комплексный метод оценки показателей безотказности радиотехнических устройств космической аппаратуры // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2021. Т. 64. № 4. С. 316-328.

10. *Gullo L.* The revitalization of mil-hdbk-217 // IEEE Reliability Society 2008 Annual Technology Report. 2008.

11. ГОСТ Р 57193-2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. [Дата введения 2017-01-11]. М.: Стандартинформ, 2016. 95 с. (Руководящий документ).

СИНТЕЗ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ БЛОКОВОГО ПЕРЕМЕЖИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ОШИБОК В КАНАЛЕ СВЯЗИ

Акимов Эмиль Муратович,
ФГУП "НТЦ "Орион", Москва, Россия
Akimov.emil.muratovich@gmail.com

Володина Юлия Сергеевна,
АО "Корпорация космических систем специального назначения "Комета", Москва, Россия

Аннотация
Предложен метод определения параметров перемежителя в каналах с блоковым помехоустойчивым кодированием и группированием ошибок, учитывающая оценку количества ошибок в приемопередающем тракте, в условиях изменяющегося количества помех.

Ключевые слова
Дискретный канал связи, группирование ошибок, помехоустойчивый код, перемежитель, пакетированные помехи.

Введение

Помехоустойчивые коды позволяют исправлять определенное количество ошибок на кодовое слово, но поскольку ошибки, как правило, носят пакетированный характер [2] для борьбы с большими блоками ошибок, используются перемежители, которые как правило входят в состав помехоустойчивого декодера. На данный момент существует большое разнообразие видов перемежителей имеющих свои достоинства и недостатки [1]. В данном случае мы рассмотрим метод синтеза параметров блокового матричного перемежителя «строка-столбец» ввиду его большой распространенности и простоты в использовании [2].

Представлен данный перемежитель в виде таблицы, которая записывается по строкам, а считывается по столбцам. Основными параметрами такого перемежителя являются длина и количество строк (ширина и высота таблицы). Так же важно учитывать, что помимо того, что ошибки носят пакетированный характер их количество в канале связи не статично, и их объем и концентрированность может меняться с течением времени [3]. Для чего и необходимо иметь возможность оперативно менять настройки перемежителя, подстраиваясь под текущие параметры источника ошибок.

Описание параметров перемежителя

Для выполнения задачи исследования необходимо создать функцию, при помощи которой есть возможность вычислить параметры перемежителя с учетом поступающей на вход оценке количества помех в канале связи.

Оценка количества помех осуществляется посредством передачи заранее известной комбинации и сравнении принятой комбинации с эталонной, соотношение искаженных бит к общему количеству и будет являться оценкой количества ошибок в цифровом потоке. При работе с оценкой стоит учитывать, что ее значение является вычислением на основе данных, которые постоянно изменяются с течение времени и слабо предсказуемы на больших участках времени (час и более).

Для того что бы оценка была максимально приближена к реальности на момент расчета параметров перемежения должно пройти достаточно мало времени, но при этом отправка и принятие эталонных комбинаций не должна занимать более некоторой части времени, составляющей менее десятой части от времени уходящего на передачу полезной нагрузки.

Основным свойством перемежителя является возможность преобразования потока с пакетированными ошибками в поток квазинезависимых ошибок. Это достигается посредством смешивания (перемежения) передаваемых бит и сводиться к расстоянию, на которое отдельный бит в кодовом слове отдаляется от других бит этого же кодового слова.

Другим свойством перемежителя является создаваемая задержка сигнала, чем больше перемежитель тем больше создаваемая им задержка. Оба эти параметра находятся в связи, которое и ограничивает минимальные и максимальные размеры перемежителя.

Так же ограничением является то, что количество бит записываемых в перемежитель должно быть кратно количеству бит в кодовом слове, для случаев, когда битовый поток с перемежителя сразу поступает на вход декодера.

Важным условием, для выбора параметров перемежителя, является предполагаемое количество ошибок, возникающих в канале связи.

Поскольку невозможно узнать количество ошибок, которое будет вноситься в сообщение, которое будет отправлено, но возможно оценить их количество в канале, на определенный момент времени, и взять это количество за постоянное количество ошибок для этого канала на определенный момент времени

Модель синтеза параметров перемежения

Из всего вышесказанного можно сделать следующие предположения. M – Количество строк в перемежителе, N – количество столбцов в перемежителе. L – Количество элементов в перемежителе равная ($M*N$). Количество элементов в перемежителе должно быть кратно длине кодового слова, соответствовать формуле (1), где k это длинна кодового слова

$$L \bmod k = 0 \qquad (1)$$

Поскольку проще всего для удовлетворения условия (1) сделать L размеров в $K*n$ (где n – это натуральное число), а М изменяется от оценки ошибок, возникающих в канале. Величина M должна учитывать количество ошибок, длину кодового слова и исправляющую способность кода. Для этого необходимо привести оценку количества

ошибок из формы количество ошибок на 1 бит в форму количество ошибок на кодовое слово (2)

$$n`=n*k \quad (2)$$

Где $n`$ это оценка количества количество ошибок на кодовое слово, а n это оценка количества ошибок на 100 бит. Составляем формулу (3), которая учитывает, что ошибки могут группироваться в пакеты по z ошибок. В данный момент поскольку нет достаточно простых способов измерить размеры пакетов ошибок в двоичных потоках [4], параметр z выбирается произвольно и принадлежит диапазону натуральных чисел.

$$M=k+(n`*z/K) \quad (3)$$

Таким образом, например, для ситуации, когда количество ошибок на слово составляет 0,5, а параметр группирования ошибок равен 4, при исправляющей способности кода 1, а длине кодового слова 7, *M* будет равняться 9. Поскольку количество столбцов в перемежителе в нашем случае равно количеству символов в кодовом слове, наш перемежитель будет соответсвовать требованию по кратности размера перемежителя. По итогу при таких вводных будет выбрана конфигурация 9*7, что при наличие такого количества ошибок и такой средней их группируемости, позволяет коду исправить большую часть ошибок, даже если реальное количество ошибок и их группируемость будет выше чем их оценка, полученная перед отправкой сообщений.

При заданной конфигурации соседние биты будет разнесены относительно друг друга на расстояние равное количеству строк *M* что больше чем параметр *z*, которые и указывает на возможную длину пакетированной помехи, а значит количество искажений, вносимое одномоментной пакетированной помехи будет не больше 1, что при применении помехоустойчивого кода с исправляющей способность в 1 бит будет значит, что после приема и декодирования данное сообщение будет получено без искажений [5].

В определенных случая, когда количество строк выше более чем в два раза больше количеству столбцов, кажется логичным сделать перемежитель с большим количеством столбцов и меньшим количеством строк, но нужно понимать, что поскольку в данном случае мы берем количество столбцов как основу для кратности длине кодового слова, нам необходимо увеличивать их количество так же на кратное число. При том не желательно увеличивать количество блоков столбцов больше, чем на исправляющую способность применяемого помехоустойчивого кода.

Проблемой так же является и создаваемая перемежителем задержка, она зависит в первую очередь от размера перемежителя, но также влияет и скорость передачи. По своей сути большие частоты способствуют большей скорости передачи, но также увеличивается влияние окружающего мира, который начинает создавать помехи посредством излучения от большого количества техники, и отражающих материалов, которые и создают, в основном, пакетированные помехи

Заключение

Данный формула позволяет автоматически перестраивать параметры блокового перемежителя при помощи вычислительной техники встроенной в средства приема/передачи сообщений, в зависимости от оценки количества ошибок. Данный метод не является оптимальным и требует доработки с учетом возможности учесть избыточность применяемого кода и группируемость ошибок. Для улучшения метода необходимо найти способ измерять не только количество ошибок, но и их «концентрацию» или «рассеянность» по потоку, потому что, хотя большинство ошибок и группируется, их группируемость может быть разной, как от того, что все ошибки на конкретном участке времени сконцентрированы непрерывно, так и до того, что они практически равномерно распределены.

Проблемой является еще и то, что неизвестно насколько часто необходимо проводить замеры оценки количества ошибок, этот вопрос так же требует определенной проработки для повышения качетсва работы системы автоматического синтеза параметров перемежения. Так же необходимо провести программное моделирование работы такой системы по автоматическому подбору параметров перемежения, чтобы установить фактическую работоспособность данного метода по выбору параметров перемежения, так же необходимо учитывать, что перемежение по-разному влияет на разные помехоустойчивые коды ввиду их различной длинны, исправляющей способности и соотношению избыточности информации.

Также необходимо исследовать изучение пакетированных помех через анализ частоты появления последовательностей ошибок, при помощи цепей Маркова. Возможно применение Марковских процессов и позволит создать параметр, описывающий плотность появления ошибок, что и позволит учитывать не только оценку количества ошибок, но и их распределение по цифровому потоку. Так же при помощи Марковских процессов возможно получиться получать не оценку количества ошибок в канале на дискретный промежуток времени, а оценку ошибок самого канала связи.

Дальнейшее развитие и улучшение данного метода позволит создать более совершенные средства связи, работающие в условиях регулярно появляющихся больших пакетов помех.

Литература

1. *Баринов А.Ю.* Перемежение в канальном кодировании: свойства, структура, специфика применения // Журнал радиоэлектроники. 2019. № 1. С. 3-3.

2. *Скляр Б.* Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 1104 с.

3. *Михайлов Н.Л.* Корректирующие коды: Учебное пособие. Рыбинск, РГАТА, 2010. 84 с.

4. *Шелухин О.И., Арсеньев А.В., Фоминский В.Ю.* Алгоритм оценки вероятности пакетирования ошибок в каналах связи беспроводного доступа с подвижными объектами // Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса, 2009. С. 70-77.

5. *Блейхут Р.* Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. М.: Мир, 1986. 576 с.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ВОЛНОВОДНЫХ УЗЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ищенко Артемий Алексеевич,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
ishenko.artemiy@mail.ru

Аннотация
Представлен вариант решения проблемы повышения точности измерения ослабления сверхвысокочастотных (СВЧ) узлов в лабораторных условиях. Предложена методика оценки на разработанном автоматизированном стенде, который использует для определения ослабления модуляционный метод измерения, включающий в себя преобразование частоты входного сигнала до фиксированной промежуточной частоты. Данный стенд позволяет проводить проверку и настройку различных подключаемых СВЧ узлов до 110 дБ в широком диапазоне частот, как в лабораторных, так и в условиях производства.

Ключевые слова
Ослабление, аттенюатор, частота, сигнал, генератор, измерение, СВЧ, метод

Введение

Для эффективной передачи высокочастотных сигналов требуется минимизация потерь внутри узлов сверхвысокочастотных (СВЧ) систем. Измерение ослабления сверхвысокочастотных узлов является важным параметром для оценки потерь сигнала в каждом звене цепи и оценки передачи радиоволн на высоких частотах в различных компонентах, таких как коаксиальные кабели, аттенюаторы, волноводные разветвители и других СВЧ элементов [1].

Процесс передачи энергии в СВЧ диапазоне характеризуется в основном двумя параметрами:

1. КСВН (коэффициент стоячей волны по напряжению) – характеризует степень согласования линии передачи, её «качество».

КСВН = 1 – линия полностью согласована, и вся энергия генератора передается в нагрузку;

КСВН = ∞ – линия рассогласована; (например, оборвана/отключена нагрузка или в линии произошло короткое замыкание).

2. α – ослабление (затухание), характеризующее степень потерь энергии в линии, измеряемая в децибелах (дБ):

$$\alpha = 10 \cdot \lg \frac{P_{вых}}{P_{вх}} \qquad (1)$$

Например, при α = 3 дБ – потери в линии = 2 раза, при α = 10 потери составляют 10 раз.

Рассмотрение методов измерения ослабления волноводных узлов специального назначения

При создании систем передачи сигналов в СВЧ диапазоне требуется учитывать степень согласования (КСВН) и вносимые потери отдельных устройств и элементов данной системы. [2] Измерение потерь (вносимое ослаблением) производится различными методами:

I. Метод измерения ослабления измерителем мощности;
II. Метод замещения по несущей частоте;
III. Метод измерения по промежуточной частоте;
IV. Метод с использованием панорамных измерителей КСВН и ослаблений.

Рассмотрим каждый из методов с целью выявления наиболее эффективного измерения потерь.

I. Метод измерения ослабления измерителем мощности

Непосредственное измерение мощности на входе и выходе испытуемого устройства измерителем мощности с последующим вычислением затухания по формуле (1) [3].

Этот метод имеет ряд недостатков:

– недостаточная точность (погрешность измерения мощности составляет порядка 20%);
– малый динамический диапазон измерения ≈ 30 дБ.

Данный метод применяется в основном для измерения ослабления в антенно-фидерных устройствах высокой мощности. [4]

II. Метод замещения по несущей частоте

Второй метод измерения рисунке 1, основанный на замещении по несущей частоте, проводится в два этапа.

На первом этапе детекторная секция подключается к выходу образцового аттенюатора, на котором устанавливается удобное для отсчета число (например, 40). Генератор сигнала находится в режиме внутренней модуляции (меандр) Выход детекторной секции подключен к измерительному усилителю, на индикаторе которого с помощью ручки усиления, устанавливается число в ¾ шкалы усилителя, (например, 70).

Вторым этапом между образцовым аттенюатором и детекторной секцией подключается измеряемый объект, после чего вращением ручки образцового аттенюатора добиваются того же значения показания индикатора. При этом ослабление измеряемого объекта должно совпадать с разностью показания аттенюатора в обоих случаях [5].

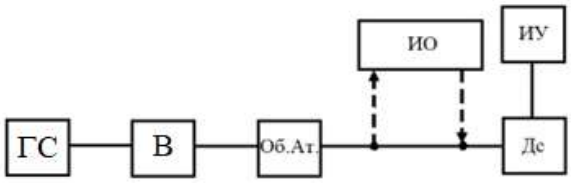


Рис. 1. Принципиальная схема измерения ослабления СВЧ сигнала по несущей частоте

ГС – генератор Г4-108;
В – волновод;
Об.Ат. – Образцовый аттенюатор;
ИО – Испытуемый объект;
Дс – Детекторная секция;
ИУ – Измерительный усилитель

Данный метод ограничен динамическим диапазоном до 40 дБ, что в свою очередь существенно сужает область применимости этой модели и делает его менее универсальным. Так же этот метод обладает относительно низкой точностью измерения, из-за чего редко применим в измерении потерь внутри узлов СВЧ систем.

III. Метод измерения по промежуточной частоте

Сутью данного метода является измерение ослабления, вносимого подключаемым СВЧ узлом, при плавном изменении промежуточной частоты в рабочем диапазоне стенда.

Ниже на рисунке 2 представлена принципиальная схема измерения ослабления СВЧ сигнала по промежуточной частоте:

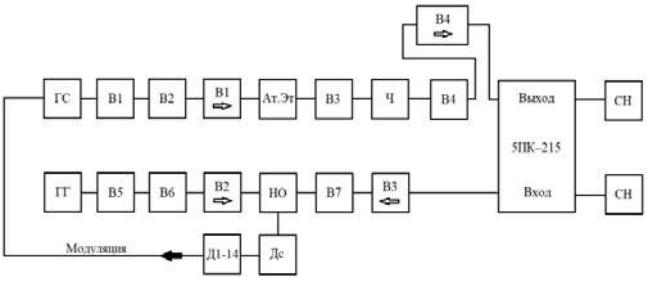


Рис. 1. Принципиальная схема стенда измерения ослабления СВЧ сигнала по промежуточной частоте

ГС, ГГ – генератор Г4-108, Г4-111;
В1-В4 – вентиль Э8-24;
Ат. Эт. – аттенюатор Д3-33А;
Д1-14 – установка для проверки аттенюаторов Д1-14;
НО – направляющий ответвитель из комплекта Д1-14;
Дс – детекторная секция (смеситель) из комплекта Д1-14;
В1-В7 – волноводы;
СН – согласованная нагрузка;
Ч – частотомер Ч2-32;
5ПК-215 – пульт 5ПК-215.

Принцип работы стенда – генератор сигналов выдает на заданной частоте через ряд волноводов и образцовый аттенюатор (АО) на смеситель, состоящий из направляющего ответвителя из комплекта Д1-14 и детекторной секции (НО+Дс), определенный сигнал на промежуточной частоте 6,5 МГц, который сформировался на выходе смесителя от разности частот сигнального и гетеродинного генераторов. В этот момент устанавливается первый баланс мощности (когда 2 импульса выравниваются по амплитуде) [6].

Модуляция сигналов внутреннего генератора промежуточной частоты Д1-14 (ГПЧ) и внешнего генератора сигнала (ГС) производится в противофазе. Следующим действием подключаем через коммутационную приставку испытуемый объект, в результате чего происходит разбаланс, далее внутренний измерительный аттенюатор установки Д1-14 восстанавливает баланс, при этом ослабление измерительного аттенюатора в точности равно ослаблению испытуемого объекта [7].

Сборка стенда производится на лабораторном столе размером 1250×2000 мм. Приборы и узлы, входящие в состав стенда, стыкуются между собой непосредственно или с помощью соединительных волноводов.

Для предотвращения излучения во внешнее пространство все фланцевые соединения снабжаются металлическими прокладками. Волноводные вентили обеспечивают развязку между измеряемым узлом, смесителем измерителя ослаблений и генераторами;

Поляризационный аттенюатор состоит из трех секций волновода, установленных последовательно. Средней секцией является круглый волновод (ротор), свободно вращающийся между крайними секциями (статорами), жестко укрепленными в корпусе. Обе крайние секции представляют собой переходы с прямоугольного волновода на круглый [8].

Данный аттенюатор предназначен для расширения динамического диапазона измерителя ослаблений.

Коэффициент передачи по электрическому полю $K = \cos^2\theta$ зависит только от угла θ.

θ – угол между пластинами ротора и статора.

Ослабление, вносимое аттенюатором, выраженное в децибелах: $A = -20 \cdot \lg K = -40 \cdot \lg\cos\theta$.

Частотомер служит для установки частоты сигнального генератора;

Пульт 5ПК-215 позволяет осуществлять коммутацию высокочастотной энергии от сигнального генератора непосредственно на смеситель или через измеряемый узел.

Основным преимуществом данного метода является наличие в схеме стенда установки для поверки аттенюаторов Д1-14, в котором преобразованный входной сигнал поступает на блок фильтров, куда так же поступает сигнал 6,5 МГц с внутреннего генератора Д1-14 промежуточной частоты (ГПЧ) через образцовый аттенюатор (АО) эталонным ослаблением. Это позволяет расширить динамический диапазон до 110 дБ с погрешностью 0,6 дБ в соответствии с инструкцией по эксплуатации на установку Д1-14.

IV. Метод с использованием панорамных измерителей КСВН и ослаблений

Метод основан на применении пары направленных ответвителей, между которыми подключен испытуемый объект (рис. 3):

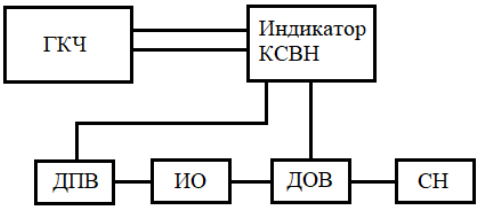


Рис. 3. Схема электрическая расположения прибора для измерения ослабления

ГКЧ – генератор качающей частоты;
ДПВ – детектор направленный падающей волны;
ИО – измеряемый объект;
ДОВ – детектор направленный отраженной волны;
СН – согласованная нагрузка.

При подаче на эту сборку сигнала с генератора качающей частоты на экране индикатора появляется сигнал, равный разности $P_{вх}$ и $P_{вых}$ испытуемого объекта [9].

Подобные приборы широко применяются в современной технике СВЧ. К достоинствам этих приборов относится:

- Возможность визуального наблюдения характеристик испытуемых объектов в широкой полосе частот;
- Возможность настройки узкополосных СВЧ устройств (резонаторов, фильтров и т.п.) [10].

К недостаткам следует отнести малый динамический диапазон (до 30 дБ).

Заключение

Разработка стендов для измерения затухания волноводных узлов в высокочастотных системах играет важную роль в повышении эффективности передачи сигналов.

В данной статье были рассмотрены и представлены четыре метода измерения затухания: метод измерения ослабления измерителем мощности, измерение с применением панорамных измерителей, метод измерения по промежуточной частоте и метод замещения по несущей.

При анализе принципиальных схем и сравнении данных методов можно сделать вывод, что при разработке измерительной аппаратуры СВЧ диапазона, требующей высокой точности и широкого динамического диапазона, предпочтение следует отдать методу измерения по промежуточной частоте, т.к. данный способ дает возможность расширить динамический диапазон до 110 дБ с высокой степенью точности.

Использование в проектированном стенде установки Д1-14 позволяет, в отличии от метода «измерения по несущей частоте», автоматизировать весь вычислительный процесс.

Включенная в состав стенда коммутационная приставка дает возможность проведения измерения ослабления «без разрыва тракта».

Литература

1. *Воскресенский Д.М., Данилин А.А., Сосновский В.А*. В76 Измерения на СВЧ: лаб. практикум / под ред. А.А. Данилина. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2021. 112 с.
2. http://viam-works.ru/en/articles?art_id=1634. Дата обращения: 26.01.2024.
3. Радиочастотные кабели. Учебное пособие для техникумов. Изд. 3-е, перераб. М.: Энергия, 1973, 328 с.
4. *Эпштейн А.Г.* Измерительная аппаратура сверхвысоких частот. Изд. «Судостроение», 1965. 252 с
5. https://www.etalonpribor.ru/stati/radioizmeritelnie_pribori%3A_attenyuatori_i_pribori_dlya_izmereniya_oslableniya/ Дата обращения 26.01.2024.
6. Установка для проверки аттенюаторов Д1-14. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, 1968 г.
7. Аттенюаторы поляризационные волноводные. Техническое описание, инструкция по эксплуатации, 1977. 35 с.
8. https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-izmeritelnaya-sistema-otsenki-vliyaniya-urovney-moschnosti-elektromagnitnogo-izlucheniya-na-harakteristiki-ego. Дата обращения: 26.01.2024.
9. Измеритель КСВН панорамный. Техническое описание, инструкция по эксплуатации, 1998, 125 с.
10. https://cyberleninka.ru/article/n/izmeritelnaya-svch-tehnika-santimetrovogo-i-millimetrovogo-diapazona Дата обращения: 26.01.2024.

ПЛОСКИЕ ПЕЧАТНЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ АНТЕННЫ ДЛЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Корнюхин Владимир Ильич,
МТУСИ, доцент кафедры ТЭДиА, кандидат технических наук, Москва, Россия
v.i.korniukhin@mtuci.ru

Фадеева Алёна Валентиновна
МТУСИ, Москва, Россия

Аннотация

Приведены алгоритм и результаты расчетов предлагаемых печатных панельных антенн различной длины. Под заданную длину антенны были рассчитаны параметры двумерно-периодической структуры и величины реактивных нагрузок. Разработана конструкция антенны и приведены конкретные примеры реализации емкостных и индукционных нагрузок. Приведены диаграмма направленности рассчитанных антенн в плоскости E и в плоскости H и их коэффициент направленного действия. Дана оценка печатной панельной антенны по сравнению с используемой на практике панельной антенной из полуволновых вибраторов.

Ключевые слова

Панельная антенна, двумерно-периодическая структура, реактивные нагрузки, импедансные граничные условия

Введение

Приведенная в [1] методика синтеза плоской двухслойной печатной антенны на основе полупрозрачных двумерно-периодических нагруженных структур позволила реализовать плоские печатные антенны большой длины, а реализация рассчитанных двумерно-периодических структур с реактивными нагрузками в дециметровом диапазоне на основе использования прогрессивной технологии изготовления печатных схем значительно упростило конструкцию антенн и открыла широкие возможности для её практического использования, например, в качестве панельной антенны базовых станций для систем сотовой связи.

Как известно, панельная антенна представляет собой объединенные в единую конструкцию плоский металлический экран и один или несколько вибраторов, расположенных на определенном расстоянии от него (рис. 1).

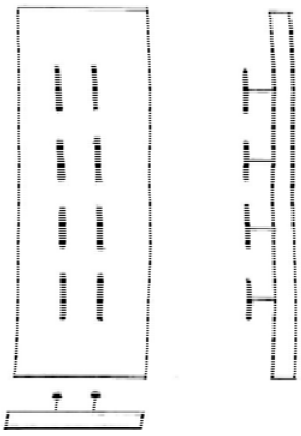


Рис. 1. Конструктивный чертеж панельной антенны

Экран предназначен, главным образом, для того, чтобы в достаточной мере ослабить заднее излучение и минимизировать влияние опоры на диаграмму направленности и входное сопротивление антенны. Кроме того, он нужен для крепления вибраторов так, чтобы конструкция антенны представляла собой единое целое.

Поперечные размеры экрана должны быть достаточно большими (как правило, они должны превышать максимальные размеры установленной на нем антенной решетки по крайней мере, на длину волны излучаемого поля). Наличие экрана приводит к существенному ослаблению поля, излучаемого антенной в сторону опоры. Тем самым ослабляются электрические токи, наводимые полем антенны на металлических частях конструкции опоры, и, следовательно, ослабляется возмущающее воздействие опоры на поле излучения антенны.

К важным достоинствам панельных антенн следует также отнести слабую зависимость входного сопротивления излучателя панели от условий размещения (благодаря наличию достаточно большого рефлектора ближнее поле в основном определяется параметрами самой панели).

Иначе говоря, панель является в достаточной мере автономным излучающим устройством, что позволяет без изменения конструкции использовать панель одного и того же типа при создании различных антенных решеток при самых разнообразных условиях размещения. Такая универсальность является одним из факторов, обусловливающих широкое распространение панельных антенн. Обычно одна панель конструируется так, чтобы реализовать требуемые параметры ДН в заданном секторе излучения.

Питание антенн диапазона УКВ осуществляется посредством коаксиальных кабелей, т.е. несимметричных экранированных линий. При этом возникает необходимость применения специальных устройств, обеспечивающих питание симметричного вибратора от несимметричной линии. При этом следует иметь в виду, что входное сопротивление излучателя в составе решетки отличается от входного сопротивления одиночного излучателя как из-за наведенных сопротивлений от соседних излучателей, так и из-за влияния экрана.

Таким образом, панель, работающая в диапазоне УКВ, содержит следующие основные элементы:

– вибратор или несколько вибраторов,
– рефлектор
– симметрирующее и согласующее устройство.

Для получения диаграммы направленности (ДН) в горизонтальной плоскости в общем случае потребуется m линеек с шагом d_2. В этом случае в горизонтальной плоскости в полупространстве перед экраном ДН будет описываться выражением:

$$F(\varphi)=\frac{\sin(kh\sin\varphi)}{\sin(kh)}\frac{\sin\left(\frac{1}{2}(mkd_2\cos\varphi)\right)}{m\sin\left(\frac{1}{2}(kd_2\cos\varphi)\right)}$$

где $0\le\varphi\le\pi$.

Для ДН шириной $2\varphi_{0,5}=120^\circ$ достаточно одного вибратора (m=1) в этаже. Для получения ДН с $2\varphi_{0,5}=90^\circ$ достаточно двух вибраторов в этаже (m=2), а для получения ДН с $2\varphi_{0,5}=60^\circ$, достаточно трех вибраторов (m=3).

Для случаев m=2 и m=3 расстояние между вибраторами d_2 следует выбрать в допустимых пределах $(0,25\div0,5)\lambda$ таким образом, чтобы получить требуемую ширину ДН по половинной мощности в горизонтальной плоскости.

Диаграмма направленности антенной линейки изnвертикальных электрических вибраторов, расположенных на одной оси с шагом d_1 и возбужденных равноамплитудно и синфазно, будет описываться выражением:

$$F(\theta)=\frac{\cos(kl\cos\theta)-\cos(kl)}{(1-\cos(kl))\sin\theta}\cdot\frac{\sin(kh\sin\theta)}{\sin(kh)}\cdot$$
$$\cdot\frac{\sin\left(\frac{1}{2}(nkd_1\cos\theta)\right)}{n\sin\left(\frac{1}{2}(nkd_1\cos\theta)\right)}$$

где $0\le\theta\le\pi$. Для дн Число этажей n и расстояние d_1 между этажами выбираются такими, чтобы получить требуемую ширину ДН в вертикальной плоскости, при этом d_1 выбирается в пределах $(0,7\div1,0)\lambda$.

На рисунке 2 приведен график зависимости коэффициента направленного действия (КНД) антенны от d_1 под заданную ширину ДН по половинной мощности в горизонтальной плоскости $(N=m\cdot n)$.

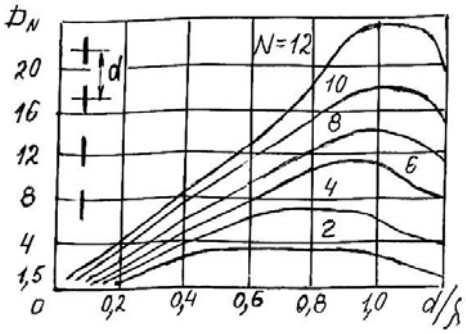


Рис. 2. График зависимости КНД антенны (в децибелах) от расстояния между этажами

Вибраторы можно прикрепить к экрану с помощью перпендикулярного двухпроводного шлейфа высотой $h=\lambda/4$, который одновременно играет роль симметрирующего устройства. Как шлейф, так и плечи вибратора выполняются из латунной трубки диаметром 10-12 мм.

Четвертьволновый короткозамкнутый изолятор устраняет токи на внешних поверхностях трубок. Однако входное сопротивление четвертьволнового отрезка меняется быстро, и полоса согласования получается небольшой. Фидерная распределительная система располагается в основном под экраном за исключением отрезков коаксиального кабеля, осуществляющих непосредственное возбуждение вибраторов.

Каждый такой отрезок прокладывается через одну из пустотелых трубок крепежного и симметрирующего шлейфа вплоть до зазора между плечами вибратора. Внешняя оплетка коаксиала равномерно припаивается к ближайшему плечу вибратора, а центральная жила ко второму его плечу. Подбирая величину волнового сопротивления каоксиала, можно осуществить согласование вибратора с линией питания.

Фидерная система выполняется по схеме параллельного питания типа «ёлочка» (рис. 3).

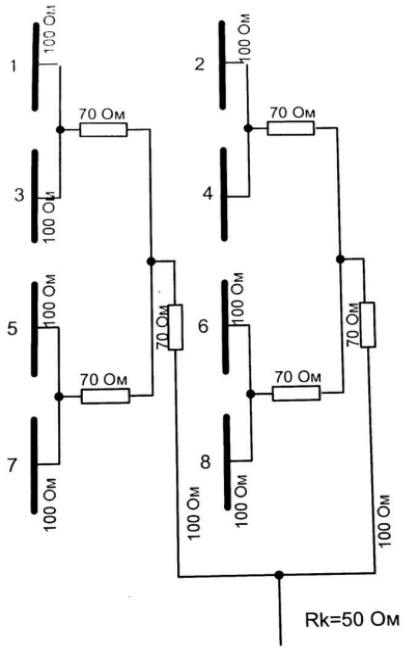


Рис. 3. Схема запитки антенны

Каждый стык пары кабелей для обеспечения согласования дополняется четверть волновыми трансформаторами.

В схеме ёлочка каждая пара кабелей с помощью тройника переходит в один кабель. В тройнике сопротивления пары кабелей складываются параллельно. Чтобы не было отражений от тройника, можно было бы, например, выбрать волновое сопротивление нижнего кабеля 50 Ом, тогда пара верхних кабелей должна обязательно иметь сопротивления по 100 Ом. Этот принцип неприменим при необходимости использования большого количества излучателей. В этом случае согласование осуществляют с помощью четвертьволновых трансформаторов. Волновое сопротивление согласующего четверть волнового трансформатора определяется по формуле $Z_{\text{Вт}}=\sqrt{W_1\cdot W_2}$, где W_1 и W_2 активные сопротивления, подлежащие согласованию.

Предлагаемая антенна построена по схеме антенны вытекающей волны на основе полосковой линии [2, 3], верхняя пластина которой переходит в активную дву-

мерно-периодическую нагруженную структуру, расположенную на высоте h_1 и характеризующуюся периодами T и T_1 и нагрузками Z_{H1}, запитанную полосковой линией высотой h_1 и шириной b.

Параллельно активной излучающей структуре на высоте h_2 от металлической подложки расположена вторая пассивная двумерно-периодическая нагруженная структура, характеризующаяся периодами T_2, T_3 и нагрузками Z_{H2} (Рис. 4).

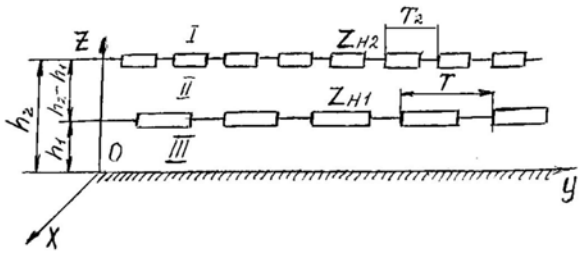


Рис. 4. Схема плоской двухсторонней печатной антенны на основе полупрозрачных двумерно-периодических нагруженных структур

Полупрозрачные нагруженные структуры, расположенные на высоте $z = h_1$ и $z = h_2$ осуществляют преобразование энергии волны поступающей по линии питания в область III, в энергию волны излучения уходящей от антенны (область I).

Выводы расчетных соотношений

Расчет предлагаемой антенны ведется также методом синтеза по заданному полю [2, 3] с использованием известных импедансных граничных условий для двумерно-периодических нагруженных структур [4]. При расчете антенны предполагается, что вариация поля и величин нагрузок по оси *x*отсутствует, т.е. выполняются условия вида $\frac{d}{dx} = 0$.

Для этого случая при структуре *E*волн в областях $I(z > h_2)$, $II(h_1 < z < h_2)$ и $III(0 < z < h_1)$,все компоненты поля могут быть выражены через составляющую магнитного поля H_x, а именно

$$E_y = \frac{-i}{\omega\varepsilon}\frac{dH_x}{dz},\ E_z = \frac{i}{\omega\varepsilon}\frac{dH_x}{dy}$$

Поле излучения антенны в области I задается магнитной составляющей в виде

$$H_{x1} = A_1 e^{pz} \cdot e^{qy}$$

где $p = -im\cos\theta - n\sin\theta$

$$q = -im\cos\theta + n\sin\theta$$

Поле в области II задается в виде

$$H_{x2} = (A_2 e^{pz} + B_2 e^{-pz}) \cdot e^{qz}$$

Поле в области III задается в виде

$$H_{x3} = A_3 e^{qy} chpz$$

Граничные условия для двумерно-периодической структуры [4], расположенной в плоскости $z = h_2$ имеют вид

$$E_{y1_{z=h2}} = E_{y2_{z=h2}}, \tag{1}$$

$$Z_{H2} = iX_2 = \frac{T_2}{T_3} \cdot \frac{E_{y1_{z=h2}}}{H_{x1_{z=h2}} - H_{x2_{z=h2}}}, \tag{2}$$

Граничные условия для двумерно-периодической структуры, расположенной в плоскости $z = h_1$ имеют следующий вид

$$E_{y2_{z=h1}} = E_{y3_{z=h1}}, \tag{3}$$

$$Z_{H2} = y_1 - iX_1 = \frac{T}{T_1} \cdot \frac{E_{y2_{z=h2}}}{H_{x2_{z=h2}} - H_{x3_{z=h2}}}, \tag{4}$$

Поскольку построение антенны предполагает чисто реактивные сопротивления нагрузок и отсутствие потерь в металлических проводниках, то должно быть справедливо уравнение энергетического баланса, связывающее активную мощность, поступающую в область III с активной мощностью, уходящей в полупространство I.

$$\mathrm{Re}\int_0^h \dot{E}z_{3_{y=0}} \overset{*}{H}x_{3_{y=0}}\, dz = -\mathrm{Re}\int_0^L \dot{E}y_{2_{z=h1}} \overset{*}{H}x_{2_{z=h1}}\, dy$$

Входное сопротивление антенны может быть вычислено по формуле

$$Z_{BX} = \frac{P_{BX}}{|I|^2}, \text{ где } I = b \cdot H_{x3_{y=0}} = 0$$

$$P_{BX} = b\int_0^{h_1} \dot{E}z_{3_{y=0}} \overset{*}{H}x_{3_{y=0}}\, dz$$

где, *b* – ширина антенны. Входное сопротивление становится чисто активным, его величина определяется величиной *h* и *b*. Поэтому, сохраняя *b* = const и изменяя *h* можно согласовать антенну с питающим кабелем.

Диаграмма направленности рассматриваемой антенны при *n* = 0 в плоскости *E* (плоскость *ZOY*) определяется следующим выражением

$$f(0) = \frac{\sin\left[\frac{kL}{2}\left(\cos\theta - \cos\theta_1\right)\right]}{\frac{kL}{2}\left(\cos\theta - \cos\theta_1\right)} \cdot \left(\frac{1 + \cos\left(90^0 - \theta\right)}{2}\right), \tag{5}$$

θ – угол, отсчитываемый от плоскости антенны (плоскостьXOY)

θ_1 – направление максимума излучения

Ненормированная диаграмма направленности антенны в плоскости *H* (плоскость XOZ) может быть записана в виде

$$f(a)=\frac{\left(\sin\left(\left(\frac{kb}{2}\right)\cdot\sin a\right)\right)}{\left(\frac{kb}{2}\right)\cdot\sin a}\cdot\left(\frac{1+\cos a}{2}\right), \qquad (6)$$

где a – угол, отсчитываемый от нормали к плоскости XOY

Алгоритм расчета антенны

Используя расчетные соотношения, приведенные в [1] был определен алгоритм расчета антенн

1. Предполагая, что $Z_{H2}=iX_2$ (чисто реактивная величина) и используя уравнение энергетического баланса из [1] устанавливается связь между длиной антенны и величиной реактивной нагрузки, т.е. под заданную длину L находится X_2.

$$L=\frac{ctg\theta}{\sin^2 a}\cdot\left[1+\frac{\sin\theta\sin 2a}{x_2^{'}}+\left(\frac{\sin\theta\sin 2a}{x_2^{'}}\right)^2\right]\cdot$$
$$\cdot\left(\frac{h_1}{2}+\frac{\sin 2a}{4k\sin\theta}\right), \qquad (7)$$

2. Решая совместно граничные условия (выражения (1-4) из [1] и, предполагая что при $n=0$, $m=k=\frac{2\pi}{\lambda}$, $p=-ik\sin\theta$, $q=-ik\cos\theta$, $h_2\approx\frac{\lambda}{4}$ устанавливается связь между x_2 и $Z_{H1}=y_1+ix_1\left(y_1\ll x_1;\, y_1=>0\right)$, т.е. под найденное в 1 пункте значение x_2 определяется величина x_1

$$y_1^{'}=\frac{-\sin\theta\cdot\sin 2a\cdot\left(x_2^{'}\right)^2}{\sin^2\theta+\left(x_2^{'}\right)^2}=>y_1^{'}\approx 0, \qquad (8)$$

$$x_1^{'}=\frac{a\sin\theta\cdot\sin 2a\cdot x_2^{'}-a\sin^2\theta\cdot\sin a\cdot\sin\beta\cdot\sin\gamma}{a^2+\left(x_2^{'}\right)^2}\cdot$$
$$\cdot\frac{-\left(x_2^{'}\right)^2\cdot\sin\theta\cdot\sin a\cdot\cos a}{1}, \text{ где} \qquad (9)$$

$$a=\left(-\sin\theta\cdot\cos\gamma\cdot\sin a+\cos a\cdot\sin\gamma\cdot\sin\theta\right) \qquad (10)$$

3. Исходя из выражения (6) в [1], которое задает ДН антенны в плоскости Н, определяется ширина антенны под требуемую ширину ДН по половинной мощности в пл. $H-2\varphi_{0,5}^{H}$.

4. Так как входное сопротивление антенны чисто активно и его величина определяется величиной b и h_1, поэтому, сохраняя $b=const$ и изменяя h_1 можно согласовать антенну с питающим кабелем

$$Z_{BX}=\frac{w_0\cdot\cos\theta}{b}\cdot\left(\frac{h_1}{2}+\frac{1}{4k\cdot\sin\theta}\cdot\sin 2a\right)\cdot\frac{1}{\cos^2 a}$$

В приведенныхформулах: $a=k\cdot h_1\cdot\sin\theta$, $\beta=k\cdot h_2\cdot\sin\theta=90^0$, $\gamma=k\cdot\left(h_1-h_2\right)\cdot\sin\theta$

Результаты расчетов

Попредложенной методике были рассчитаны макеты панельной антенны для базовых станций длиной $L=2\lambda$ $L=4\lambda$; $L=6\lambda$.

По полученным расчетным соотношениям для выбранных $\theta_1=80^0$, $h_1=0,12\lambda$ и $h\approx 0,25\lambda$ были рассчитаны величины реактивных нагрузок $x_2^{'}$ и $x_1^{'}$ и ДН в пл. E и в пл. H.

1. $L=2\lambda=>\{\frac{x_2^{'}=0,0924;}{x_1^{'}=-0,5306.}$
2. $L=4\lambda=>\{\frac{x_2^{'}=0,075;}{x_1^{'}=-0,5246.}$
3. $L=6\lambda=>\{\frac{x_2^{'}=0,0604;}{x_1^{'}=-0,5318.}$

Рассчитанные ДН приведены на рисунке 5а,б.

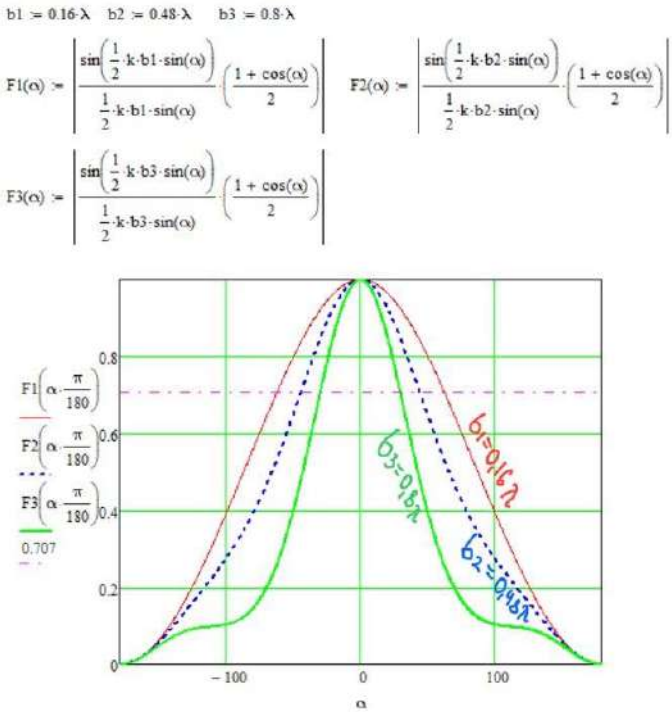


Рис. 5а. ДН рассчитанных антенн в плоскости *H*

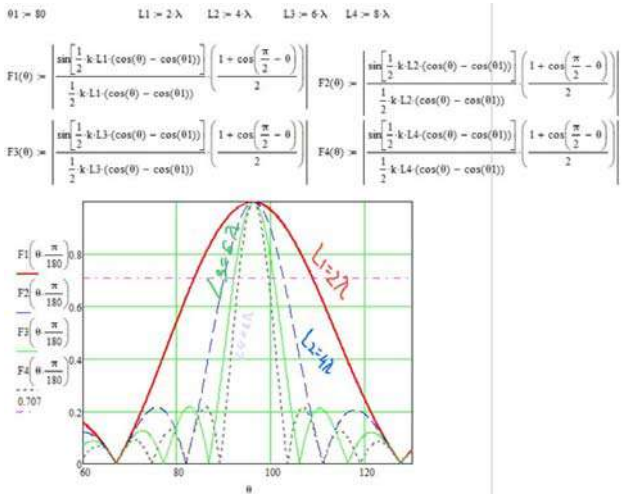


Рис. 5б. ДН рассчитанных антенн в плоскости *E*

Для заданной ширины ДН по половинной мощности в горизонтальной плоскости (пл. *H*) была определена ширина панельной антенны b:

1. $2\varphi_{0,5} = 120^0 \;\; => b = 0,16\lambda$;
2. $2\varphi_{0,5} = 90^0 \;\; => b = 0,48\lambda$;
3. $2\varphi_{0,5} = 60^0 \;\; => b = 0,8\lambda$;

Значения КНД рассматриваемых антенн, рассчитанные по формуле $D = \dfrac{32700}{2\theta_{0,5} \cdot 2\varphi_{0,5}}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значения КНД рассматриваемых антенн

Длина антенны L	Ширина антенны $b = 0,16\lambda$	Ширина антенны $b = 0,48\lambda$	Ширина антенны $b = 0,8\lambda$
$L = 2\lambda$	$D = 11,35 =$ 10,55ДБ	$D = 15,14 =$ 11,8ДБ	$D = 22,77 =$ 13,56ДБ
$L = 4\lambda$	$D = 19,46 =$ 12,89ДБ	$D = 25,95 =$ 14,14ДБ	$D = 38,93 =$ 15,9ДБ
$L = 6\lambda$	$D = 27,25 =$ 14,35ДБ	$D = 36,33 =$ 15,6ДБ	$D = 54,5 =$ 17,36ДБ
$L = 8\lambda$	$D = 54,5 =$ 17,3ДБ	$D = 72,6 =$ 18,61ДБ	$D = 10,9 =$ 20,4ДБ

Реализация

Чисто индуктивные нагрузки $Z_{H2} = ix_2$ могут быть реализованы в виде короткозамкнутых отрезков двухпроводных линий (рис. 6).

$$X_{L\,K.З.} = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot arctg\left(\frac{x_2}{\omega_{д.л.}}\right), \tag{11}$$

$$W_{д.л.} = 276\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon} \cdot \lg\left(\frac{Д}{r}\right)}, \tag{12}$$

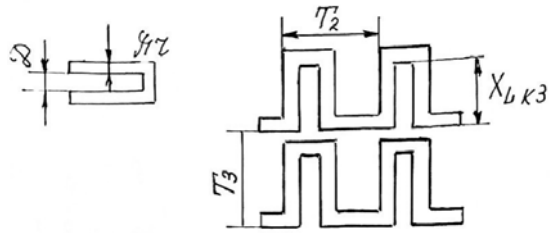


Рис. 6. Индуктивные нагрузки

Емкостные нагрузки x_1 могут быть реализованы в виде разомкнутых отрезков двухпроводных линий (Рис. 6а) или в виде плоского конденсатора (Рис. 6б)

$$X_{C\,xx} = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot arctg\left(\frac{x_1}{\omega_{д.л.}}\right), \tag{13}$$

$$x_1 = \frac{1}{\omega C} \;\; => \;\; C = \frac{1}{\omega \cdot x_1}, \tag{14}$$

$$S = \frac{C \cdot d}{\varepsilon}, \tag{15}$$

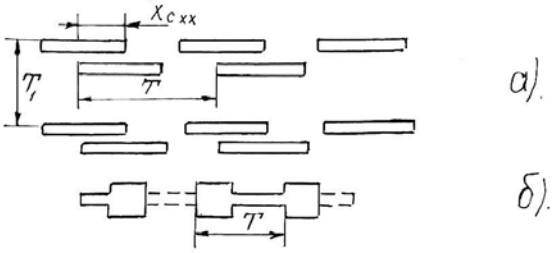


Рис. 7. Емкостные нагрузки

Общий вид макета панельной антенны приведен на рисунке 8, где: 1 – металлическая пластина; 2 – активная двумерно-периодическая полупрозрачная нагруженная структура; 3 – пассивная двумерно-периодическая полупрозрачная нагруженная структура; 4 – коаксиально-полосковый переход; 5 – пенопласт; 6 – реактивные нагрузки; 7 – печатные проводники.

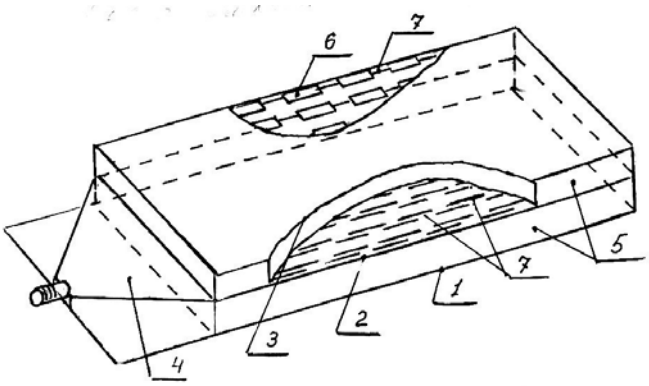


Рис. 8. Макет панельной антенны

Запитка антенны осуществлена коаксиальным кабелем с использованием коаксиально-полоскового перехода.

Выводы

Сравнение полученных результатов расчета плоской печатной панельной антенны с используемой панельной антенной из полуволновых вибраторов, показывает, что предлагаемая антенна, сохраняя практически те же электрические параметры (ширина ДН в пл.Е и в пл.Н, КНД) обладает ещё и рядом преимуществ:

– уменьшение габаритов (экрана),
– прогрессивная печатная технология изготовления,
– простота конструкции,
– простая система запитки коаксиальным кабелем,

Литература

1. *Корнюхин В.И.* Синтез плоской двухслойной печатной антенны на основе полупрозрачных двумерно-периодических нагруженных структур // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. Спецвыпуск. «Технологии информационного общества». Часть II, Июль 2009. С. 16-17.
2. *Терёшин О.Н., Корнюхин В.И.* Расчет малодобротных антенн вытекающей волны на базе полосковой линии методом последовательных приближений // Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника,1981, т. XXIV, №1. С. 40-45.
3. *Терёшин О.Н., Корнюхин В.И.* Расчет антенн, построенных на базе различных линий питания и работающих в режиме вытекающей волны. М.: ВЗЭИС, 1985. 72 с.
4. *Терёшин О.Н., Азоян Р.С.* Обобщенные граничные условия импедансного типа для двумерно- периодических структур // Радиотехника. 1976. Т. 31, №1. С. 35-42.

ОБ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО КАНАЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИЕМНЫХ АНТЕНН

Смирнов Евгений Владимирович
МТУСИ, ст. преподаватель, Москва, Россия,
smirnovmtuci@rambler.ru

Аннотация

Теория приемных антенн обычно строится на использовании теоремы взаимности, в результате применения которой получается выражение для тока нагрузки антенны, как функции параметров этой же антенны, работающей в режиме передачи. Кроме этого, предлагаются различные электрические схемы, которые эквивалентны приемной антенне с точки зрения тока нагрузки антенны, но не эквивалентные ей с точки зрения мощности, рассеянной антенной. Развиваемый в настоящее время новый подход к анализу работы антенны в режиме приема рассматривает поле рассеяния приемной антенны не как единое целое, а как сумму нескольких компонент, с каждой из которых связывается свой канал передачи энергии от плоской волны к антенне. Знание тонкой структуры процесса взаимодействия плоской волны, падающей на антенну с компонентами ее поля рассеяния позволило нам в настоящей работе построить эквивалентную схему только информационного канала взаимодействия, параметры которого определяются известными параметрами антенны в режиме передачи и не учитывать, параметры оставшихся каналов взаимодействия, которые в общем случае не известны и зависят от полного поля рассеяния. Учитывая то, что мощность, отбираемая приемной антенной от плоской волны по информационному каналу взаимодействия, не зависит от сопротивления нагрузки в качестве эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия рассматривается схема с источником постоянной мощности, параметры которого полностью определяются параметрами приемной антенны, работающей в режиме передачи. Получено простое аналитическое выражение, позволяющее по известной диаграмме направленности антенны определить мощность источника постоянной мощности эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия приемной антенны.

Ключевые слова

Эквивалентная схема, схема Тевенина, схема Нортона, источник постоянной мощности, плоская волна.

Введение

При падении плоской волны на произвольную приемную антенну на ее поверхности наводится сложная картина токов в общем случае отличная от картины токов, которая наводится на поверхности этой же антенны при работе ее на передачу. Тем не менее диаграммы направленности (ДН) антенн, работающих в режиме приема и передачи, совпадают. Это говорит в пользу того, что в приемной антенне с нагрузкой связаны не все токи, протекающие по ее поверхности, а только какая-то их часть. Составляющая тока приемной антенны, связанная с нагрузкой, комплексно-сопряжена токам, возникающим в этой же антенне при работе ее в режиме передачи. Комплексное сопряжение токов в режиме приема и передачи связано с тем, что направление вектора Пойнтинга в режиме приема и передачи противоположны друг другу. Эта составляющая тока приемной антенны может быть названа информационной составляющей тока, а создаваемое ей поле рассеяния соответственно информационной составляющей поля рассеяния приемной антенны (ИСПРА). Поскольку распределение информационной составляющей тока просто связано с распределением тока в режиме передачи, то ИСПРА полностью описывается параметрами антенны в режиме передачи и была определена в [11-12]. Если вычесть из полного тока приемной антенны информационную составляющую тока, то оставшаяся часть тока не будет участвовать в передаче мощности от плоской волны к нагрузке антенны, а, следовательно, и в передаче информации. При этом они создают остаточное поле рассеяния, параметры которого не связаны с ДН антенны и одной и то же ДН могут соответствовать разные остаточные поля рассеяния.

Описанная выше картина приема справедлива, если отсутствует отражение от нагрузки приемной антенны. Если есть отражение от нагрузки, то в дополнении к информационной и остаточной составляющим токов добавляется составляющая тока, вызванная отраженной от нагрузки волной, которая по форме распределения полностью совпадает с распределением тока в режиме передачи. И поэтому в рассеянном поле появляется еще одна составляющая, по форме совпадающая с ДН антенны. Эта составляющая в дальнейшем будет называться управляемой диаграммной составляющей. Данная картина приема была использована при построении многоканальной теории приемных антенн [11, 12], основные результаты которой будут использованы в следующем разделе настоящей работы.

В отличие от многоканальной теории приемных антенн традиционная теория приемных антенн обычно строится на использовании теоремы взаимности, в результате применения которой получается выражение для тока нагрузки антенны, как функции параметров этой же антенны, работающей в режиме передачи. Предлагаются различные электрические схемы, которые эквивалентны приемной антенне с точки зрения тока нагрузки антенны, но не эквивалентные ей с точки зрения мощности, рассеянной антенной.

Желание построить эквивалентную схему приемной антенны вызвано в первую очередь тем, что антенна является компонентом радиолинии, основные элементы которой представлены электрическими схемами. Поэтому включение антенны в общую схемы радиолинии сводится только к добавлению небольшой эквивалентной схемы приемной антенны. Чаще всего предлагается рассматривать схему с источником ЭДС (схема Тевенина) и схему с источником тока (схема Нортона). В 1987 году Лав [1] предложил эквивалентную схему приемной антенны с использованием источника постоянной мощности, который, по существу, представляет собой последовательное или параллельное соединение источников ЭДС и тока. Все эти схемы равнозначны с точки зрения определения мощности, выделяемой в нагрузке антенны дают в общем случае разные результаты, когда их пытаются использовать для интерпретации мощности, рассеивае-

мой приемной антенной. Поскольку эквивалентные схемы Нортона и Тевенина входят в практически все учебники по антенно-фидерным устройствам по всему миру, то такая ситуация требовала проведения дополнительных исследований в области возможности использования эквивалентных схем приемных антенн для определения мощности, рассеиваемой антеннами. В связи с этим в образовательной колонке журнала IEEE Antennas and Propagation Magazine начиная с 2002 года развернулась оживленная дискуссия [2-10], которая продолжается до сих пор. Это говорит об актуальности работ, связанных с исследованиями эквивалентных схем приемных антенн.

Одной из последних модификаций эквивалентной схемы приемной антенны с генератором постоянной мощности можно назвать схему, предложенную Хуан в [10]. При интерпретации результатов, которые разные авторы получали, изучая возможности эквивалентных схем для описания рассеянных антеннами полей, они исходили из традиционного представления этих полей в виде суммы поля рассеяния, вызванного отражением от нагрузки антенны, и поля рассеяния антенны в случае подключения к ней согласованной нагрузки.

Ранее в [11-12] было показано, что поле, рассеиваемое приемными антеннами, имеет более сложную структуру, в частности в ее состав входит компонента, связанная с передачей энергии от плоской волны в нагрузку антенны, которая была названа информационной составляющей поля рассеяния. Что позволяет с другой точки зрения посмотреть на проблему построения эквивалентной схемы приемной антенны.

Необходимость определения полной рассеянной мощности возникает далеко не всегда. Если нас интересует решение задачи влияния рассеяния приемных антенн на заметность объекта, на котором они расположены, то нас будет интересовать в первую очередь именно полная мощность, рассеянная антеннами. А если мы рассматриваем приемную антенну как элемент радиолинии, то нас будет интересовать только та часть рассеянного поля антенны, которая связана с передачей мощности в нагрузку антенны, то есть с передачей информации.

Поскольку многоканальная теория приемных антенн работает не с полным полем рассеяния антенн, а с отдельными его составляющими, образующими каналы взаимодействия, по которым энергия отбирается от плоской волны, то появляется возможность использования не только понятия эквивалентных схем антенн, но и эквивалентных схем различных каналов взаимодействия. Нас в первую очередь будет интересовать работа приемной антенны в качестве элемента радиолинии. Поэтому настоящая работа посвящена построению эквивалентной схемы канала взаимодействия, по которому происходит передача энергии от плоской волны к нагрузке антенны.

В многоканальной теории этот канал называется информационным каналом взаимодействия, поскольку именно по этому каналу происходит передача информации. Остальные каналы в процессе передачи информации не участвуют. Результаты исследований многоканальной теории приемных антенн достаточно полно представлены в наших работах [11, 12, 15-18] и поэтому в настоящей работе мы будем отсылать читателя к этим результатам и стараться избегать дополнительных математических выкладок.

Результаты исследований

Поскольку исходным соотношением при построении многоканальной теории приемных антенн является оптическая теорема [13-14], то задачу построения эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия можно рассмотреть в следующей постановке. Рассмотрим оптическую теорему для информационного канала взаимодействия в случае произвольной нагрузки, характеризуемой известным коэффициентом отражения Г. Для этого случая поле рассеяния приемной антенны представляется в форме

$$\dot{\vec{E}}_s(\vec{n}_0,\vec{r}_0)=\dot{\vec{E}}_{res}+\dot{\vec{E}}_{\inf}+\dot{\vec{E}}_d=(\dot{\vec{A}}_{res}+\dot{\vec{A}}_{\inf}+\dot{\vec{A}}_d)\frac{\exp(-ikr)}{r}, \quad (1)$$

где $\dot{\vec{E}}_{res}$, – информационная, остаточная и управляемая диаграммная составляющая полного поля рассеяния, соответственно, а $\dot{\vec{A}}_{res},\dot{\vec{A}}_{\inf},\dot{\vec{A}}_d$ – диаграммы рассеяния соответствующих компонент рассеянных полей.

При этом будем полагать известной комплексную диаграмму направленности антенны $\dot{\vec{F}}(\vec{r}_0)$ и коэффициент отражения от входа антенны γ.

Также полагается известными параметры, падающей на антенну плоской волны: направление прихода $\vec{n}_0$ и единичный вектор поляризация $\dot{\vec{e}}_0$. При этом поле падающей плоской волны имеет вид

$$\dot{\vec{E}}^i(\vec{n}_0,\vec{r}_0)=\dot{\vec{e}}_0\exp[-ik(\vec{n}_0\vec{r}_0)r], \quad (2)$$

$$\dot{\vec{H}}^i(\vec{n}_0,\vec{r}_0)=\frac{1}{Z_0}\left[\vec{n}_0,\dot{\vec{e}}_0\right]\dot{\vec{e}}_0\exp[-ik(\vec{n}_0\vec{r}_0)r] \quad (3)$$

где $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число, а Z_0 – волновое сопротивление свободного пространства.

В [15] для этого случая была получена система оптических теорем, полностью описывающих приемный режим работы произвольных антенн, нагруженных на произвольную нагрузку в виде

$$-\frac{2\pi}{kZ_0}Jm\left(\overset{*}{\vec{e}}_0,\dot{\vec{A}}_{\inf}(\vec{n}_0,\vec{n}_0))\right)=P_L+P_d+P_{\inf}=2P_L^{\max} \quad (4)$$

$$-\frac{2\pi}{kZ_0}Jm\left(\overset{*}{\vec{e}}_0,\dot{\vec{A}}_d(\vec{n}_0,\vec{n}_0))\right)=-2P_L^{\max}\operatorname{Re}\left(\overset{*}{\frac{\Gamma-\gamma}{1-\gamma\Gamma}}\overset{*}{\Gamma}_{\perp}^{0}\right), \quad (5)$$

$$-\frac{2\pi}{kZ_0}Jm\left(\overset{*}{\vec{e}}_0,\dot{\vec{A}}_{res}(\vec{n}_0,\vec{n}_0))\right)=P_{res} \quad (6)$$

где $P_L^{\max}$ – мощность, выделяемая в нагрузке при $\Gamma=\overset{*}{\gamma}$ определяемая соотношением

$$P_L^{\max}=\frac{\pi D}{2k^2Z_0}\left|(\dot{\vec{F}}(-\vec{n}_0)\cdot\dot{\vec{e}}_0)\right|^2, \quad (7)$$

В (4) $P_L, P_d, P_{\inf}$ – мощность, выделяемая в нагрузке, мощность диаграммной составляющей и мощность остаточного поля рассеяния соответственно.

Работу информационного канала взаимодействия описывает оптическая теорема (4). Оптическая теорема (5) характеризует взаимную мощность между управляемой диаграммной составляющей поля рассеяния и оставшейся частью поля рассеяния, а теорема (6) образует канал взаимодействия остаточного поля рассеяния.

Из анализа (4) можно сделать важный для решения задачи построения эквивалентной схемы приемной антенны вывод о том, что суммарная мощность, выделяемая в этой схеме, не должна зависеть от сопротивления нагрузки. Поскольку суммарные мощности, выделяемые в эквивалентных схемах Тевенина и Нортона, зависят от сопротивления нагрузки, то эти схемы не могут адекватно описывать работу информационного канала взаимодействия и для его описания необходимо использовать эквивалентную схему с источником постоянной мощности. Причем, как это следует из (4), полная мощность этой эквивалентной схемы P_{eq} должна равняется удвоенной мощности выделяемой в нагрузке приемной антенны при выполнении условия $\Gamma = \overset{*}{\gamma}$, то есть

$$P_{eq} = \frac{\pi D}{k^2 Z_0} \left| (\dot{\vec{F}}(-\vec{n}_0) \cdot \dot{\vec{e}}_0) \right|^2 . \qquad (10)$$

Зная входное сопротивление антенны и полную мощность эквивалентной схемы с источником постоянной мощности, можно используя подходы, предложенные в [1, 3, 10], выбрать конкретный вид схемы и определить все параметры эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия.

Заключение

В настоящей работе в рамках трехканальной модели приемной антенны рассматривается вопрос построения эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия, по которому энергия от плоской волны, падающей на приемную антенну, передается в ее нагрузку.

Анализ системы трех оптических теорем, характеризующих работу трех каналов взаимодействия, образуемых компонентами поля рассеяния антенны, показал, что известные эквивалентные схемы Тевенина и Нортона не подходят для адекватного описания работы информационного канала взаимодействия.

Поскольку мощность, выделяемая в этих схемах, зависит от сопротивления нагрузки, а мощность, передаваемая по информационному каналу взаимодействия, от сопротивления нагрузки не зависит, что следует из оптической теоремы для информационного канала взаимодействия. Поэтому в качестве эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия приемных антенн предлагается использовать эквивалентную схему с источником постоянной мощности, величина которой определяется полной мощностью, передаваемой по информационному каналу взаимодействия и равняется удвоенной мощности выделяемой в нагрузке приемной антенны при выполнении условия $\Gamma = \overset{*}{\gamma}$.

Для нее в работе получено простое аналитическое выражение. Причем мощность источника постоянной мощности полностью определяется направленными свойствами антенны в режиме передачи. Знание входного сопротивления антенны и мощности источника позволяет однозначно определить параметры всех компонентов эквивалентной схемы информационного канала взаимодействия.

Литература

1. *Love A.W.* Equivalent circuit for apertures antennas // Electron. Let., vol. 23, no. 13, pp. 708-710, 1987.
2. *Van Bladel J.* On the Equivalent circuit of the Receiving antenna // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 44, no. 1, pp. 164-165, Feb. 2002.
3. *Love A.W.* Comment on the equivalent circuit of a receiving antenna // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 44, no. 5, pp. 124-125, Oct. 2002.
4. *Collin R.E.* Limitations of the Thevenin and Norton equivalent circuits for a receiving antenna // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 45, no. 2, pp. 119-124, April. 2003.
5. *Love A.W.* Comment on “Limitations of the Thevenin and Norton equivalent circuits for a receiving antenna // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 45, no. 4, pp. 98-99, Aug. 2003.
6. *Collin R.E.* Remarks on “Comments on the limitations of the Thevenin and Norton equivalent circuits for a receiving antenna // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 45, no. 4, pp. 99-100, Aug. 2003.
7. *Best S., Kaanta B.* A tutorial on the receiving and scattering properties of antennas // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 51, no. 5, pp. 26-37, Oct. 2009.
8. *de Hoop A.T., Stoopman M.,* et al. Equivalent Thevenin and Norton Kirchhoff Circuits of a Receiving Antenna // IEEE Antennas and Wireless Prop. Letters, vol. 12, pp. 1627-1630, 2013.
9. *Bray J.R.* An improved antenna scattering model: an equivalent model based on the reciprocity theorem // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 61, no. 4, pp. 30-39, Aug. 2019.
10. *Yi Huang, Ahmed Alieldin, Chaoyun Song.* Equivalent Circuits and Analysis of a Generalized Antenna System // IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 63, no. 2, pp. 53-62, April. 2021.
11. *Смирнов Е.В.* Об информационной составляющей поля рассеяния приемных антенн // INTERMATIC 2014 Материалы Международной научно - технической конференции “Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения”, 1-5 декабря 2014 г. М.: МИРЭА, 2014. Часть 5. С.19-23.
12. *Смирнов Е.В.* Исследование информационного канала взаимодействия произвольных приемных антенн // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. Т. 9. № 7. С. 41-46.
13. *Ерохин Г.А.* О достижимых характеристиках в трехмерных задачах синтеза пассивных рассеивателей // РЭ. 1986. Т.31. С. 1447-1450.
14. *Ерохин Г.А.* Оптическая теорема для приемных антенн и ее следствия // РЭ. 1990. Т. 35. С. 2065-2071.
15. *Смирнов Е.В.* Исследование трехканальной модели произвольных приемных антенн // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. №9. С. 9-13.
16. *Смирнов Е.В.* Исследование структуры информационной составляющей поля рассеяния приемных антенн // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. Т. 12. №8. С. 19-26.
17. *Смирнов Е.В.* О связи компонент информационной и ортогональной составляющих поля рассеяния приемной антенны с ее нагрузкой // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11. №3. С. 66-72.
18. *Смирнов Е.В.* О многоканальной теории приемных антенн // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2022. Т. 12. №3. С. 44-49.

SIGNAL PROCESSING AND TRANSMISSION AT 200THZ SPECTRAL RANGE IN MOBILE AND CORE NETWORKS

Konyukhov A.I.,
Institute of Physics, Saratov State University, Saratov, Russia

Melnikov L.A.,
Saratov State Technical University, Saratov, Russia

Gochelashvili K.S., Sysoliatin A.A.,
Prokhorov General Physics Institute of RAS, Moscow, Russia

Modern core communication networks are used for the transmission of the major part of the world data volume. To increase their transmission capacity the simultaneous information transfer through several channels is applied. However, the simultaneous data transfer using the signal division in wavelength, polarization, amplitude, or phase that is used in linear systems is today exhausted. To improve the data transfer rate, it is necessary to employ ultrashort pulses. In the case of picosecond pulses the signal distortion because of dispersion and nonlinearity becomes significant, and soliton schemes deserve attention in this situation.

Eigenvalue communication is based on the soliton transmission over optical fibre link [1]. Eigenvalues are solution of Zakharov-Shabat spectral problem sp_mtusi2024.odtassociated with the nonlinear Schro¨dinger equation [2]. It is expected that the coding of information using eigenvalues will overcome capacity limits imposed by nonlinearity of optical fibers. Discrete complex eigenvalues give group velocity, amplitude and phase of optical solitons. Managing soliton parameters we can define given set of eigenvalues for information encoding. For nanosecond signals the desired set of eigenvalues can be generated electronically processed arbitrary waveform generator [3]. For picosecond pulses all-optical methods for modulation of the eigenvalues are required. We propose to modify eigenvalues of initial solitons using inelastic soliton collisions and high-order soliton fission using dispersion oscillating fiber [4]. Zakharov-Shabat spectral problem can give us a set of discrete complex eigenvalues λ associated with solitons [2]. Soliton propagation in dispersion oscillating fiber is described by nonlinear Schro¨dinger equation with variable coefficients

$\partial A/\partial z = -i(\beta 2(z)/2)\partial^2 A/\partial t^2 + i\gamma(z)|A|^2 A(z,t)$, (1) where $A(z,t)$ is the complex field envelope, the secondorder dispersion coefficient is $\beta 2(z) = <\beta 2>(1 + 0.2\sin(2\pi z/zm))$. The nonlinearity coefficient is $\gamma(z) = <\gamma>(1 - 0.028\sin(2\pi z/zm))$, zm is the modulation period. Average values are $<\beta 2> = -12.76\text{ps}^2/\text{km}$ and $<\gamma> = 8.2\text{W}^{-1}\text{km}^{-1}$. The $\beta 2(z)$ and $\gamma(z)$ are chosen to be corresponded to the parameters of DOF reported in [4]. Schrodinger equation was solved using symmetric split-step Fourier method.

The eigenvalue spectrum of initial solitons can be transformed using dispersion oscillation fiber. The output eigenvalues can be controlled by period of dispersion oscillation, time separation between initial pulses or by initial chirp.

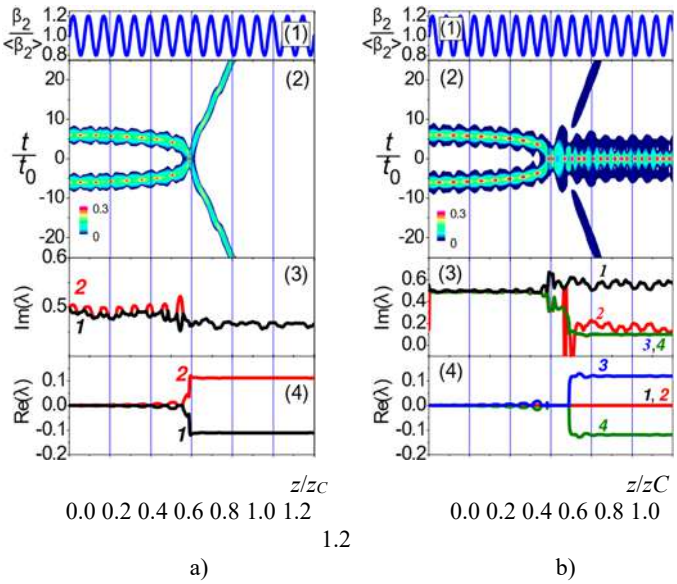


Fig. 1. Stimulated soliton collision under different modulation period: a) $z_m = 2.2$ km; b) $z_m = 2.4$ km. Other parameters are $t_0 = 1.135$ ps, $T = 6$, initial field is defined by eq. (1)

The proposed scheme for controlling eigenvalues does not require special type of nonlinearity, dispersion or gain. The scheme should prove useful for practical applications in alloptical devices including all-optical switching, wavelength autorouters, and logic gates. Eigenvalue modification in dispersion oscillating fiber can be used for preparing predefined sets of eigenvalues for the coding information in in eigenvalue communication systems.

References

1. *A. Hasegawa, T. Nyu*, J. of Lightwave Technol. 11, 395. 1993.
2. *M.I. Yousefi, F.R. Kschischang*. IEEE Trans. Inform. Theory, 60, 4312. 2014.
3. *S.T. Cundiff, A.M. Weiner*. Nat. Photon., 4, 760. 2010.
4. *A.A. Sysoliatin, et al*. Opt. Express, 15, 16302. 2007.
5. *N.N. Akhmediev, A. Ankiewicz*. Solitons – Nonlinear Pulses and Beams. 1st edn. Chapman & Hall, 1997.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОДХОДОВ И ПРОБЛЕМ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СИСТЕМАХ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АНАЛИЗА КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Балыбердин Алексей Викторович,
Финансовый университет при правительстве РФ, аспирант, Москва, Россия
balyberdinav@gmail.com

Аннотация
В данной статье рассмотрен комплексный подход машинного обучения для выявления аномалий в событиях кибербезопасности. Проведен краткий анализ существующих и актуальных методов обнаружения аномалий на сетевом потоке событий кибербезопасности. В работе сформулированы основные проблемы использования данных методов на практике, а также предложены пути их решения. В процессе анализа источников были сделаны выводы об основных тенденциях развития исследований комплексных моделей машинного обучения. По результатам анализа источников сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова
Машинное обучение, комплексные методы машинного обучения, информационная безопасность, средства защиты информации, инциденты кибербезопасности, анализ пользовательского поведения, анализ сетевого поведения, датасет.

Введение

В настоящее время наблюдается бурное развитие информационных технологий. Проникновение технологий во все сферы человеческой жизни приводит к цифровизации общества. Сейчас невозможно представить нашу жизнь без различных технических средств и цифровых сервисов. Информация представляет важную ценность для человека, общества и компании. Информация – это ресурс, использование которого позволяет получать компании и человеку необходимые блага (экономические, политические, культурные и т.п.). Информация для человека, компании и общества имеет разную ценность. К примеру, для компании информация позволяет создавать новые сервисы, оказывать услуги, развивать новые сферы бизнеса, оптимизировать и автоматизировать производственные процессы, развивать и внедрять новые технологии и т.п. Поэтому для развития компании информация становится особенно ценным ресурсом. В результате появляется необходимость в создании процессов хранения информации, её обработки, передачи и обеспечения безопасности.

В последнее время наблюдается тенденция к стабильному росту кибератак на инфраструктуру компаний с целью получения ценной информации или нанесения им ущерба (невозможность проведения платежей, сбои в работе финансовых сервисов, уничтожение критичной информации и т.п.). Злоумышленники постоянно совершенствуют собственные инструменты и тактики проведения атак на ресурсы компаний. Информация о новых атаках (к примеру, уязвимость 0 дня) часто бывает недоступна. Отсутствие сигнатур для обнаружения данного типа атак ставит под угрозу обеспечение информационной безопасности компании. Соответственно, для данных типов атак особый интерес представляют системы поведенческого анализа событий кибербезопасности. В данных системах используются алгоритмы машинного обучения.

Для их создания применяют различные подходы выявления поведенческих аномалий на событиях кибербезопасности. Основные подходы будут рассмотрены в данной статье.

Результаты исследований

В настоящее время аномалии выявляют по различным типам событиям КБ. В зависимости от типа событий кибербезопасности, на практике выделяют два класса средств защиты информации (СЗИ): User Behavior Analysis (анализ пользовательского поведения) и Network Behavior Analysis (анализ сетевого поведения). Данные системы необходимы для выявления новых аномалий и подозрений на инциденты кибербезопасности. Системы позволяют выявлять скрытые и новые типы атак злоумышленников на инфраструктуру компании. В каждой из этих систем реализованы статистические, вероятностные и другие алгоритмы, но в последнее время стали широко применяться в данных системах технологии машинного обучения. Разработка новых моделей, их обучение и поддержка ставят новые научные и инженерные задачи.

В поведенческих системах обычно применяют два подхода при разработке новых моделей машинного обучения: классический и комплексный (гибридный) подход [1]. Классический подход предполагает использование одного типа модели машинного обучения (один тип нейронной сети, один алгоритма машинного обучения и т.п.). При комплексном подходе используется сочетание нескольких технологий машинного обучения.

Разберем примеры исследований при комплексном подходе выявления аномалий. В статье [2] используются две технологии машинного обучения (комплексный метод): Gated Recurrent Unit (GRU) and Support Vector Machine (SVM). В большинстве случаев метод GRU применяется для обработки естественного языка, распознавания речи и классификация текста. GRU используется для задач двоичной классификации. Автор предлагает провести исследование на сетевом потоке событий КБ (события КБ с сетевых средств защиты информации) для систем обнаружения вторжения. В данной работе ставится задача обнаружения аномалий на основе метода машинного обучения нейронной сети GPU, выходным слоем которого будет применяться метод SVM. Предложенная комплексная модель достигает точности обучения ≈ 81,54% и точность тестирования составляет ≈ 84,15%, тогда как исходная GPU достигает точности обучения ≈ 63,07% и точности тестирования ≈70,75%.

В исследовании [3] предлагается использовать комплексный метод для выявления аномалий в режиме реаль-

ного времени. Описанный метод включает в себя компоненты, основанные на энтропийном, сигнатурном анализе и машинном обучении с использованием фрактального и рекуррентного анализа. Входные данные это датасет (набор данных) сетевого трафика и набора атак. В данном исследовании [3] лучших результатов удалось добиться при использовании классификатора случайного леса и нейронной сети. Точность выявления аномалий с использованием комплексного метода составила 98% [2].

В статье [4] предлагают использовать метод обучения без учителя для обнаружения аномалий. В данном методе применяется под пространственная кластеризация (SSC) и One Class метод опорных векторов (OCSVM). Предлагаемый подход оценивается с использованием известного набора данных NSL-KDD. Точность выявления аномалий с использованием данного метода составляет 95% [4].

В статье [3] приведен сравнительный анализ детектирования аномалий с использованием различных алгоритмов машинного обучения, в том числе с применением комплексного подхода. Наилучший результат по параметрам детектирования аномалий и обработки трафика при различной интенсивности событий КБ показал себя комплексный метод.

Рассмотренные выше модели и подходы показывают отличные результаты на тестовых и синтетических наборах данных, но на практике они сталкиваются со множеством дополнительных внешних факторов, что приводит к снижению их эффективности. В статьях [5, 6] рассматриваются проблемы, с которыми сталкиваются исследователи при разработке новых моделей. Ниже перечислены основные проблемы и пути их решения при использовании алгоритмов машинного обучения для выявления аномалий на практике:

- При проведении исследований используется ограниченное количество наборов данных. Существующие наборы данных не актуальны, обладают избыточной информацией и отсутствуют необходимые типы событий.
- Для решения данной проблемы предлагается формировать дата сеты для тестирования на обезличенных реальных событиях КБ. Также довольно часто датасет (набор данных) создают на синтетических данных.
- В научных исследованиях методы извлечения выборок для анализа отличаются друг от друга.
- Показатели для формирования оценки различны. Во многих исследованиях оценивается только точность теста. Проводимая оценка по одному показателю не может являться достоверной и объективной. Стоит отметить, что в некоторых исследованиях используют комплексную (интегральную) оценку, но в каждом отдельном исследовании применяют свой набор показателей, это приводит к невозможности сравнить результаты между собой.
- При анализе научных статей выявлено, что комплексная оценка позволяет достичь наиболее достоверного и объективного результата исследования. Исходя из этого предлагается использовать комплексную оценку при разработке моделей машинного обучения.
- Недостаточно внимания уделяется эффективности установки (развертывания), настройки и обучения моделей, поэтому большая часть исследований остается в лаборатории, независимо от сложности алгоритма и эффективности обнаружения в реальной сети.
- Во многих исследованиях рассматривают модель отдельно от её технической составляющей. Предлагается на первых этапах разработки моделей делать оценку степени сложности технической установки, настройки и эксплуатации будущих моделей.
- В исследованиях недостаточное внимание уделяется анализу и обучению моделей на событиях, поступающих в режиме реального времени.
- Выявление аномалий в режиме реального времени достаточно важный фактор использования моделей поведенческого анализа. Своевременное детектирование атаки позволяет оперативно реагировать на угрозу, тем самым повышает уровень информационной безопасности в компании.
- В исследованиях отсутствует сравнение скорости детектирования аномалий и инцидентов ИБ.
- Скорость обработки событий кибербезопасности и детектирование аномалий является важной составляющей при внедрении ML технологий. При создании моделей необходимо теоретически и практически рассчитывать показатель максимальной обработки событий в секунду для модели и проводить нагрузочные испытания.
- Для разработанных моделей машинного обучения отсутствует оценка необходимых технических ресурсов для реализации и внедрения их на практике.
- Оптимизация технических ресурсов является важной задачей при любом техническом внедрении. Архитектурная разработка должна быть важной составляющей при реализации новых моделей на практике. Предлагается на начальных этапах разработки составить архитектурную модель и рассчитать необходимые технические ресурсы.
- Отсутствуют результаты тестирования моделей на больших объемах данных в промышленной среде.

Заключение

В статье кратко рассмотрены основные подходы выявления аномалий в событиях кибербезопасности. В настоящее время более высокую точность выявления аномалий даёт применение комплексного (гибридного) подхода. Комплексных подход недостаточно проработан и требует дальнейшего исследования.

Комбинация различных технологий, элементов и алгоритмов машинного обучения предполагает широкую вариативность и новизну проводимых в дальнейшем исследований. В процессе анализа научных статей прослеживается тренд на исследование и разработку комплексных моделей машинного обучения поведенческого анализа.

В работе раскрыты основные проблемы, с которыми сталкиваются при разработке новых моделей машинного обучения. Их можно разделить на две группы: проблемы, связанные с практической реализацией и проблемы с методологическим построением. На ряд проблем, описанных выше, даются экспертные рекомендации, применение которых позволит снизить влияние негативных факторов при проведении исследований в направлении выявления аномалий на событиях кибербезопасности.

Использование систем поведенческого анализа для выявления аномалий повышают уровень информационной безопасности в компании.

Данные системы являются дополнительным средством обеспечения безопасности, но не единственным. Интерес к данным типам системам обусловлен тем, что они позволяют выявлять новые аномалии и инциденты кибербезопасности.

Литература

1. *Браницкий А.А., Котенко И.В.* Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак // Тр. СПИИРАН, 2016, выпуск 45. С. 207-244.

2. ICMLC 2018, February 26–28, 2018, Macau, China, A Neural Network Architecture Combining Gated Recurrent Unit (GRU) and Support Vector Machine (SVM) for Intrusion Detection in Network Traffic Data, Abien Fred M. Agarap, https://arxiv.org/abs/1709.03082.

3. Computer Science Department, Prince Sattam Bin Abdulaziz University, Aflaj, Saudi Arabia, Available online 24 June 2021, Abed Saif Alghawli, Complex methods detect anomalies in real time, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016821003951.

4. Tsinghua science and technology, ISSN ll107-0214 02/11, pp. 146-153, doi: 10.26599/t st. 2019. 9010051. Vol. 26. No. 2, april 2021. *Guo Pu, Lijuan Wang, Jun Shen, Fang Dong*. A Hybrid Unsupervised Clustering-Based Anomaly Detection Method, https://ieeexplore.ieee.org/document/9147152.

5. *Mostofa Ahsan, Kendall E. Nygard, Rahul Gomes, Md Minhaz Chowdhury, Nafiz Rifat, Jayden F Connolly*. Cybersecurity Threats and Their Mitigation Approaches Using Machine Learning // Journal of Cybersecurity and Privacy. Jule 2022, https://doi.org/10.3390/jcp2030027.

6. Nuclear engineering, “Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity // Journal of Electrical engineering. Electronics. May 15 2018, https://ieeexplore.ieee.org/document/8359287.

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА УДАЛЁННУЮ РАБОТУ

Губенко Инна Михайловна,
Российский университет транспорта, доцент, кандидат физико-математических наук, Москва, Россия;
Институт Проблем Безопасного Развития Атомной Энергетики (ИБРАЭ) РАН,
научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, Москва, Россия
img0504@yandex.ru

Аннотация

Целью данной работы является анализ возможных рисков информационной безопасности (ИБ), связанный с массовым, стремительным и часто внезапным переходом на дистанционный режим работы персонала в связи с форс-мажорными обстоятельствами, в том числе, например, с пандемией коронавирусной инфекцией, и разработка современных организационно-технических рекомендаций для обеспечения защиты конфиденциальной информации в соответствии с требованиями правого Регулятора – Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК).

Ключевые слова

Информационная безопасность, риски информационной безопасности, удаленное рабочее место, требования регуляторов, ФСТЭК, информационное право.

Введение

Последние несколько лет как в России, так и во всем мире, одним из инструментов профилактики заражения короновирусной инфекцией была самоизоляция. Это не касалось только заболевших граждан, несколько раз в России были объявлены дни тотальных локдаунов, а также перевод на удаленный режим работы лиц группы риска и/или 30 % сотрудников. Часто такой вынужденный переход был довольно внезапным, что накладывало дополнительную ответственность на ИТ- и ИБ- службы по переводу всех бизнес-процессов компаний в режим онлайн.

В данной статье речь пойдет о рисках информационной безопасности (ИБ), связанных с быстрым массовым переходом на удаленный режим работы, мерах по их снижению, а также анализ требований по безопасности регулятора ФСТЭК [1,2]. На сегодняшний день в научной литературе таких обзоров не проводилось.

В работе выделены наиболее распространенные риски безопасности. Рассмотрено, какие компании и сектора экономики в целом находятся в зоне наибольшей уязвимости. Обсуждаются проблемы, которые могут возникнуть при соблюдении требований безопасности, сформулированных Регулятором. В статье приводится меры, применимые для большинства организаций малого и среднего бизнеса, обладающих правом доступа и управления конфиденциальной информацией. Для предприятий, сотрудники которых управляют особо значимыми объектами критической информационной инфраструктуры обоснована невозможность перехода на дистанционный режим работы даже во время пандемии. В заключении настоящей статьи отмечается, что, вероятно, в дальнейшем в рекомендации ФСТЭК России будут внесены поправки и дополнения, исходя из практического опыта и особенностей того или иного предприятия.

Результаты исследований

Сначала разберем, какие компании и сектора экономики в целом находятся в наибольшей зоне уязвимости.

Согласно экспертам из AT Consulting и Техносерв [3], к таковым относятся: государственные учреждения, промышленные предприятия и финансовый сектор. В зоне особого внимания государственных организаций находится вся конфиденциальная информация (персональные данные, служебная и профессиональные тайны), поскольку при переходе на удаленный режим работы увеличивается риск несанкционированного доступа (НСД) к подобного рода сведениям и/или воздействию на их носители.

Риски ИБ в финансовых учреждениях связаны с тем, что персонал при переводе своего рабочего места из офиса домой может злоупотребить копированием данных, в том числе и персональных данных клиентов. В дальнейшем это влечет риски, связанные с утечкой таких данных во внешние источники.

Промышленные предприятия особенно серьезно рискуют при переходе на онлайн-режим работы функций управления/ воздействия на технологические процессы, поскольку это может нести угрозы непрерывности производства и безопасности промышленных объектов [3].

Отдельно необходимо отметить СМИ, так как сайты с информационными ресурсами в руках хакеров могут стать платформой для распространения вредоносного ПО, влекущего дальнейшее заражения ПК пользователей, или же размещения нежелательных политических и/или социальных высказываний, или вовсе подвергнуться DDoS атаке.

Особый интерес для злоумышленников может вызывать сервисы онлайн-обучения, доставки и другие ресурсы, где имеется доступ к медиаконтенту. Как результат, например, может случится модификация контента.

Подвержен рискам ИБ и малый бизнес, поскольку этому сектору характерна низкая культура в вопросах обеспечения информационной безопасности и зачастую слабая зрелость информационных процессов. Владельцы и персонал часто со своих личных устройств, на которых может отсутствовать антивирус, подключаются корпоративным ресурсам, что существенно увеличивает риски взлома рабочего почтового ящика, утечек посредством фишинга и т.п. Часто устройства делят несколько членов семьи между собой. Следовательно, возникает еще одна категория проблем - связанная с невозможностью контроля передачи информации третьим лицам, проживающим с сотрудником компании, имеющим доступ к конфиденциальной информации.

Вопросы безопасности также касаются популярных программ, предназначенных для видеоконференций, ставших столь популярными во время пандемии. Изве-

стен случай об утечке нескольких тысяч записей видеозвонков сервиса ZOOM в интернет. Zoom присваивает видеозвонкам открытые идентификаторы (PMI) и не шифрует подключение, в результате чего записи можно было найти при помощи онлайн-поиска [4].

При переходе персонала на режим Home-Office существует также такая категория риска как перебои электроэнергии, ведь многие во время изоляции переезжали за город.

Таким образом, самыми распространёнными рисками ИБ при переводе сотрудников на дистанционный режим работы следует отнести утечку конфиденциальной информации, заражение вредоносными программами и НСД к корпоративной информации.

Проанализируем требования регуляторов. 20 марта 2020 г. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) выпустила рекомендации по обеспечению ИБ объектов критической инфраструктуры (КИИ) для операторов, работающих удаленно [1]. Требования носят рекомендательный характер и включают в себя выделение отдельного домена на удаленных сотрудников, включение средств двухфакторной аутентификации, использование на рабочих местах средства криптографической защиты информации (VPN-клиент), идентификацию удаленных ПК по MAC-адресам с предоставлением им доступа к внутренним ресурсам методом “белого списка”.

В целом, сложность при выполнении требований Регулятора заключается в том, что поставка и внедрение могут занять существенное время, следовательно, возникает необходимость использования триальных лицензий и максимально адаптировать штатные механизмы защиты системного ПО [6].

Однако, главная проблема по выполнению требований ФСТЭК возникает у операторов государственных операционных систем. Им запрещено работать со служебной информацией с личных устройств, поэтому операторам необходимо дожидаться предоставления работодателем служебной техники. Вдобавок, по постановлению Правительства РФ от 3 декабря 2020 г. № 2013 «О минимальной доле закупок товаров российского происхождения», государственные организации должны в этом году покупать не менее 50% российских ноутбуков для своих сотрудников при обновлении своего компьютерного парка. Это значительно сужает их возможности по закупке новой техники и выдаче ее в личное пользование сотрудникам [5, 7].

Если мы говорим об управлении автоматизированными системами управления (АСУ) и процессами, которые являются значимыми объектами инфраструктуры, то переход на дистанционную работу операторов и вовсе невозможен.

23 июня 2021 г. ФСТЭК России выпускает Информационное сообщение об утверждении требований к средствам обеспечения информационной безопасности дистанционной работы в информационных (автоматизированных) системах. С полным его текстом можно ознакомиться на сайте Ведомства [2]. Данные рекомендации касаются защиты объектов КИИ при удаленной работе от НСД, взлома, заражений вредоносным ПО, сбоев в ключевых бизнес- процессах, утечек конфиденциальной информации. Рекомендации включают в себя организационные меры по защите информации, приобретение дополнительных средств двухфакторной аутентификации, необходимость отдельного домена для сотрудников, работающих дистанционно, и также носят рекомендательный характер.

Проблемы при соблюдении обновленных требований ФСТЭК те же: трудность их реализации из-за особенностей ИТ-инфраструктуры, времени на их развертывание, сложности с достаточным количеством техники на складах, недостатка финансовых и кадровых и ИТ- ресурсов.

Помимо этого, в обоих Документах обозначено требование со стороны работодателя, заключающееся в мониторинге обеспечения защиты КИИ и реагировании на инциденты, связанные с ними. В кратчайшие сроки решить эти задачи максимально проблематично. Если вопросы по управлению на компьютерные инциденты можно переложить на внешние аналитические агентства, то мониторинг за обеспечение ИБ на домашнем ПК во многом зависит от самих сотрудников (самостоятельная установка и обновление антивирусного ПО, недопущение до ПК третьих лиц и др.).

Несмотря на рекомендательный характер мер, выработанных ФСТЭК и все трудности, связанные с их исполнением, следует понимать, что в случае возникновения инцидента информационной безопасности, ответственное за КИИ лицо может понести ответственность вплоть до уголовной (ст. 274.1 и ст. 293 УК РФ). Следовательно, не стоит пренебрегать требованиям Регулятора.

Рассмотрим мероприятия по обеспечению защиты информации при переходе на удаленный режим работы. Проанализировав основные ИБ риски, связанные с переходом на дистанционный режим работы, и требования ФСТЭК по их минимизации, обозначим меры по обеспечению защиты информации.

Если говорить о сотрудниках, работающих с информацией, составляющей государственную тайну, или же, если они имеют отношение к значимым объектам КИИ, то удалённая работа в соответствии с Законодательством РФ невозможна. В там случае целесообразно изменить график работы (перевести на сменный режим) и усилить меры профилактики заражения коронавирусной инфекцией на рабочем месте (масочно-перчаточный режим, соблюдение социальной дистанции, дезинфекция).

В остальных случаях, создать и внедрить защищенную среду для работы с информацией, а именно:

– у сотрудника, выходящего на дистанционный режим работы, должен быть отдельный ПК или хотя бы отдельная личная учетная запись;

– двухфакторная аутентификация при подключении VPN и доступе к корпоративной почте;

– использовать для работы терминальный доступ к рабочим станциям сотрудников внутри VPN-соединения, так как домашние устройства крайне редко отвечают требованиям безопасности. Подключение работников к своим рабочим местам позволит снизить угрозы, а также поможет им эффективнее работать в домашних условиях [3];

– использовать собственные средства для хранения данных (включая внутренние облачные сервисы);

– создание унифицированного доступа к информационным ресурсам;

– блокировка экрана;

– создание централизованной поддержки, администрирования и мониторинга всех устройств по периметру сети;

– мониторинг установки и обновления антивирусного ПО на удаленных рабочих местах;

– создание группы реагирования на инциденты ИБ или заключить договор с внешними экспертами на случай, если ситуация станет критической;

– для дистанционных конференций использовать средства, надежно обеспечивающие режим конфиденциальности переговоров;

– ИТ-специалистам рекомендуется тестировать ИТ-системы на предмет устойчивости к DDoS-атакам.

Таким образом, выделены основные организационно-технические мероприятия по защите конфиденциальной информации при удаленном режиме работы в соответствии с требованиями ФСТЭК.

Заключение

В работе проведен анализ возможных рисков ИБ, связанный с переходом на дистанционный режим работы персонала в связи пандемией коронавирусной инфекцией, который носил стремительный и массовый характер, начиная с 2020 г. во всем мире, в том числе и в России.

В статье представлена разработка современных организационно-технических рекомендаций для обеспечения защиты конфиденциальной информации в соответствии с требованиями правого Регулятора – Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК). Обсуждаются проблемы, которые могут возникнуть при соблюдении требований безопасности, сформулированных Регулятором. Вероятно, в дальнейшем в рекомендации ФСТЭК России будут внесены поправки и дополнения, исходя из практического опыта и особенностей того или иного предприятия.

В данной работе представлен обзор на примере пандемий коронавирусной инфекции, бушевавшей с 2020 г. на территории России, однако результаты могут быть применены к другим случаям быстрого и резкого перехода персонала на удаленный режим работы.

Литература

1. Письмо ФСТЭК России от 20 марта 2020 г. N 240/84/389. Рекомендации по обеспечению безопасности объектов критической информационной инфраструктуры при реализации дистанционного режима исполнения должностных обязанностей работниками субъектов критической информационной инфраструктуры.
2. Информационное сообщение ФСТЭК России от 23 июня 2021 г. N 240/24/3057. Федеральная служба по техническому и экспортному контролю. Информационное сообщение об утверждении требований по безопасности информации к средствам обеспечения безопасной дистанционной работы в информационных (автоматизированных) системах.
3. Домашний офис под защитой // Москва. [Электронный ресурс]: https://rspectr.com/articles/609/domashnij-ofis-pod-zashitoj (дата обращения 01.02.2022).
4. RSpectr.com: Домашний офис под защитой // Москва. [Электронный ресурс]: https://www.reksoft.ru/blog/2020/04/10/office_home_protection/ (дата обращения 11.02.2022).
5. ФСТЭК разработала требования безопасности к оборудованию для удаленной работы // Москва. [Электронный ресурс]: https://habr.com/ru/news/t/542830/ (дата обращения 19.01.2022).
6. RuБеж: Эксперты оценили рекомендации ФСТЭК о переходе на удаленную работу // Москва. [Электронный ресурс]: https://ru-bezh.ru/kompanii-i-ryinki/news/20/03/31/ekspertyi-oczenili-rekomendaczii-fstek-o-perexode-na-udalennuyu (дата обращения 22.01.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 3 декабря 2020 г. № 2013 "О минимальной доле закупок товаров российского происхождения".

ОБЗОР СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕКСТОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Епифанцев Сергей Владимирович,
Московский технический университет связи и информатики, магистрант,
g-one@ya.ru

Верба Вера Алексеевна,
Московский технический университет связи и информатики, к.т.н., доцент,
ЧУ ВО «Институт государственного администрирования»,
verba@list.ru

Аннотация

С каждым днем Интернет становится все более неотъемлемой частью жизни людей. С каждым годом у пользователей появляется все больше возможностей сокрытия своей личности в сети Интернет. Данная особенность привлекает не только обычных пользователей, но и злоумышленников, которые чувствуют себя более спокойно при совершении противоправных действий в сети Интернет. Однако средства анонимизации могут оказаться бесполезными, если идентификация пользователей производится по характеристикам текстов. В рамках данной статьи рассматриваются структурные характеристики текстов, которые могут быть использованы при идентификации Интернет-пользователей по текстам, которые они публикуют.

Ключевые слова

Интернет, анонимность, публикации, идентификация, структурные характеристики текстов, информационная безопасность

Введение

Вопрос сохранения анонимности в сети Интернет с каждым днем становится все актуальнее. Поэтому для обеспечения анонимности в сети Интернет предлагается множество вариантов: от использования выдуманных данных до использования специализированного программного обеспечения, которое позволяет подменять либо скрывать информацию о техническом средстве, с которого ведется работа и, соответственно, о человеке.

Однако, вместе с повышением анонимности Интернет-пользователей возникает вопрос, связанный с ростом количества преступлений, совершаемых через Интернет. Одной из причин повышения количества преступлений, совершаемых через Интернет, является то, что пользователи сети Интернет, совершающие правонарушения, чувствуют свою безнаказанность. Чувство безнаказанности, в свою очередь, связано с высоким уровнем анонимности.

Обычные пользователи сети Интернет тоже используют различные средства анонимизации для того, чтобы скрыть свою личность. При использовании средств анонимизации Интернет-пользователи считают, что не их невозможно идентифицировать.

Есть ряд признаков, которые позволяют идентифицировать человека, даже при использовании средств анонимизации. Для идентификации Интернет-пользователей могут быть использованы тексты, которые публикуются пользователем. Возможность использования текстов для идентификации связана с тем, что текст имеет множество различных характеристик. Каждая характеристика по отдельности не дает возможности идентифицировать пользователя, однако использование совокупности характеристик позволяет с высокой вероятностью идентифицировать Интерет-пользователя. Одним из видов характеристик, которые могут быть использованы при идентификации являются структурные признаки.

В данной статье приведен обзор структурных признаков, которые могут использованы для идентификации Интернет-пользователей по текстам, которые пользователь пишет.

Результаты исследований

Структурными признаками текстов называются признаки, которые позволяют отразить то, как пользователь представляет свой текст. Структурные признаки текстов включают в себя признаки, которые позволяют охарактеризовать логическую организацию текста, какие-то особенности в структуре текста.

Использовать структурные характеристики, как один из видов характеристик, для идентификации Интернет-пользователей предлагается в статье [1].

В статье [2] авторы сообщают о возможности использования таких признаков, как сокращения, эмотиконы, хэштэги. Данные признаки можно отнести к структурным признакам текстов.

В качестве структурных характеристик текста могут быть использованы следующие характеристики:

- частота употребления гиперссылок;
- частота употребления символа новой строки;
- частота применения к тексту курсива;
- частота применения к тексту полужирного начертания;
- частота применения к тексту подчеркивания;
- частота употребления сокращений;
- частота употребления эмотиконов;
- частота употребления хэштегов;
- частота использования картинок.

Частота употребления гиперссылок показывает то, как часто пользователь ссылается на какие-либо источники. Частота использования гиперссылок является показателем, который может очень сильно различаться для разных пользователей. Связано это с тем, что не многие пользователи, относительно общего числа пользователей сети Интернет, имеют большую частоту использования гиперссылок [3].

Данный показатель будет не сильно информативным, если в тексте не используются гиперссылки, однако, в случае использования очень большого количества гиперссылок, данный показатель позволит повысить качество идентификации пользователя.

Символ новой строки означает конец абзаца и, соответственно, начало нового абзаца. Таким образом, частота употребления символа новой строки является показателем, который характеризует разбиение текста по абзацам.

Данный показатель может использоваться для идентификации Интернет-пользователей, так как размер абзаца может сильно отличаться для различных пользователей.

Под форматированием текста понимается применение к тексту курсива, полужирного начертания и подчеркиваний.

Частота применения форматирования к тексту может являться показателем, использующимся для идентификации Интернет-пользователей, в связи с тем, что частота использования различных видов форматирования отличается для разных пользователей. Например, часть пользователей отказывается от использования форматирования текста [4].

Таким образом, в случае сильного отличия показателя частоты применения форматирования к тексту от среднего значения, которое характерно для большинства пользователей, данный показатель позволит повысить качество идентификации конкретного пользователя.

При написании текстов могут использоваться сокращения различных слов. Однако, частота использования сокращений в тексте может очень сильно различаться для различных пользователей. Поэтому использование данного показателя позволит повысить качество идентификации Интернет-пользователей [5].

Использование эмотиконов при общении в сети Интернет – частое явление. Однако, есть ряд пользователей, которые очень редко используют эмотиконы и которые используют эмотиконы очень часто. Однако средняя частота употребления эмотиконов также может использоваться при идентификации Интернет-пользователей.

Хэштеги, как правило, применяются при общении в социальных сетях. Частота использования хэштегов может сильно различаться для разных групп пользователей. Однако, даже в социальных сетях хэштеги используются не во всех видах текстов. В связи с этим, при использовании частоты применения хэштегов в качестве показателя для идентификации Интернет-пользователей важно оценивать уместность использования хэштегов в текстах, которые пишут пользователи, так как если все авторы в определенном виде текстов не используют хэштеги, то данный показатель не сможет повысить качество идентификации Интернет-пользователей.

Заключение

В рамках данной статьи были рассмотрены структурные признаки, которые могут быть использованы для идентификации Интернет-пользователей. К структурным признакам, которые могут использоваться для идентификации Интернет-пользователей можно отнести следующие признаки:

- частота употребления гиперссылок;
- частота употребления символа новой строки;
- частота применения к тексту курсива;
- частота применения к тексту полужирного начертания;
- частота применения к тексту подчеркивания;
- частота употребления сокращений;
- частота употребления эмотиконов;
- частота употребления хэштегов;
- частота использования картинок.

Важно помнить, что данные признаки не могут быть использованы для идентификации по одиночке. При идентификации необходимо использовать совокупность различных признаков. Кроме того, при идентификации пользователей необходимо также использовать характеристики текстов, относящиеся к другим видам характеристик. Примерами таких характеристик могут являться, например, синтаксические характеристики текстов.

Литература

1. *Воробьева А.А.* Отбор информативных признаков для идентификации Интернет-пользователей по коротким электронным сообщениям // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1. С. 117-128. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-117-128

2. *Гомзин А.Г., Кузнецов С.Д.* Методы построения социодемографических профилей пользователей сети Интернет // Труды ИСП РАН. 2015. №4.

3. *Воробьева А.А., Позволенко В.А., Коробицына А.С., Шарафиев А.А.* Межсайтовая лингвистическая идентификация интернет-пользователей // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 3. С. 447-456. doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-3-447-456

4. *Воробьева А.А., Гвоздев А.В.* Идентификация анонимных пользователей Интернет-порталов на основании технических и лингвистических характеристик пользователя // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. №1 (89).

5. *Ретивина В.В., Пакина Т.А*. Возможности атрибуции текстов на основе теоретико-информационного подхода // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2017. №1-2 (67).

МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПОСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ

Звежинский Станислав Сигизмундович,
МТУСИ, профессор кафедры ИБ, д.т.н., Москва, Россия,
zwierz@rambler.ru

Миронов Михаил Анатольевич,
АО «НПК «Дедал», начальник отдела, Дубна, Московская область, Россия,
mironov_ma@dedal.ru

Аннотация

В современном мире и на границах России роль систем физической защиты важных объектов государственнообразующей инфраструктуры (ТЭК, транспорт, госграница и пр.) неуклонно повышается. Разработана математическая модель рубежа видеоохраны, реализуемая с помощью наземных ПТН, расположенных вдоль периметра объекта. Предложена обобщенная методика выбора оптимального расстояния между постами наблюдения в типовой ситуации.

Ключевые слова

Территориально распределенный объект, пост технического наблюдения, система технического зрения, критерий обнаружения/распознавания Джонсона.

Введение

Понятие «защита информации» в широком смысле слова включает не только известные программно-аппаратные методы и меры (криптография, защита от утечек по техническим каналам и пр.), но и защиту объектов и территорий от физических вторжений и действий внешних злоумышленников, способных нанести ущерб не только материальной или информационной инфраструктуре страны, но и безопасности, здоровью и жизни граждан. Только человек, как носитель естественного интеллекта (не путать с т.н. искусственным) является единственным источником принципиально новой, креативной информации, поэтому преждевременная гибель (болезнь, травма и пр.) людей – это непоправимый урон глобальной информационной среде. В современных условиях нарастания военных угроз в мире, надежная техническая и физическая охрана и защита важных и объектов приобретает решающее значение, что отражено в Стратегии национальной безопасности и Доктрине информационной безопасности России [1, 2].

Система физической защиты (СФЗ), как подсистема комплексной системы защиты информации объекта, обеспечивает противодействие внешним угрозам материального характера. Чем важнее и больше объект, тем сложнее обеспечить высокую эффективность СФЗ, под которой обычно понимается полезный эффект (результативность), например, стоимость оцениваемого предотвращенного ущерба, приведенного к затратам на создание соответствующей системы защиты [3].

В 60-80-е годы прошлого века защита сухопутной границы СССР, а также периметров важных и особо важных объектов (например, гидроэлектростанции, нефтепродуктопроводы, аэропорты и пр.) осуществлялась, как правило, войсковым способом, с привлечением большого контингента вооруженного личного состава, с обязательным использованием сплошных заграждений (заборов), обеспечивающих в том числе задержку продвижения нарушителей, важную в тактическом плане [4]. Это было весьма результативно (обеспечивалась равнопрочность рубежа, нейтрализовалось абсолютное большинство нарушителей), но малоэффективно. Например, такая система защиты сухопутной госграницы протяженностью более 17 тыс. км требовала постоянных огромных финансовых вливаний на поддержание работоспособности. И как только в стране «кончились» деньги (в начале 90-х годов прошлого века), «кончилась» и эта система, распавшись на отдельные фрагменты, которые продолжали функционировать еще несколько лет.

В отличие от таких территориально распределенных СФЗ, более «компактные», но также важные объекты условно «городской» инфраструктуры (ведомства, военные базы, банки и пр.), как у нас, так и за рубежом, продолжают защищаться войсковым способом (у нас чаще всего – с привлечением Росгвардии) с обязательным возведением вокруг них сплошных сигнализационных заграждений. Другого для охраны важных «компактных» объектов, где время упреждения (с момента обнаружения нарушителя до реакции охраны) относительно мало, не предложено [5]. Но это требует повышенного финансирования, на которое идут ввиду значимости угроз.

Там же, где внешние угрозы хоть и велики, но «размазаны» по большой длине периметра территориально распределенного объекта, а важные цели (нарушителя) находятся на некоторой тактической глубине, войсковой тип СФЗ признан неэффективным. Во многих странах принята целесообразной стратегия охраны больших объектов и территорий, основанная на незаградительной и не войсковой концепции с широким использованием различных средств охранной сигнализации (в основном, маскируемых или малозаметных) и, самое главное, систем технического зрения (СТЗ), работающих в видимом и инфракрасном диапазонах длин волн [6].

Такие системы реализуются на базе постов технического наблюдения (ПТН), которые располагаясь вдоль линии (периметра) на некоторой дистанции $\boldsymbol{L}$ друг от друга, оснащаются системами технического зрения (СТЗ) в составе таких оптико-электронных средств наблюдения как телевизионные камеры (ТВК) и тепловизоры (ТПВ). При этом в области технического зрения определены два основных понятия, устанавливающие соответствующие критерии оценки (обычно оператором, но и в автоматическом режиме тоже) получаемых изображений:

1) обнаружение, как выделение «пятна» возможной цели, контрастно отличимого от фона;

2) распознавание, как отнесение обнаруженной цели («пятна») к некому классу объектов (например, человек/автомобиль).

Для увеличения эффективности видеоохраны (уменьшения погонной стоимости рубежа) требуется увеличивать дистанцию между ПТН, однако это приводит к снижению сигнализационной надежности. Поэтому прогнозируется некий оптимум, обеспечивающий заданную вероятность обнаружения/распознавания нарушителей P_0/P_P. Пиксельный формат фоточувствительной матрицы позволяет использовать известный критерий Джонсона для связи этих вероятностей с техническими параметрами СТЗ, определяющими, в конечном итоге, величину L [7].

Целью работы является разработка модели и обобщенной методики для определения оптимальной дистанции между наземными ПТН.

Базовая модель видеоохраны территории

На рисунке 1 приведена схема территории под видеоохраной двух ПТН, расположенных на дистанции L друг от друга. Точка размещения ПТН1 выбрана началом декартовой системы координат xOy. Цель – человек, перемещающийся в направлении «к нам» – имеет текущие координаты (x_0,y_0), и может быть представлена в виде эквивалентного квадрата со стороной (габаритом) H =0,75 м (для автомобиля 2,3 м). Полагается, что высота размещения СТЗ удовлетворяет условию прямой видимости цели, которая имеет полезный контраст (яркости/температуры) с фоном, достаточный для ее надежного обнаружения/распознавания [7].

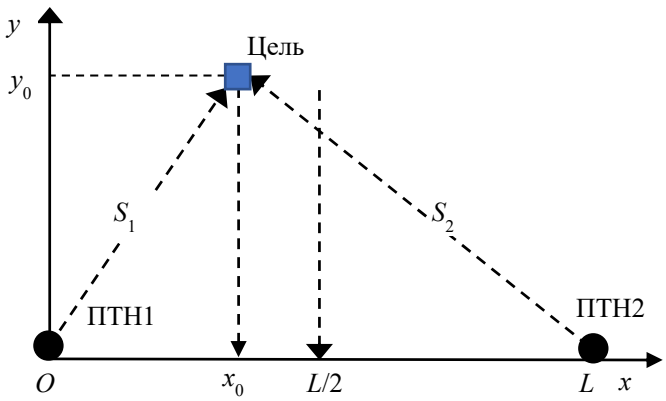


Рис. 1. Базовая схема видеоохраны рубежа ПТН1 и ПТН2, расположенных на дистанции L друг от друга

Число пикселей m, приходящихся на изображение цели на фоточувствительной матрице, определяется из оптического геометрического подобия [7]:

$$m = \frac{H \cdot f}{S \cdot \Delta} \qquad (1)$$

где H – эквивалентный размер цели, $S = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$ – расстояние от ПТН до цели (рис. 1); f – фокус объектива ТВК/ТПВ; Δ – размер пикселя матрицы, определяющий ее разрешение $R_M = 1/(2\Delta)$.

Число пикселей по горизонтали (матрицы) $N_Г$ и размер Δ пикселя определяют величину угла зрения:

$$\varphi = 2\mathrm{arctg}\left(\frac{N_Г \Delta}{2f}\right) \text{ рад.; для } \varphi \le 30 \text{ град. } f \cong \frac{N_Г \Delta}{\varphi}.$$

Как показано в [7], в соответствии с критерием Джонсона, выражения для оценки вероятностей P_o/P_p соответственно обнаружения/распознавания в зависимости от величины m имеют вид:

$$\left.\begin{aligned} m_0 &\cong 0,25 + 1,5\sqrt{-\ln(1-P_0)} \text{ – для обнаружения,} \\ m_р &\cong 1,0 + 6,0\sqrt{-\ln(1-P_р)} \text{ – для распознавания.} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Увеличение фокусного расстояния приводит к увеличению дальнодействия ТВК/ТПВ, однако это сужает угол зрения, ухудшая поисковые возможности оператора СТЗ, поэтому желательно как-то устранить эту зависимость. Кроме того, в (1) не учтено влияние разрешения объектива R_0 на ухудшение качества изображения.

Улучшенная модель видеоохраны территории

Прежде всего, влияние объектива на ухудшение качества изображения цели может быть оценено через разрешающую способность $R_Э$ связки «матрица + объектив»:

$$R_Э = \frac{R_0 \cdot R_M}{R_0 + R_M} \cong R_M \text{ при } R_0 >> R_M. \qquad (3)$$

Для новой модели, в отличие от (7), выдвинуты следующие тезисы. Во-первых, принято, что процессы обнаружения/распознавания цели двух ПТН, оснащенными одинаковыми СТЗ 1,2, протекают независимо, а фиксируемые события «суммируются» по логике «ИЛИ». Поэтому суммарная (системная) вероятность обнаружения/распознавания P_O^Σ/P_P^Σ суть:

$$P_0^\Sigma = P_0^1 + (1 - P_0^1) \cdot P_0^2; \; P_Р^\Sigma = P_Р^1 + (1 - P_Р^1) \cdot P_Р^2, \qquad (4)$$

где P_O^1, P_O^2 – соответственно вероятности обнаружения цели 1-м и 2-м ПТН; P_P^1, P_P^2 – соответственно вероятности распознавания цели 1-м и 2-м ПТН.

Во-вторых, введено понятие размера «эффективного пикселя» $\Delta_Э$, соответствующего такой эквивалентной разрешающей способности ТВК/ТПВ, что $R_Э = 1/2\Delta_Э$ В соответствии с (3) это означает:

$$\Delta_Э = \Delta + 1/2R_0 \qquad (5)$$

При движении цели «к нам» последней чертой ее гарантированного обнаружения/распознавания становится область пространства вблизи линии рубежа Ox, соединяющей ПТН1 и ПТН2 (рис. 1). Предложен критерий обеспечения гарантированного круглосуточного обнаружения/распознавания цели, где за обнаружение ответственен ТПВ, а за распознавание – ТВК, поскольку $\Delta_{ТПВ} >> \Delta_{ТВК}$. Для типовых условий можно принять требования:

$$P_0^\Sigma(ТВК) \ge 0,8; \; P_Р^\Sigma(ТВК) \ge 0,95 \qquad (6)$$

причем это должно быть справедливым для любой точки линии рубежа охраны.

Аналитически получено, что наихудшие условия обнаружения/распознавания соответствуют траектории перемещения цели, проходящей через середину расстояния L между ПТН1 и ПТН2 – на рисунке 1 это точка с координатами $(L/2, 0)$.

Эта точка является своего рода «критической» при выборе оптимальной дистанции между соседними ПТН, именно в ней должны быть соблюдены условия (6) критерия гарантированного обнаружения/распознавания. Поскольку для «наихудшей» траектории движения цели расстояния до 2-х ПТН (СТЗ) одинаковы, выражения (4) приобретают вид:

$$P_0^{\Sigma} = P_0^{1,2}(2 - P_0^{1,2}), \quad P_P^{\Sigma} = P_P^{1,2}(2 - P_P^{1,2}) \qquad (7)$$

По (7) могут быть рассчитаны параметры, соответствующие требуемым $P_0^{\Sigma}, P_P^{\Sigma}$; по ним оцениваем соответствующие дистанции:

$$L_i = \frac{2H \cdot f}{m_i \cdot \Delta_Э}, \; i = 1,2; \qquad (8)$$

Из них $L_m = \min\{L_i\}$ является искомой.

Увеличение фокуса f приводит к увеличению дальнодействия СТЗ, но одновременно уменьшает угол зрения φ по горизонтали (и по вертикали). Это в свою очередь уменьшает эффективность обнаружения цели (распознавание вторично и следует после). Практически при мониторинге территории обнаружение цели типа человек типично осуществляется в условно «среднем» угле зрения ~8…10 град.; распознавание типично осуществляется в угле зрения, меньшем в 2,5…3 раза.

При фиксированном φ выражения (8) имеют вид:

$$L(P_0^{ТПВ} = 0,8) = K_1 \frac{N_Г}{\varphi_0} F; \; L(P_P^{ТВК} = 0,95) = K_2 \frac{N_Г}{\varphi_P} F \qquad (9)$$

где $K_1/K_2 = 0,94/0,17$ $F = \left(1 + \frac{1}{2R_0 \cdot \Delta}\right)^{-1} = \left(\frac{R_0}{R_0 + R_M}\right)$.

Полученное выражение (9) для оценки дальнодействия СТЗ и дистанции L не зависит от величины фокусного расстояния при условии задания углов зрения (для ТВК $\varphi_0 \approx 8$ град. = 0,14 рад., для ТПВ $\varphi_P \approx 3$ град. = 0,052 рад.). Это позволяет уйти от «лукавых» цифр различных производителей СТЗ, которые при оценке дальнодействия всегда опираются на максимальный фокус. Согласно (9) оптимальная величина L определяется: 1) коэффициентами, отражающими критерий Фишера (K_1 - обнаружение, K_2 - распознавание); 2) форматом матрицы ($N_Г$); 3) ***F***-фактора, зависящего от разрешения матрицы и объектива СТЗ.

Обобщенная методика определения оптимального *L*

Полученные выражения (3-9) в рамках разработанной математической модели видеоохраны позволяют обосновать обобщенную методику оценки оптимального расстояния между двумя соседними ПТН в виде последовательности следующих шагов (действий).

1. Определение типа (класса) обнаруживаемой цели – человек, автомобиль и т.д., и оценка соответствующего эквивалентного габарита H = 0,75 м; 2,3 м и т.д.

2. Уяснение и признание того, что при отсутствии освещения или подсветки охраняемого рубежа обнаружение цели осуществляется, главным образом, ТПВ (из состава СТЗ), а распознавание – ТВК (при условно «хорошей» погоде).

3. Задание гарантированных параметров качества видеоохраны – вероятностей обнаружения целей P_O^{Σ} (например, не менее 0,8) и распознавания целей P_P^{Σ} (например, не менее 0,95). Расчет соответствующих коэффициентов, отражающих критерий Фишера (K_1 – обнаружение, K_2 – распознавание).

4. Определение ключевых параметров ТВК и ТПВ (из состава СТЗ), определяющих их способности по обнаружению нарушителей: Δ, $N_Г$, R_0. Расчет эквивалентной разрешающей способности ТВК и ТПВ.

5. Задание фиксированных (или устойчивых) значений фокусов объективов ТВК и ТПВ, например, φ_0(ТВК) = 8 град., φ_P (ТПВ) = 3 град.

6. Вычисление по (9) двух значений искомой дистанции.

7. Выбор из двух минимального значения L_{min}, которое и является искомым.

Последовательно осуществляя шаги 1-7, получаем оценку дистанции между соседними ПТН, которая гарантирует обнаружение/распознавание цели с заданным качеством.

Заключение

В результате исследования развит подход к рациональному построению видеомониторинга территорий пространственно-распределенных объектов посредством разнесенных наземных ПТН с СТЗ на основе ТВК и ТПВ. Разработанная на основе критерия Джонсона улучшенная модель обнаружения/распознавания целей и соответствующая методика позволяет определить максимальную дистанцию между ПТН, обеспечивая одновременно гарантированную надежность (вероятность обнаружения нарушителя) и минимальную погонную стоимость рубежа охраны.

Литература

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации: Утв. Указом Президента РФ от 2 июля 2021 г. № 400.

2. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации: Утв. Указом Президента РФ от 5 декабря 2016 г. № 646.

3. *Звежинский С.С., Иванов В.А.* Эффективность и результативность средств обнаружения // Безопасность: Достоверность: Информация. 2005. № 5. С. 64-70.

4. *Звежинский С.С., Иванов В.А., Сизов С.М., Трушин А.А.* Охрана сухопутных границ СССР во второй половине XX века // Специальная техника. 2007. № 1. С. 13-20; № 2. С. 14-24.

5. *Звежинский С.С.* Особенности организации охраны периметра крупных городских объектов // Алгоритм безопасности. 2017. № 2. С. 38-42.

6. *Звежинский С.С., Козлов С.А., Львов Д.Г.* Автономные посты технического наблюдения для охраны протяженных рубежей // Тр. межд. науч.-тех. конф. «Телекоммуникационные и вычислительные системы – 2018». М.: Горячая линия-Телеком, 2018. С. 273-276.

7. *Звежинский С.С., Парфенцев И.В.* Обнаружение и распознавание нарушителей в оптоэлектронных системах обнаружения // Радиотехника. 2010. № 2. С. 63-67.

МЕХАНИЗМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В NB-IOT СЕТЯХ И ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ УСТРОЙСТВ

Колесников Александр Владимирович,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент каф. "Информационная безопасность", к.т.н., Москва, Россия,
avkolesnikov@bmstu.ru

Басараб Михаил Алексеевич,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, зав. каф. "Информационная безопасность", д.т.н., Москва, Россия

Ключарев Петр Георгиевич,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент каф. "Информационная безопасность", д.т.н., Москва, Россия

Аннотация

NB-IoT является признанным стандартом глобальных сетей устройств ограниченной мощности (LPWAN). Каждый день по всему миру внедряются новые решения на основе технологий Интернета вещей в самые разнообразные сферы жизни – это системы мониторинга окружающей среды, системы обнаружения вторжений, все виды транспорта, автоматические парковки, трекеры, решения в области ЖКХ, носимые устройства и т.д. Поскольку большинство устройств питаются от встроенного источника, разработчикам приложений крайне важно разрабатывать программное обеспечение так, чтобы минимизировать энергопотребление и передачу данных, так как ожидается, что устройство IoT будет работать без замены батареи до 10 лет. Для решения этой задачи в стандарте уже предусмотрены соответствующие технологии и протоколы, задача разработчика состоит в том, чтобы правильно их реализовать. В работе приводятся результаты измерения энергопотребления NB-IoT устройства при работе с различными протоколами, уровнями сигнала и объемом передаваемых данных на реальной сети мобильного оператора. На основании проведенных экспериментальных исследований сделан вывод о нецелесообразности использования протоколов TCP и UDP в NB-IoT сетях.

Ключевые слова
NB-IoT, NIDD, TCP, UDP, энергосбережение

Введение

NB-IoT это технология связи в сетях мобильных операторов с поддержкой IoT. На сегодняшний день в мире развернуто более 115 LTE-M и 137 NB-IoT сетей [1], это ответ мобильных операторов на быстро растущий рынок решений в области Интернета вещей. Первая версия NB-IoT была описана в 2016 году в 13 релизе 3GPP [2], в ней делается упор на улучшение покрытия внутри помещений, поддержку большого количества устройств с низкой чувствительностью к пропускной способности, крайне низкую стоимость устройств, низкое энергопотребление и оптимизированную сетевую архитектуру [3].

Одним из ключевых аспектов решений в области Интернета вещей является способность устройств работать от аккумулятора до 10 лет, в первую очередь это связано с возможностью монтажа таких устройств в отдаленных или труднодоступных местах.

Устройство IoT может находиться в двух состояниях – ожидания и передачи, при этом для каждого из состояний существуют свои подходы к снижению энергопотребления [4].

Таблица 1

Обобщенные характеристики технологии NB-IoT

Требование	Реализация
Низкая стоимость устройств	Стандарт обеспечивает 15% снижение необходимого функционала модема в сравнении с устройствами Cat-1 8 релиза. Стоимость модуля может доходить до 2$ (2020 г.)
Большое число устройств	NB-IoT поддерживает до 55 000 устройств на одной базовой станции
Низкая скорость передачи	3GPP устанавливает скорость передачи 0,5-200 кБит/с входящего трафика и 0,3-180 кБит/с исходящего
Расширенное покрытие	MCL (Максимальное переходное затухание) до 164дБ
Высокая задержка передачи	Задержка восходящего трафика до 10 секунд
Низкое энергопотребление	До 10 лет работы от батареи при емкости 5Wh и передаче 200 байт в день восходящего трафика и 20 байт нисходящего при MCL 164дБ

Снижение энергопотребления в режиме ожидания:

- длительные периоды между обновлениями зоны отслеживания (TAU);
- расширенный режим прерывистого приема (eDRX);
- энергосберегающий режим (PSM).

Снижение энергопотребления в режиме приема/передачи:

- режим прерывистой передачи (cDRX);
- индикатор высвобождения ресурсов (RAI)

На энергопотребление IoT устройств значительное влияние оказывает выходная мощность сигнала, 14 релиз 3GPP вводит класс устройств с выходной мощностью сигнала в 14 дБм.

Стек протоколов для связи также оказывает влияние на потребление энергии устройством. Протокол в конечном итоге определяет не только объем передаваемой служебной информации, но и время, в течение которого устройство остается в подключенном состоянии, а также продолжительность периодов eDRX и PSM.

Протоколы могут использовать стандартный стек TCP/UDP/IP с подтверждениями доставки, шифрованием и без таковых, что оказывает значительное влияние на соотношение служебной информации к полезной нагрузке и в конечном итоге на энергоэффективность устройства.

Также устройствам NB-IoT доступен NIDD протокол передачи данных, при котором в цепочку доставки данных включен SCEF, что значительно сокращает объем передаваемых служебных данных.

Протоколы передачи данных в IoT

Различное соотношение служебной информации и полезной нагрузки, отказоустойчивость, алгоритмы повторной передачи, поддержание подключения в активном состоянии без непосредственной передачи данных – все эти факторы оказывают влияние на процесс передачи данных и как следствие на энергопотребление устройства.

В качестве транспортного протокола IP-стека приложения IoT поддерживают TCP и UDP, влияние которых на энергопотребление существенно отличается в пользу UDP. Это связано с тем, что TCP обеспечивает повышенную надежность передачи, контроль доставки сообщений и другие функции [5]. Это в свою очередь отражается на отношении объема передаваемых служебных данных к полезной нагрузке. Заголовок TCP содержит 10 обязательных полей общей длиной в 20 байт, при этом опционально дополнительное поле данных в заголовке может достигать 40 байт. Заголовок UDP состоит из четырех обязательных полей и достигает длины в 8 байт [5].

При использовании TCP/IP стека в приложения IoT уровень приложений чаще всего реализуется протоколами CoAP и MQTT [6,7,8].

NB-IoT устройства поддерживают передачу данных без использования IP стека в режиме NIDD с помощью SCEF или PtP SGi туннеля [9].

Экспериментальная оценка энергопотребления

Множество производителей предоставляют комплекты разработчика решений NB-IoT[10]. В качестве тестового устройства использовался отладочный комплект для разработки прототипов энергоэффективных устройств интернета вещей и сервисов от МТС [11]. Основная плата с микроконтроллером STM32L152RE и LTE-M/NB-IoT модулем SARA-R410M-02B от U-blox с классом мощности 23 дБм, поддерживающий IPv4/IPv6 стек, eDRX, PSM, TCP/UDP стек.

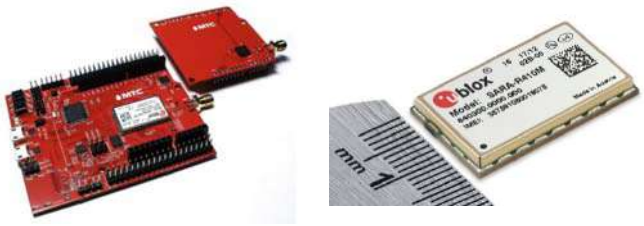


Рис. 1. Тестовое устройство

Для снятия показаний энергопотребления использовался многоканальный пробник мощности R&S RT-ZVC с источником питания R&S NGM202. Передача данных осуществлялась на реальной мобильной сети оператора с развернутой поддержкой NB-IoT.

В эксперименте оценивался уровень энергопотребления IoT устройства при передаче данных по протоколам TCP, UDP, TLS, а также NIDD.

Используемый в приложении стек протоколов в конечном итоге влияет только на время, в течение которого устройство находится в режиме приема и отправки данных. Чем меньше устройство занято передачей данных, тем быстрее оно сможет перейти в PSM и тем дольше проработает без замены элемента питания.

Для сравнения различных протоколов была проведена передача 100 пакетов данных по TCP и UDP общей длиной 5000 байт и 100 сообщений по NIDD такой же общей длины. Для каждой передачи инициализируется новый сокет, таким образом имитируется ситуация независимых друг от друга отправок данных.

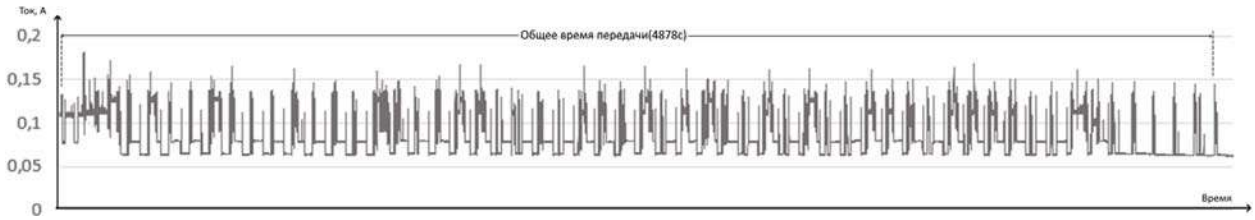


Рис. 2. Временная диаграмма потребляемого тока при передаче всех данных по TCP

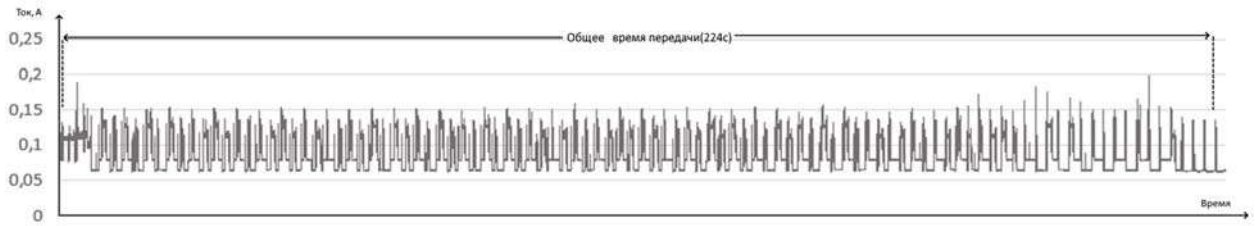


Рис. 3. Временная диаграмма потребляемого тока при передаче всех данных по UDP

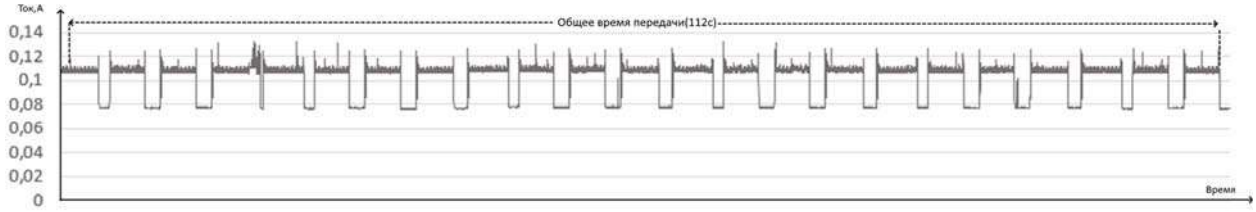


Рис. 4. Временная диаграмма потребляемого тока при передаче всех данных по NIDD

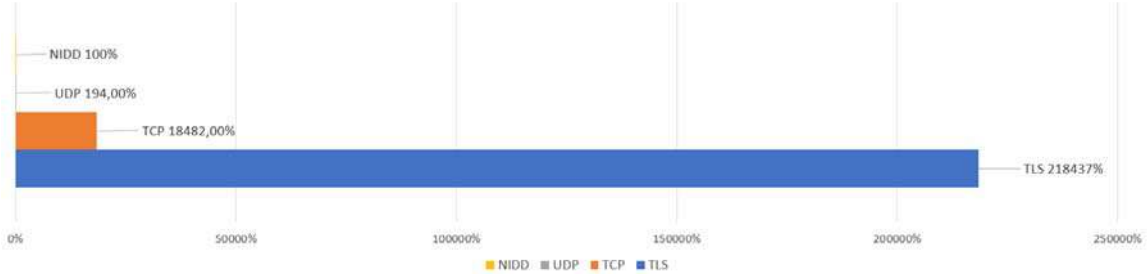


Рис. 5. Относительное энергопотребление устройства при использовании протоколов TCP, UDP, TLS относительно NIDD

В случае с TLS, для каждого пакета инициируется также процедура установления безопасного соединения. Также учтена минимально необходимая для успешной передачи задержка между сеансами передачи данных, чтобы уровень радиодоступа успевал передать полезную нагрузку и корректно отработали протоколы передачи данных.

Таблица 2

Потребляемая мощность устройства при использовании различных протоколов

Протокол	Общее время передачи, секунд	Общее время ожидания, секунд	Средняя потребляемая мощность, мВт
TLS	26141	1300	293,76
TCP	4878	2489	258,45
UDP	224	200	270,14
NIDD	112	100	278,39

Среднее энергопотребление у NIDD выше, это связано с низким временем ожидания передачи и доставки данных и минимальным временем, в течение которого устройство находится в режиме активной передачи данных. Отмечена значительная разница в энергопотреблении между TLS и NIDD (рис. 5).

При выборе протокола в пользовательских приложения также необходимо учесть, что такой важный механизм энергосбережения, как индикатор высвобождения ресурсов (RAI) может быть полноценно задействован только для NIDD и UDP, так как в TCP сокет должен быть явно закрыт после передачи данных.

Заключение

Энергоэффективность – важная характеристика IoT устройства, влияющая в конечном итоге на стоимость внедрения и обслуживания решений интернета вещей, для обеспечения которой в сетях NB-IoT предусмотрен ряд механизмов, рекомендуемых к реализации разработчикам программного обеспечения и устройств. Помимо предусмотренных механизмов энергосбережения на конечное время работы устройства без замены элемента питания также сильно влияет выбор протокола передачи данных.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что при использовании протокола NIDD в типовых сценариях удается достичь существенного уменьшения энергопотребления устройством по сравнению с использованием протоколов UDP (до двух раз) и TCP (до 185 раз). Это позволяет утверждать, что использование протоколов UDP и, особенно, TCP, в исследуемых сценариях нецелесообразно.

Литература

1. Mobile IoT LPWA - LTE-M & NB-IoT Commercial Launches [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gsma.com/iot/mobile-iot-commercial-launches/. Дата обращения 07.01.2024.

2. 3GPP TR 45.820. Cellular System Support for Ultra-Low Complexity and Low Throughput Internet of Things (CIoT). Technical Specification Group GSM/EDGE Radio Access Network, Release 13, 3GPP: Sophia Antipolis, 2016. 409 с.

3. NB-IoT – Enabling New Business Opportunities, Huawei Technologies Co., China, 2015. 23 с.

4. Mobile IoT Deployment Guide [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gsma.com/iot/resources/mobile-iot-deployment-guide/. Дата обращения 27.01.2024.

5. *Singh R., Tripathi P., Singh R*. A survey on TCP (transmission control protocol) and UDP (user datagram protocol) over AODV routing protocol, International Journal of Research, 2014. Т. 1. Вып. 7. С. 26-33.

6. *Riaz S., Sajid A., Kanwal M*. Performance Analysis of SSL/TLS, IJISET // International Journal of Innovative Science, 2014. Т.1. Вып. 6. С. 10-23.

7. *Tariq M.A., Khan M., Raza Khan M.T*. Enhancements and Challenges in CoAP – A Survey // Sensors. 2020. Вып. 21.

8. *Soni D., Makwana A*. A Survey on MQTT: A Protocol of Internet of Things (IoT) // International Conference on Telecommunication, India, 2017. С. 1-6.

9. General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/Specification Details.aspx?specificationId=849. Свободный. Дата обращения 27.01.2024.

10. Mobile IoT Development Kits [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gsma.com/iot/mobile-iot-development-kits/. свободный. Дата обращения 27.01.2024.

11. NB-IoT Development Kit [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://static.mts.ru/dpc_upload/images/specifikaciya.pdf, свободный. Дата обращения 27.01.2024.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАБОТЫ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ

Кривец Андрей Сергеевич,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, студент, Санкт-Петербург, Россия

Штеренберг Станислав Игоревич,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, к.т.н., доцент, Санкт-Петербург, Россия
krivets_2002@mail.ru

Аннотация
Сегодняшний мир необратимо заполняется киберфизическими системами, которые проникают во все сферы человеческой деятельности. И развитие таких технологий непременно ведёт за собой потребность в развитии мер защиты от этих самых технологий. Одним из основных механизмов, обеспечивающих сетевую безопасность, являются системы обнаружения вторжений (СОВ). В статье описаны решения, применяемые для создания СОВ с механизмами искусственного интеллекта (ИИ), выделен подвид ИИ, наиболее подходящий для этого, а также составлен прогноз относительно таких систем.

Ключевые слова
Системы обнаружения вторжений, искусственный интеллект, нейронные сети, глубокое обучение, машинное обучение, генетический алгоритм, искусственные иммунные системы.

Введение

Во все времена и эпохи открытие новой технологии или создание какого-либо изобретения, даже если это было исключительно из благих намерений, вело и к появлению новых угроз. Это и освоение огня, и открытие электричества, создание машин, и даже разработка лекарств. Любое новшество всегда требовало своевременного создание правил обращения с ним, а в обратном случае вело к увеличению жертв и росту числа остерегающихся всего нового, непонятного. Этой участи не избежало и появление сетевых технологий, а в частности сети «интернет», ведь цифровизация обыденной жизни не только страшит потенциальным восстанием машин из научно-популярной фантастики, но и действительно даёт возможность мошенникам незаконно обогащаться на миллиарды рублей только на территории нашего государства. И именно вопросы информационной безопасности решают разработчики систем обнаружения вторжений (СОВ).

Результаты исследований

Система обнаружения вторжений представляет собой программную или аппаратно-программную систему безопасности сети, которая предназначена для обнаружения сетевых атак и аномалий, указывающих на возможные действия злоумышленника. Для работы СОВ используются различные механизмы, такие как: глубокий анализ трафика, обнаружение атак по сигнатурам и статистический анализ трафика.

Одной из особо сильно нашумевших тем последнего десятилетия стала тема искусственного интеллекта (ИИ). А за последние пару лет нейронные сети обрели вовсе невероятную популярность и теперь сложно представить человека, который о них не слышал. И конечно тут тоже не обошлось без появления определённых проблем и современных опасностей. Дошло до того, что весной 2023-его года (по различным причинам) многие призывали приостановить разработку ИИ и обучение нейронных сетей. И действительно, уровень развития моделей ИИ позволяет злоумышленникам совершенствовать способы реализации атак на сетевую инфраструктуру. Поэтому сейчас одна из первоочередных задач специалистов по кибербезопасности – это научиться создавать системы защиты и обнаружения вторжений, способные противодействовать современным угрозам, в частности создавать механизмы защиты на основе ИИ.

Существуют различные методы создания ИИ, у каждого из них свои достоинства и особенности. В данной статье мы рассмотрим следующие методы: генетические алгоритмы, искусственные иммунные системы, машинное обучение, нейронные сети, глубокое обучение.

Генетические алгоритмы (ГА) – это методы решения задач, которые основаны на принципах эволюционной биологии и естественного отбора. Генетические алгоритмы используются в области искусственного интеллекта для поиска оптимальных решений, решения сложных оптимизационных задач и создания новых алгоритмов. Генетические алгоритмы имитируют процесс естественного отбора, в ходе которого лучшие решения выживают и передают свои характеристики следующему поколению.

Авторы работ [1, 2] предлагают использовать ГА для сетевых СОВ с целью создания классификатора, позволяющего обнаружить аномальное поведения системы (алгоритм получил название GAIDS). Исследование эффективности алгоритма [1] происходило на данных, собранных Калифорнийским университетом в общедоступной базе образцов сетевого трафика KDD Cup1999 [3]. При тестировании алгоритм GAIDS показал хорошие результаты: уровень выявления атак (Detection Rate, DR) составил 99,87 %, а уровень пропуска атак (False Acceptence Rate, FAR) – 0,003 % [4]. Полученные результаты говорят о большом потенциале использования ГА для сетевых СОВ.

Однако алгоритм был обучен на определенной базе трафика, а современные технологии всё ещё требуют сравнительно больших ресурсов чтобы модель могла быстро переобучиться и адаптироваться при появлении новых и нестандартных атак.

Искусственные иммунные системы (ИИС) создавались по прототипу иммунной системы живого организма. ИИС представляет собой сложную структуру, которая умеет адаптироваться и функционирует подобно иммунной системы в процессе защиты организма. Это происходит с помощью защитных клеток иммунной системы (детекторов) от внешних микроорганизмов (антигенов). В сфере информационной безопасности используются следующие вычислительные модели иммунных систем: алгоритмы отрицательного отбора и клональной селекции. В ходе исследований [5] было выяснено, что алгоритмы с клональной селекцией дают возможность превентивно обнаружить изменения в контролируемых данных, а также их использование позволяет снизить количество ошибок первого рода (ложные срабатывания). В работе [6] указывается большое число исследований по применению указанных вычислительных моделей для обнаружения атак: алгоритмы CSA, CLONALG, MILA, DADAI и другие. Однако, несмотря на их количество, каждый из рассмотренных алгоритмов характеризуется наличием ошибок первого (ложное срабатывание) и второго рода (пропуск атаки) [7].

Машинное обучение (МО) – это ветвь искусственного интеллекта, которая обучается и адаптируется к новой среде. Это позволяет программам находить и изучать закономерности в данных. Модели обученные методами МО позволяют извлекать уроки и затем делать прогнозы на основе данных [8]. Методы МО обычно работают на основе функций, представляющих характеристику объекта.

Это междисциплинарная область, которая опирается на идеи из различных дисциплин, включая математику, естественные науки и инженерное дело. На сегодняшний день с помощью методов МО были реализованные такие функции как: распознавание лиц (которое позволяет пользователям отмечать и публиковать изображения своих друзей в социальных сетях), оптическое распознавание символов, системы рекомендаций, беспилотные транспортные средства, распознавание изображений, распознавание речи, медицинская диагностика, виртуальный личный ассистент, фильтрация спама по электронной почте и вредоносных программ, обнаружение онлайн-мошенничества и ряд других функций.

Нейронные сети – это математические модели, которые работают по принципу нейронной сети мозга живого организма. Они обучаются на специально подготовленных базах данных и принимают обоснованные решения. Нейроны принимают входные данные, обрабатывают их и передают другим нейронам, присутствующим в скрытых слоях сети, пока обработанный результат не достигнет выходного уровня. Алгоритмы нейронных сетей могут интерпретировать сенсорные данные посредством машинного восприятия и помечать или группировать необработанные данные. Они предназначены для распознавания числовых шаблонов, содержащихся в векторах, которые должны преобразовывать все реальные данные (изображения, звуки, текст, временные ряды и т.д.) [9].

Глубокое обучение, также известное как иерархическое обучение, представляет собой подмножество машинного обучения в искусственном интеллекте, которое может имитировать вычислительные возможности человеческого мозга и создавать шаблоны, аналогичные тем, которые используются мозгом для принятия решений. В отличие от алгоритмов, основанных на задачах, системы глубокого обучения извлекают уроки из представлений данных [10]. Они могут извлекать уроки из неструктурированных или немаркированных данных. По сути, это нейронные сети, но с большим количеством скрытых нейронных слоёв и каждая нейронная сеть с более чем тремя уровнями, то есть включающая входной и выходной уровни, может рассматриваться как модель глубокого обучения.

Выше в статье были описаны механизмы работы с угрозами, которые применяются в СОВ. И на сегодняшний день искусственный интеллект уверенно применяется именно в статистическом анализе трафика. Для такого анализа как раз и нужны сложные алгоритмы, способные на основе поведенческого анализа обнаруживать аномалии в сети и сообщать о вторжениях.

Авторами статьи было проведено исследование и выяснено, что большинство компаний, занимающихся информационной безопасностью, предлагают решения СОВ с механизмами машинного обучения. Для корректной работы алгоритма на предприятии изначально требуется около двух месяцев для анализа трафика и дообучения модели МО. Далее модель так же может обучаться, но делать это нужно на чистом и проверенном трафике, так как он может быть отравлен ложными данными и в таком случае злоумышленник сможет находиться в сети незаметно для детекторов. После обучения механизм начинается работать поверх процессов, не создавая нагрузку на сеть, что делает его удобным анализатором.

Но почему методы ИИ не получили большого распространения в глубоком анализе трафика и сигнатурном обнаружении атак? Тут всё просто, существующие решения в СОВ успешно справляются с этими задачами и без использования искусственного интеллекта. А для обучения любых более сложных решений требуют несравнимо большего времени, чем для добавления в базу новой сигнатуры для обнаружения атаки. Тем более ИИ несёт в себе различные уязвимости, такие как:

- Отравление данных (Data Poisoning) – при такой атаке злоумышленники обманывают ИИ на этапе обучения, размещая в базах данных, на основе которых проводиться обучение, ложные знания. При обучении нейронной сети такими данными она будет отрабатывать так, как нужно злоумышленникам, а инженеры, разрабатывающие сеть не смогут этого узнать вплоть до реализации атаки. Это происходит из-за того, что данных для обучения используется невероятно много и каждый массив невозможно проверить вручную перед обучением. И если атака отравлением проведена до разделения данных на обучающие и тестовые, то узнать об этом на этапе обучения будет очень сложно. Но использование такой атаки ограничено тем, что необходим непосредственный доступ к данным;
- Атаки уклонения (Evasion Attack) – это атаки, которые изначально являлись ошибками второго рода, но сейчас под этим понятием находятся любые обманы ИИ. Целю такой атаки является создания иллюзии, которая повлияет на восприятие поступающей информации к ИИ и получить ответ, который ИИ не дал бы при нормальных условиях. Примером такой атаки могут являться способы обойти ограничения при общении с нейронной сетью ChatGPT. Чтобы обойти контент фильтр пользователи просят нейронную сеть гипотетически представить себя на месте какого-либо персонажа и попросить написать

информацию, которую чат изначально не выдает по этическим или моральным соображениям разработчиков;

- Атаки установления принадлежности (Attacks to establish affiliation) – такие атаки направленны на получения конфиденциальных данных, используемых при обучении ИИ. Злоумышленник пытается определить, использовались ли конкретные данные о ком-либо для обучения модели. Примером может стать атака на нейронные сети, которые используются в медицине. Например, если получиться узнать использовались ли данные о конкретном человеке при обучении модели, следящей за передвижениями людей с болезнью Альцгеймера, то это позволяет сделать вывод о заболевании этого человека. Так же можно вытаскивать из ИИ фотографии, используемые для обучения, что тоже является раскрытием конфиденциальных данных.

Поэтому модели на основе методов ИИ прежде всего стоит рассматривать, в качестве замены статистических детекторов аномалий, либо дополнения к ним [9]. В какой-то мере, они могут заменить сигнатурный поиск и прочие методы, для этого нужно разработать системы защиты самих моделей ИИ.

Заключение

Какие методы создания ИИ больше всего подходят для работы с СОВ? По итогу проделанной работы об этом можно сделать несколько выводов:

- Вне лабораторных условий чаще всего используются методы машинного обучения. Это происходит за счет относительной быстроты обучения и не высоких требований по производительности;
- Наиболее перспективными на сегодняшний момент кажутся методы глубокого обучения, так как имеют наибольший потенциал в определении нестандартных атак и их прогнозировании. Но для создания работоспособной модели, которая сможет автономно работать и самостоятельно обучаться всё ещё нужны крайне большие вычислительные мощности, которые далеко не все компании могут себе позволить.

Хочется сделать прогноз, относительно развития ИИ в будущем. Скорее всего, в ближайшие десятилетия наибольшую востребованность приобретут генетические алгоритмы и искусственные иммунные системы. Так как искусственный интеллект бесспорно развивается с небывалой скоростью, то в ближайшее время атаки с применением методов ИИ начнут нести серьёзную угрозу. Именно системы, способные к самовосстановлению и созданию неочевидных методов защиты смогут противодействовать новым атакам злоумышленников.

Для создания таких систем необходимы не только вычислительные мощности, но и новые технологии, способные эти мощности предоставить, так как банальный рост количества дата-центров радикально развитию не поможет. И именно разработка новых методов ускоренного вычисления будет являться двигателем прогресса в области ИИ.

Литература

1. *Abdullah B., Abd-algafar I.* Performance evaluation of a genetic algorithm based approach to network intrusion detection system, in proceedings of 13th International conference on aerospace sciences and aviation technology (ASAT-13). Military technical college. Cairo. 2009.
2. *Ojugo A.A., Eboka A.O.* Genetic algorithm rule-based intrusion detection system (GAIDS). Journal of emerging trends in computing and information sciences. 2012. Vol. 3, no. 8, pp. 1182-1194.
3. KDD cup 99 Intrusion detection data set // kdd.ics.uci.edu. 2005. URL: http://kdd.ics.uci.edu/ (дата обращения: 22.01.2024).
4. *Саламатова Т.А., Жуков В.Г.* О применении алгоритмов искусственного интеллекта в системах обнаружения вторжений // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-primenenii-algoritmov-iskusstvennogo-intellekta-v-sistemah-obnaruzheniya-vtorzheniy (дата обращения: 24.01.2024).
5. *Саламатова Т.А., Пугачев С.С., Жуков В.Г.* О применении искусственных иммунных систем в системах превентивной защиты информации // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013. №9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-primenenii-iskusstvennyh-immunnyh-sistem-v-sistemah-preventivnoy-zaschity-informatsii (дата обращения: 22.01.2024).
6. *Yang H., Li T.* A survey of artificial immune system based intrusion detection. Hindawi Publishing Corporation: scientific world journal. 2014, pp. 1-11.
7. *Саламатова Т.А., Жуков В.Г.* О биоинспирированном подходе к решению задачи обнаружения вторжений в информационных системах // Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности. Сборник статей I Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. 476 с.
8. *Lakshmanarao, A., A Srisaila and T. Srinivasa Ravi Kiran.* Machine Learning and Deep Learning framework with Feature Selection for Intrusion Detection // 2022 International Conference on Communication, Computing and Internet of Things (IC3IoT) (2022), pp. 1-5.
9. Краткий анализ решений в сфере СОВ и разработка нейросетевого детектора аномалий в сетях передачи данных. habr.com/ru. 2006. URL: https://habr.com/ru/articles/358200/ (дата обращения: 20.01.2024).
10. *Kocher G., Kumar G.* Machine learning and deep learning methods for intrusion detection systems: recent developments and challenges. Soft Comput 25. 2021, pp. 9731-9763.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОЧИСТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ НА ЛАБОРАТОРНЫХ КОМПЬТЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ POWERSHELL

Лихачев Николай Иванович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), доцент, к.т.н., Москва, Россия
n.i.likhachev@mtuci.ru

Даниленко Людмила Андреевна,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия
l.a.danilenko@mtuci.ru

Королев Даниил Петрович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия
d.p.korolev@mtuci.ru

Аннотация

В работе представлен административно-программный комплекс для решения задачи очистки рабочего пространства на лабораторных компьютерах с использованием PowerShell. Очистка выполняется если файл принадлежит конкретному пользователю. Скрипт обеспечивает переход в указанную директорию, обнаруживает файлы пользователя, выводит сообщение об успешном, не успешном выполнении очистки, а также завершает работу компьютера. В статье описан алгоритм данного комплекса, особенности и результат его работы.

Ключевые слова

PowerShell, удаление файлов, автоматизация, лабораторные компьютеры, безопасность данных, эффективность, тестирование, администрирование.

Введение

Современное обучение все больше переходит к работе на персональных компьютерах с общим доступом в лабораторных аудиториях. Постоянное проведение занятий приводит к захламлению памяти и снижению производительности работы компьютера, ее провисаниям, а порой и полного отказа работы. Чтобы избежать этого необходима периодическая чистка рабочего пространства. Однако сами студенты очищать компьютеры не станут. Более того они могут прятать свои файлы в различных местах лабораторных компьютеров. Преподаватель же тоже не станет тратить свое время на очистку каждого компьютера вручную.

С целью экономии времени, автоматизации, предотвращения утечек чужих работ и улучшения производительности принято решение разработать программно-аппаратный комплекс, включающий в себя скрипт для автоматизации процесса очистки рабочих пространств с компьютеров в лаборатории, и настройка политик безопасности, включающая в себя ограничение доступа к другим папкам, которые не нужны в повседневном использовании студентами, а также ограничение доступа для различных способов обхода настроенных политик безопасности. В данной статье подробно описаны задачи, которые поставлены перед нами и результаты их выполнения.

Результаты исследований

В образовательных лабораториях часто возникает проблема ограниченного свободного места на компьютерах, что создает неудобства для студентов и преподавателей. Ограниченные объемы дискового пространства могут существенно замедлить выполнение задач и ограничить возможности для хранения данных, особенно учитывая объем современных образовательных материалов. Дополнительно, многие лабораторные компьютеры обладают ограниченными вычислительными ресурсами, что может привести к замедлению работы при выполнении разного рода задач, а иногда и к полному отказу работы компьютера. Это ограничение производительности может стать препятствием для эффективного обучения, а именно проведения практических и лабораторных работ, исследований и тому подобное. Кроме того, безопасность данных на общедоступных лабораторных компьютерах также находится не на высоком уровне. В условиях общего доступа к компьютерам возможно случайное или намеренное сохранения личных данных [2]. Проблема становится более острой в контексте частых смен пользователей, которые могут забывать или оставлять личные файлы, увеличивая риск утечки. Из-за утечки работ страдает качество обучения, так как студенты не выполняют их сами, тем самым не позволяют себе должным образом понять выданный материал. В следствие этого перед нами стоит несколько задач:

1) Ограничить доступ ко всем папкам, кроме общей и папки рабочего стола.

Это необходимо для того, чтобы пользователи без административных прав могли создавать и редактировать файлы только на рабочем столе и передавать их исключительно с использованием общих сетевых папок.

2) Запретить пользователю без административных прав устанавливать программы со всех носителей.

Данный запрет не позволяет пользователям без административных прав устанавливать программы, которые смогут содействовать в обходе настроенных политик безопасности [5].

3) Запретить выполнение без административных прав утилит cmd и powershell.

Запрет выполнения в атких утилитах как cmd и powershell позволит ограничить возможности обхода политик безопасности пользователя без административных прав.

4) Запретить доступ без административных прав к реестру, диспетчеру задач, локальным политикам, групповым политикам.

Данный запрет также позволит ограничить возможности обхода настроенных политик безопасности пользователя без административных прав.

5) Запретить без административных прав настройку firewall.

Запрет настройки firewall также позволит ограничить возможности обхода настроенных политик безопасности пользователя без административных прав.

6) Создать автоматизированный скрипт удаленной очистки файлов на всех компьютерах с компьютера преподавателя.

Скрипт создается с целью автоматизации процесса очистки большого количества персональных компьютерах в лабораторной аудитории, грамотного использования ресурсов компьютера, а также освобождения места на диске для корректной работы и предотвращения системных сбоев и ошибок.

Для решения административных задач были настроены локальные политики с целью ограничения доступа пользователя без административных прав.

С помощью локальной групповой политики была добавлена оснастка для редактирования политики конкретного пользователя. Далее в редакторе локальной групповой политики переходим в ветку «Конфигурация пользователя/Административные шаблоны/Компоненты Windows/Установщик Windows» и включаем параметры «Всегда устанавливать с повышенными правами», «Запрет установки со съемных носителей», «Запретить откат». Следующим шагом будет переход по пути «Конфигурация пользователя/Компоненты Windows/Проводник Windows». Здесь необходимо включить параметр «Запретить доступ к дискам через «Мой компьютер»» и запрещаем только системные диски. Доступ к флешкам оставляем открытым для того, чтобы студенты могли сбрасывать свои наработки на съемный носитель. Далее переходим по пути «Конфигурация пользователя/Административные шаблоны/Панель управления» и включаем параметр «Запретить доступ к панели управления» [4].

Для создания автоматизированного скрипта удаленной очистки файлов на всех компьютерах было принято решение использовать PowerShell. PowerShell – это мощный инструмент для автоматизации административных задач в операционных системах Windows [3]. Он предоставляет гибкий и простой синтаксис, который позволяет администраторам эффективно управлять системами и ресурсам. Разработанный с использованием PowerShell, представленный скрипт служит примером автоматизации процесса удаленной очистки данных на лабораторных компьютерах.

Принцип работы скрипта [1]:

1) Авторизация на удаленной машине.

Данный этап подразумевает под собой обязательную авторизацию пользователя с административными правами для дальнейшей работы скрипта.

2) Указание директории очистки и пользователя, чьи файлы будут удалены.

На этом этапе определены переменные, задающие соответственно путь к директории очистки и имя пользователя, файлы которого будут удалены.

3) Переход в директорию очистки.

Этап подразумевает изменение текущей директории на указанный путь, готовя скрипт к выполнению операций в выбранной директории.

4) Поиск и удаление файлов конкретного, указанного в программе пользователя.

На данном этапе скрипт анализирует все файлы в указанной директории и ее поддиректориях. Фильтрация происходит следующим образом: проверяется владелец файла и, если владелец совпадает с указанным пользователем, файл подлежит удалению.

5) Проверка успешности удаления.

На этом этапе присутствует блок условий, который проверяет, были ли успешно удалены файлы пользователя. В случае успешного удаления выводится сообщение об успешном завершении операции, в противном случае выводится сообщение об ошибке.

6) Завершения работы компьютера.

Заключительным этапом является принудительное завершение работы компьютера.

Для проверки работоспособности данного комплекса было проведено ряд тестов с использованием средств виртуализации. В качестве средства виртуализации была выбрана программа VMware, так как в отличие от похожих программ, VMware имеет более стабильную работу при настройке сети, что является для нас достаточно важным критерием, так как мы планируем подключаться с использованием средств удаленного управления компьютером.

Входные данные для настройки виртуальных машин были взяты из реальной аудитории, на которой будет разворачиваться данный комплекс:

– Операционная система: Windows 7 Корпоративная;
– Процессор: 2 ядра 2 потока;
– Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ): 4Гб;
– Жесткий диск: 250 Гб.

С использованием гипервизора, были настроены две машины: преподавателя и студента. Конфигурация виртуальных машин была полностью скопирована с персональных компьютеров одной из аудиторий, так как данное решение впоследствии будет использоваться в жизни. На машине студента были настроены политики безопасности, описанные выше, проведена настройка для управления удаленным компьютером, а также был настроен firewall. На машине преподавателя были настроены управление удаленным компьютером, прописано правило для firewall, а также компьютер студента был добавлен в список доверенных компьютеров.

Тестирование скрипта показывает отличную эффективность в удалении файлов различного размера: от маленьких файлов размером от 1КБ до крупных файлов свыше 3ГБ. Скрипт успешно освобождает пространство на диске. Также было проведено тестирование с несколькими компьютерами, так как в лаборатории находится 21 компьютер. На время выполнения очистки это не повлияло. Это особенно важно в образовательных учреждениях, где лабораторные компьютеры регулярно используются студентами для выполнения разного рода задач. Автоматизация процесса удаления файлов позволяет быстро подготавливать компьютеры к новым сессиям работы, сокращая время подготовки и обеспечивая безопасность данных.

В будущем данный скрипт будет совершенствоваться. На данный момент скрипт выполняет свою работу лишь на нескольких компьютерах, а именно на трёх. Позднее он будет выполняться на всех компьютерах в заданной аудитории. Добавится полноценное диалоговое окно с результатами очистки по каждому из компьютеров. Также появится иконка. Сам скрипт будет сконвертирован из формата .ps1 в формат .exe для более удобного использования. Дополнительно стоит задача совершенствования скрипта в плане автоматического поиска в сети имён

компьютеров для подгрузки их в скрипт. Также допускается возможность создания вспомогательных скриптов для автоматизации настройки компьютеров студентов и преподавателей, для более быстрой установки данного комплекса в аудиториях. Это позволит уменьшить время подготовки аудитории, снизить человеческий фактор при административной настройке лабораторных компьютеров, а также избежать конфигурационных ошибок.

Заключение

В современной информационной среде, где обеспечение безопасности данных и эффективного управления программами становится все более критичным, внедрение программно-административного комплекса представляет собой важный шаг в обеспечении стабильности и безопасности обучающего процесса. В ходе исследования и разработки мы успешно объединили административные меры и программные решения, создавая комплексный подход к управлению программой. В первую очередь, настройка административных политик и ограничение доступа позволяют эффективно контролировать и обеспечивать безопасность взаимодействия пользователей с программой.

Создание и внедрение программы очистки файлов дополняет этот административный уровень, предоставляя средство для активный поддержки чистоты и порядка на лабораторных компьютерах. Эффективные удаление файлов пользователя после каждой сессии освобождает пространство на диске и предотвращает возможность утечки данных.

Таким образом, программно-административный комплекс представляет собой сбалансированный подход к обеспечению безопасности и повышению производительности лабораторных компьютеров.

Литература

1. *Бертрам А.* PowerShell для сисадминов. СПб.: Питер, 2021. 416 с.
2. *Станек У.* Windows 7 для продвинутых. Настройка, работа и администрирование. СПб.: Питер, 2011. 576 с.
3. *Попов А.В.* Введение в Windows PowerShell. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 464 с.
4. *Чекмарев А.Н.* Microsoft Windows 7. Руководство администратора. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 896 с.
5. *Яремчук С., Матвеев А.* Системное администрирование Windows 7 и Windows Server 2008 R2 на 100%. СПб.: Питер, 2011. 384 с.

СНЯТИЕ ИНФОРМАЦИИ С БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА ПРИ ПОМОЩИ МИКРОИЗГИБА

Матковская Татьяна Александровна,
УО «Белорусская государственная академия связи», аспирант, г. Минск, Республика Беларусь
tandem7m@gmail.com

Кочергина Ольга Викторовна,
УО «Белорусская государственная академия связи», научный сотрудник, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация

В работе показано, что фотоприемник несанкционированного пользователя может быть размещен не только непосредственно в месте формирования микроизгиба, но и рядом с этим местом, что значительно упрощает создание средств несанкционированного съема передаваемых по оптическому волокну данных. Установлено, что расстояние, на котором возможен съем информации, зависит от длины волны оптического излучения и марки волокна. Результаты статьи могут найти применение в системах защиты информации, передаваемой по волоконно-оптическим линиям связи.

Ключевые слова

оптическое волокно, микроизгиб, канал утечки информации, информационная безопасность.

Введение

В настоящее время в связи с широким распространением волоконно-оптических систем передачи информации становится актуальной проблема контроля состояния волоконно-оптических линий связи с целью выявления изменений условий распространения оптического излучения, в том числе изменений, связанных с несанкционированным воздействием на волокно с целью получения доступа к передаваемым сигналам [1-4]. Существует ряд способов вывода оптического излучения за пределы оптического волокна без его разрыва, а значит и съема информации, транслируемой по волокну [5].

Одним из наиболее просто реализуемых способов является создание микроизгиба оптического волокна [6]. Микроизгиб представляет собой резкое изменение кривизны оптического волокна, вызывающее локальное осевое смещение порядка нескольких микрометров [7]. Вывод излучения при помощи микроизгиба за пределы волокна может осуществляться не только в месте его формирования, но и на некотором расстоянии от этого места [8]. В связи с этим целью данной работы является определение протяженности участка волокна от места формирования микроизгиба до точки, на которой еще возможно снятие информации с боковой поверхности оптического волокна.

Результаты исследований

В качестве объектов исследований использовались серийно выпускаемые и широко применяемые в оптических кабелях оптические волокна (ОВ) марок G.652, G.655 и G.657. Для проведения исследования была собрана экспериментальная установка (рис. 1), работающая следующим образом: оптическое излучение от источника излучения ИИ поступает в оптическое волокно ОВ.

Источник генерирует оптическое излучение мощностью 1 мВт со следующими длинами волн: 1310, 1490, 1550 и 1625 нм («окна прозрачности» одномодового ОВ). Выход оптического волокна подключен к измерителю мощности ИМ излучения. При проведении измерений протяженность волокна составляет 1 м, что позволяет пренебречь потерей мощности оптического излучения в волокне.

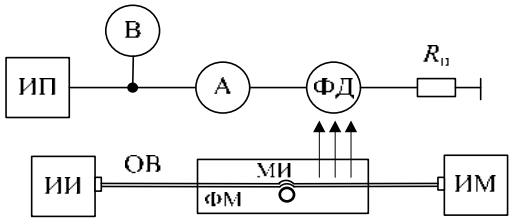


Рис. 1. Экспериментальная установка: ИИ – источник излучения; ОВ – оптическое волокно; ИМ – измеритель мощности; ФМ – формирователь макроизгиба; МИ –макроизгиб; ФД – фотоприемник; А – амперметр; В – вольтметр; ИП – источник питания; $R_н$ – резистор нагрузки

Формирователь микроизгиба ФМ представлен на рисунке 2. Он состоит нижней опорной пластины П и верхней пластины с прозрачным окном. При формировании микроизгибов МИ в оптическом волокне применялась медная проволока ПР с диаметрами от 100 до 200 мкм, располагающаяся перпендикулярно ОВ между пластинами формирователя микроизгиба ФМ. С помощью винта волокно подвергалось давлению аналогичному давлению массой 1,25 кг.

Такое давление и диаметры проволоки были выбраны из условия получения потери мощности на микроизгибах всех исследуемых марок оптических волокон, не превышающей 6 дБ (эксплуатационный запас) для используемых длин волн оптического излучения. При этом существовала возможность съема оптического излучения с боковой поверхности волокна.

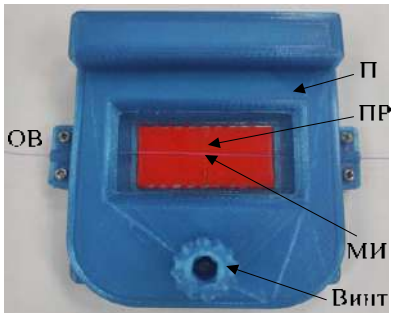


Рис. 2. Формирователь микроизгиба: ОВ – оптическое волокно; П – пластины; ПР – проволока; МИ – микроизгиб

Регистрация оптического излучения, выходящего за пределы ОВ с его боковой поверхности, осуществляется фотоприемником ФД, в качестве которого применялся германиевый фотодиод ФД-110ГА, чувствительный к оптическому излучению исследуемых длин волн.

От источника постоянного напряжения ИП на фотоприемник ФД подается напряжение обратного смещения Uп, контролируемое при помощи вольтметра В. Амперметр А измеряет электрический ток, протекающий через фотоприемник. Для ограничения величины тока последовательно с фотоприемником включен резистор нагрузки *R*н сопротивлением 1 кОм.

При проведении экспериментальных исследований определялись вносимые микроизгибом потери мощности излучения $D_п$:

$$D_п = 10\lg\left(\frac{P_в}{P}\right), \qquad (1)$$

где P – мощность источника излучения; $P_в$ – мощность оптического излучения, поступающая на измеритель мощности.

Также определялся коэффициент отводимой мощности оптического излучения с боковой поверхности $D_в$, характеризующий связь между мощностями источника излучения и отводимого оптического излучения с боковой поверхности ОВ:

$$D_в = 10\lg\left(\frac{I - I_т}{SP}\right), \qquad (2)$$

где S – чувствительность фотоприемника; I – ток, протекающий через фотоприемник при наличии оптического излучения; $I_т$ – темновой ток, протекающий через фотоприемник при отсутствии оптического излучения.

В процессе исследований оценивалось изменение величины коэффициента $D_в$ в зависимости от удаления места съема излучения l от места нахождения микроизгиба по направлению распространения оптического излучения в волокне. Необходимо отметить, что наименьшее значение величин $D_п$ и $D_в$, регистрируемое используемым измерительным оборудованием экспериментальной установки, составляло -50 дБ. Поэтому при проведении измерений определялось расстояние l_{50} от точки формирования микроизгиба до места съема информации с боковой поверхности оптического волокна, в котором величина
$D_в$ = -50 дБ.

Сведения о значениях l_{50}, полученных для разных длин волн при формировании микроигиба, представлены в таблице 1. В измерениях микроизгиб создавался при помощи проволоки диаметром 200 мкм. Как следует из представленных в таблице 1 данных, для одной и той же длины волны величина l_{50} отличается для различных марок оптических волокон. Так для всех исследуемых длин волн наибольшие значения наблюдались для волокна G.655, а наименьшие для G.652. При меньших диаметрах проволоки сохраняются аналогичные тенденции. Как видно из таблицы расстояние l_{50} на котором величина $D_в$ уменьшается до -50 дБ с увеличением длины волны увеличивается.

Отличие величины l_{50} для различных марок оптических волокон при одной и той же длине волны связано с отличием их внутренней структуры и используемых для изготовления сердцевин материалов.

Таблица 1

Характеристики микроизгибов оптических волокон

Марка оптического волокна	Длина волны, нм	Расстояние l_{50}, см	$D_в$, дБ	$D_п$, дБ
G.652	1310	1,6	-50	-3,7
	1490	2,2		-4,1
	1550	2,4		-4,4
	1625	2,6		-4,9
G.655	1310	2,5	-50	-4,1
	1490	3,0		-4,7
	1550	3,3		-5,0
	1625	3,5		-5,7
G.657	1310	2,4	-50	-3,5
	1490	2,7		-3,9
	1550	3,0		-4,2
	1625	3,3		-4,6

На выход оптического излучения за пределы волокна через его боковую поверхность влияет третий оптический слой, образованный полимерным или лакокрасочным покрытием или иной средой, с показателем преломления отличным от показателя преломления оболочки, который может оказывать существенное влияние на процесс модуляции параметров оптического излучения при изгибе одномодовых волокон. Так, лакокрасочное покрытие черного цвета приводит к уменьшению мощности выводимого за пределы волокна излучения по сравнению с покрытием волокна серого цвета в 1,2 раза. Поэтому при проведении экспериментов необходимо удалять лакокрасочное покрытие с боковой поверхности волокна. Это приводило к увеличению мощности выводимого излучения в 1,5 раза по сравнению с покрытием черного цвета.

Также в процессе исследования была получена зависимость величины l_{50} от диаметра проволоки, формирующей микроизгиб (рисунок 3). Показанные зависимости получены для длины волны оптического излучения 1625 нм. Для других длин волн эти зависимости были аналогичными.

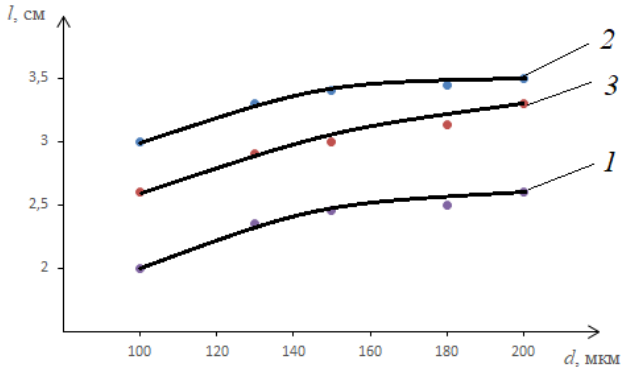


Рис. 3. Зависимость величины l_{50} от диаметра проволоки, формирующей микроизгиб: 1 – G.652, 2 – G.655, 3 – G.657

Как видно из полученных на рисунке 3 зависимостей, увеличение диаметра микроизгиба d приводит к росту величины l_{50} для данных марок оптических волокон. Наибольшее значения l_{50} для всего исследуемого диапазона диаметров микроизгибов получено для

оптического волокна G.655, а наименьшее – для волокна G.652.

Увеличение l_{50} с ростом d связано с тем, что оптическое излучение большей мощности поступает из сердцевины волокна в его оболочку. Это происходит потому, что повышение диаметра d вызывает более выраженную деформацию сердцевины волокна.

Заключение

Показано, что съём информации с боковой поверхности волокна возможен не только в области формирования микроизгиба, но и на некотором расстоянии от него в направлении распространения оптического излучения по волокну.

Предложен способ определения протяженности участка оптического волокна за местом нахождения макроизгиба, на котором можно осуществить съём информации.

Установлено, что расстояние, на котором возможен съём информации увеличивается с увеличением длины волны для всех исследуемых оптических волокон при неизменном значении размера микроизгиба и постоянной величине формирующего этот микроизгиб усилия.

Литература

1. *Дмитриев С.А., Слепов Н.Н.* Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы. М.: Техносфера, 2010. 607 с.
2. *Govind P.* Agrawal Fiber-Optic Communication Systems. – New York: Wiley-Interscience, 2002. 563 p.
3. *Скляров О.К.* Волоконно-оптические сети и системы связи. СПб.: Лань, 2021. 268 с.
4. *Ионов А.Д.* Волоконно-оптические линии передачи: Учебное пособие. Новосибирск: СибГУТИ, 2003. 152 с.
5. *Зеневич А.О.* Обнаружители утечки информации из оптического волокна. Минск: Белорусская государственная академия связи, 2017. 142 с.
6. *Шубин В.В.* Информационная безопасность волоконно-оптических систем. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2015. 257 с.
7. ГОСТ IEC 60050-731-2017. Международный электротехнический словарь. Глава 731. Волоконно-оптическая связь. М.: Стандартинформ. 2020. 41 с.
8. *Гулаков И.Р., Зеневич А.О., Матковская Т.А., Новиков Е.В.* Исследования свойств микроизгиба одномодового оптического волокна // Труды учебных заведений связи. 2023. Т.9. №4. С.15-20.

WIPS КАК ОСНОВА ЗАЩИТЫ БЕСПРОВОДНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ

Махмутова Нурия Фаритовна
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

Кируга Антон Юрьевич
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, аспирант, Санкт-Петербург, Россия

Ковцур Максим Михайлович
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, к.т.н., доцент, Санкт-Петербург, Россия
iromup9898@gmail.com

Аннотация

Беспроводные сети приобретают все большую значимость в современном обществе, поскольку они обеспечивают гибкость и мобильность доступа к информации. В условиях повсеместного использования интернет-технологий и увеличения числа устройств, подключенных к сети, возрастает значимость обеспечения информационной безопасности данных, передаваемых по беспроводным каналам. В ходе исследования проанализированы особенности и возможности существующих решений для повышения безопасности беспроводной сети, а также выполнено их сравнение.

Ключевые слова

Системы предотвращения вторжений, информационная безопасность, беспроводные сети, качество обслуживания, универсальный подход.

Введение

В действительности беспроводные сети стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, обеспечивая нам свободу передвижения и доступ к информации в любое время и в любом месте. Однако, с ростом популярности беспроводных технологий возрастает и угроза для безопасности информации, передаваемой по этим сетям. Взломщики и злоумышленники постоянно разрабатывают новые способы проникновения в беспроводные сети с целью получения конфиденциальной информации или нарушения работы систем. В связи с этим актуальность защиты информации в беспроводных сетях становится все более острой. Необходимость обеспечения безопасности беспроводных сетей стала одной из главных задач для организаций и предприятий, которые хотят защитить свои данные от утечек и несанкционированного доступа. В данном контексте внедрение систем предотвращения вторжений в беспроводные сети (wIPS) становится необходимым шагом для обеспечения безопасности информации и обеспечения бесперебойной работы беспроводных сетей. В статье рассмотрена актуальность проблемы защиты информации в беспроводных сетях и возможности современных систем wIPS в решении этой проблемы.

Результаты исследований

Система предотвращения вторжений (Intrusion Prevention System, IPS) – это специализированная система безопасности, которая обнаруживает и блокирует попытки несанкционированного доступа к компьютерным сетям или системам [3]. Она работает путем анализа сетевого трафика на предмет подозрительной активности и применения различных методов для предотвращения атак. Важным компонентом системы предотвращения вторжений являются сигнатуры – это наборы правил или шаблонов, описывающих характеристики известных атак или вредоносных программ. Сигнатуры используются для сопоставления сетевого трафика с известными угрозами и принятия соответствующих мер для блокирования или предотвращения атак. Система IPS может использовать различные методы для обнаружения и блокирования вторжений [5].

1. Сигнатурный анализ: система IPS использует базу данных сигнатур, которые описывают известные типы атак и вредоносных программ. Когда система обнаруживает трафик, соответствующий сигнатуре, она принимает меры для блокирования этого трафика. А также система IPS проводит более детальный анализ сетевых пакетов, чтобы выявить скрытые угрозы, такие как вредоносный код или атаки на уровне протоколов.

2. Анализ аномалий: система IPS анализирует нормальное поведение сети и обнаруживает аномальные или подозрительные шаблоны трафика, которые могут указывать на потенциальную угрозу [2,8].

Внедрение системы предотвращения вторжений в беспроводных сетях (WIPS) необходимо по нескольким причинам:

1.Защита от специфических угроз беспроводных сетей. Они подвержены угрозам, таким как подделка MAC-адресов WLAN-устройств, перехват трафика и другие угрозы, которые не характерны для проводных сетей.

2. Обнаружение атак на уровне радиочастот, таких как блокирование или подавление сигналов Wi-Fi.

3.Соответствие требованиям безопасности. wIPS помогает компаниям и организациям обеспечить соответствие требованиям по безопасности и защите конфиденциальности данных в беспроводных сетях.

4. Обеспечение непрерывной работы беспроводных сетей. Система позволяет обнаруживать и устранять угрозы в реальном времени, что помогает реализовать бесперебойную работу беспроводных сетей. Это особенно важно для компаний и организаций, которые зависят от беспроводных технологий в своей операционной деятельности. В целом, внедрение wIPS необходима для обеспечения безопасности, целостности и непрерывной работы беспроводных сетей в условиях растущих угроз и распространения беспроводных технологий.

В таблице 1 приведены сходства и различия между IPS и wIPS.

Таблица 1

	Intrusion prevention system	Wireless intrusion prevention system
Основное назначение	Обнаружение и блокирование попыток несанкционированного доступа к компьютерным проводным сетям или системам.	Обнаружение угроз и предотвращение атак в беспроводных сетях: атаки на уровне радиочастот, аномальное поведение беспроводных устройств и другие угрозы, специфичные для беспроводных сетей.
Область применения	Применяется для защиты проводных сетей. Функционирует на уровне L3	Защита беспроводных сетей от специфических угроз, связанных с радиочастотной передачей данных. Функционирует на уровне L1-L2 и частично L3.
Методы обнаружения угроз	Обнаружение и блокирование угроз в основном осуществляется на основе анализа сетевого трафика, использования сигнатур и анализа аномалий.	wIPS проводит мониторинг и анализ радиочастотного спектра для обнаружения аномалий и нелегальных беспроводных устройств.
Уровень защиты	Предназначен для защиты от широкого спектра угроз, включая вредоносные программы, атаки на уровне протоколов, сетевые сканирования и другие виды атак.	Защита от угроз, специфичных для беспроводных сетей, таких как атаки на радиочастотном уровне, подделка MAC-адресов, перехват трафика и другие беспроводные угрозы.

Хотя системы IPS и WIPS имеют сходства в методах обнаружения угроз, их основное назначение и область применения различны. Рассмотрим существующие системы предотвращения вторжений в беспроводных сетях.

Продукт Aruba RFProtect компании Hewlett Packard Enterprise – это корпоративная система предотвращения вторжений в беспроводную сеть, предназначенная для мониторинга и обнаружения атак, связанных с беспроводными сетями. Он предлагает превентивные возможности и может принимать меры по прекращению атак для предотвращения ущерба организации. Для обеспечения высокой доступности WIPS можно развернуть несколько контроллеров Aruba Mobility Controllers в отказоустойчивых архитектурах. Aruba RFProtect обладает широким спектром возможностей обнаружения атак, включая обнаружение несанкционированных точек доступа, атак типа "отказ в обслуживании" и других. Он также предоставляет возможность картографирования физического местоположения точек доступа и клиентских устройств WLAN. Однако информация о возможностях сбора данных и отчетности Aruba RFProtect остается ограниченной. Система лицензируется на основе количества точек доступа Aruba, поддерживаемых каждым контроллером Aruba Mobility Controller.

Cisco Adaptive wIPS (Wireless Intrusion Prevention System) – это решение, предлагаемое компанией Cisco, которое обеспечивает непрерывную защиту беспроводных сетей от угроз и атак. Оно представляет собой интегрированную систему обнаружения и предотвращения вторжений, специально разработанную для беспроводных сетей, включая Wi-Fi и другие беспроводные технологии [1].

Основные возможности Cisco Adaptive wIPS [7] включают: обнаружение атак на WLAN-сеть, анализ и классификация угроз, управление и отчетность, автоматическое реагирование, интеграция с другими системами безопасности: Cisco Adaptive wIPS интегрируется с другими системами безопасности, такими как системы мониторинга и управления сетями (NMS), системы мониторинга событий безопасности (SIEM) и другими решениями Cisco Security.

Cisco Adaptive wIPS помогает организациям обеспечить непрерывную защиту своих беспроводных сетей, предотвращая потенциальные угрозы информационной безопасности. Однако данная система имеет ряд недостатков.

К минусам Cisco Adaptive wIPS относятся:

1. Сложность настройки: интеграция и настройка системы могут потребовать определенных знаний и опыта в области безопасности беспроводных сетей.

2. Возможные ложные срабатывания: как и любая система обнаружения и предотвращения вторжений, Cisco Adaptive wIPS может иногда давать ложные срабатывания, что может потребовать дополнительной проверки и анализа.

3. Требуется постоянное обновление: для эффективной работы системы необходимо регулярно обновлять базы данных угроз и программное обеспечение.

4. Влияние на производительность сети: активное обнаружение и предотвращение угроз может оказывать некоторое влияние на производительность беспроводной сети.

5. Является проприетарным решением, работающим в инфраструктуре Cisco и не интегрируется с решениями других производителей. Кроме того, текущий продукт требует внедрения очень дорогостоящего решения по управлению СПД, что затруднительно в условиях малых и малых-средних компаний

Связка WLC (Wireless LAN Controller) и DNA Center (Digital Network Architecture Center) от Cisco используется для реализации Adaptive wIPS (Adaptive Wireless Intrusion Prevention System). Связка WLC+DNA Center позволяет автоматизировать и упростить процесс обнаружения и предотвращения беспроводных угроз. DNA Center является центральным элементом управления для сетей Cisco, предоставляющим централизованное управление и автоматизацию сетевых операций. WLC отвечает за управление беспроводными точками доступа и клиентскими устройствами.

Таким образом, связка WLC+DNA Center обеспечивает интегрированное и централизованное управление беспроводной безопасностью с возможностью адаптивной защиты от угроз. Также рассмотрены некоторые решения от других производителей.

Система предотвращения вторжений Arista Wireless Intrusion Prevention System (wIPS) использует технологию Marker Packet™ для автоматической классификации беспроводных устройств как авторизованных, несанкционированных и внешних. Это позволяет избежать ручной проверки устройств и сложных правил для выявления несанкционированных беспроводных устройств. Arista wIPS фокусируется на защите от всех типов беспроводных угроз, включая несанкционированные точки доступа, программные точки доступа, DoS-атаки Wi-Fi и другие угрозы [6].

Выделенные возможности подхода Arista:

– Автоматическое обнаружение, блокировка и определение местоположения всех типов беспроводных угроз.

– Запатентованные технологии Marker Packet™ устраняют ложные тревоги при обнаружении несанкционированных точек доступа.

– Безопасное применение политик BYOD.

– Автономный режим датчика для отказоустойчивого непрерывного применения политик.

– Обнаружение и локализация помех, не связанных с Wi-Fi, и радиочастотных помех.

– Удаленный поиск и устранение неисправностей, включая удаленный захват пакетов в реальном времени.

– Варианты управления включают виртуальный сервер или облако.

WatchGuard Wi-Fi Cloud wIPS. По сравнению с остальными производителями выполняет автоматическое детектирование несанкционированных устройств и их DoS атак одновременно для 6 разных вариаций Rogue с высокой степенью надежности, используя технологию Marcket-Packet. Отличается тем, что работает только в облаке. Не наблюдает трафик выше канального уровня модели OSI и не работает с зашифрованным трафиком. Для сравнения существующих систем предотвращения вторжений в беспроводных сетях приведена таблица 2.

Таблица 2

Произво-дитель	Cisco	Aruba (HP)	Extreme	Air Magnet	Arista	Wath-guard
Набор продуктов	WLC+ DNA-center	Aru-baOS+ ALE	AirDefe nse	AirMagnet Enterprise	Air-Tight/ Cloud	Cloud Wi-Fi
Обнаружение неуправляемых точек	да	да	да	да	да	да
Детектирование DoS	да	да	да	да	да	да
Детектирование MITM	нет	нет	да	да	нет	нет
Анализ соответствия корпоративным политикам безопасности	нет	нет	да	да	да	да
Определение местоположения	да	да	да	да	нет	да
Спектральный анализатор	да	да	да	да	да	нет
Интеграция с другими производителями	нет	нет	нет	да	да	да

Заключение

В данной работе рассмотрены решения: Aruba RFProtect, Cisco Adaptive wIPS, Arista Wireless Intrusion Prevention System (WIPS), Wathguard WIPS, AirMagnet Enterprise, таких производителей, как Aruba, Arista, Cisco, Watchguard, Extreme и AirMagnet. Согласно представленному анализу, существующие системы предотвращения вторжений в беспроводных сетях имеют различный функционал, однако все они обладают функциями обнаружения неуправляемых точек и детектирования DoS атак, что позволяет обнаружить наиболее распространенные попытки воздействия злоумышленников на WLAN организации [4]. При этом только пара из проанализированных решений способна выявить такую категорию опасных атак, как MITM. Эффективная wIPS является ключевым элементом для обеспечения информационной безопасности корпоративных сетей семейства IEEE 802.11. Недостаточная защита беспроводных сетей может привести к утечке конфиденциальной информации и серьезным финансовым потерям для компаний.

Литература

1. *Yurkin D.V.*, *Nikitin V.N.* Intrusion detection systems in IEEE 802.11 broadband radio access networks // Information and control systems. 2014. № 2 (69), pp. 44-49.

2. *Lovinger N., Gerlich T., Martinasek Z,. Malina L.* Detection of wireless fake access points // 2020 12th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), Brno, Czech Republic, 2020, pp. 113-118, doi:10.1109/ICUMT51630.2020.9222455.

3. KDD cup 99 Intrusion detection data set // kdd.ics.uci.edu. 2005. URL: http://kdd.ics.uci.edu/ (дата обращения: 22.01.2024).

4. *Kovtsur M., Minaev A., Abramenko G., Khramtsov D.* Investigation of Attacks and Methods of Protection of Wireless Networks During Authorization Using the IEEE 802.1x Protocol // ICFNDS 2021: The 5th International Conference on Future Networks & Distributed Systems. 2021.

5. *Гордейчик С.В., Дубровин В.В.* Безопасность беспроводных сетей. М.: Горячая линия-Телеком, 2008. С. 158-166.

6. *Ковцур М.М., Кируга А.Ю., Ворошнин Г.Е., Фёдорова А.Э.* Исследование атак authentication failure и ARP inject и методов их обнаружения в сетях семей ства IEEE 802.11 // Информационные технологии и телекоммуникации. 2021. Том 9. №1. С. 87-98. DOI 10.31854/2307-1303-2021-9-1-87-98.

7. CiscoURL:https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/wips/deployment/guide/WiPS_deployment_guide.html?ysclid=lrt9kwmn2b204922853 (дата обращения: 22.01.2024).

8. *Kocher G., Kumar G.* Machine learning and deep learning methods for intrusion detection systems: recent developments and challenges. Soft Comput 25. 2021, pp. 9731-9763.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ БИОМЕТРИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Мурашко Юрий Викторович,
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия,
u.v.murashko@edu.mtuci.ru

Аннотация

Мобильная поведенческая биометрия стала популярной темой исследований, достигая многообещающих результатов с точки зрения идентификации, используя мультимодальную комбинацию данных сенсорного экрана и фоновых датчиков. В этой статье представлена база данных, структурированная по отдельным сеансам сбора данных и задачам, имитирующим наиболее распространенные аспекты мобильного взаимодействия человека с устройством. Проведен эксперимент по классификации пользователей по собранным данным с использование рекуррентной нейронной сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM).

Ключевые слова

Мобильная идентификация, непрерывная идентификация, идентификация пользователей, поведенческая биометрия, нейронная сеть.

Введение

В настоящее время мобильная биометрическая идентификация в основном основана на физиологических биометрических данных, таких как отпечатки пальцев или лицо [1]. Однако эти системы могут быть подвержены атакам с использованием фальшивых биометрических данных [2] и технических средств для подмены личности или атак на сенсоры [3]. Такие системы, а также системы, основанные на знаниях (PIN-коды, пароли и графические ключи) [4], предназначены для идентификации в точке входа и не обеспечивают длительную защиту.

В результате мобильным пользователям приходится постоянно прерывать свою деятельность, чтобы выполнить процесс идентификации, например, приложив палец к сканеру. Частая проверка лица также кажется неосуществимой из-за аппаратных ограничений, таких как нагрузка на оперативную память и расход батареи при получении и обработке изображений. Учитывая такие ограничения, если злоумышленник получает доступ к устройству, то он может использовать его до тех пор, пока устройство остается активным, получая значительное количество времени для реализации вредоносного воздействия.

Результаты исследований

В отличие от физиологической биометрии, поведенческая биометрия позволяет осуществлять непрерывную идентификацию пользователя пассивным способом, без необходимости выполнения им каких-либо дополнительных действий [5]. В системах с непрерывной идентификацией биометрические характеристики пользователя постоянно собираются и обрабатываются, и доступ пользователя может быть ограничен, если результат сопоставления с предварительно полученными образцами будет отрицательным.

Поведенческая биометрия использует данные о поведении пользователя, которые могут быть непрерывно получены с помощью различных датчиков мобильного устройства, таких как сенсорный экран и датчики движения [6]. Эти данные содержат значительное количество информации о пользователе [7]. В результате использование поведенческой биометрии обеспечивает надежную защиту и удобство при использовании мобильного устройства.

Для оценки эффективности идентификации пользователей мобильных устройств была создана база данных, содержащая информацию о поведенческих характеристиках. Данные были собраны в ходе естественного взаимодействия 100 пользователей с их мобильными устройствами в течение пяти сессий. Участникам предлагалось установить на свои смартфоны приложение для Android и выполнить восемь заданий в неконтролируемых условиях.

Сбор данных был спланирован таким образом, чтобы имитировать типичные сценарии использования мобильных устройств и осуществлять непрерывную идентификацию пользователя без необходимости завершения отдельного процесса идентификации. Кроме того, сессии сбора информации были структурированы так, чтобы собирать достаточное количество данных, при этом обеспечивая легкость взаимодействия, чтобы привлечь большое количество пользователей. Задачи заключаются в следующем (

Рис. **1Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

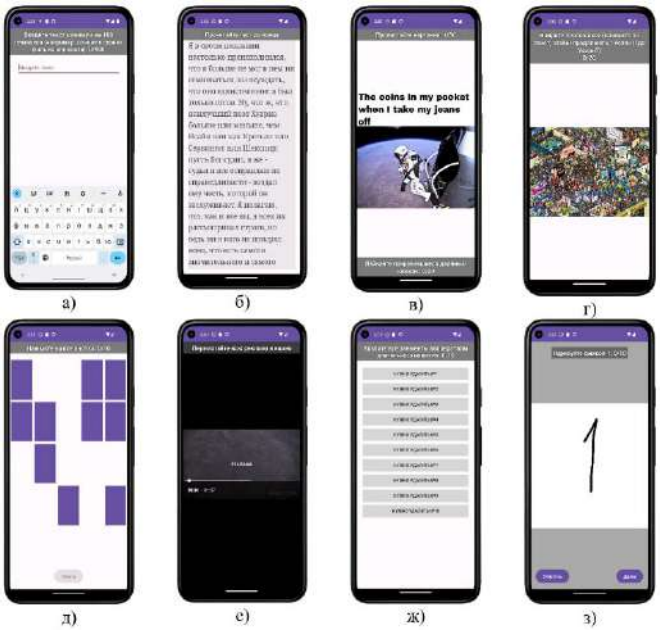


Рис. 1. Графическое представление каждой из 8 различных задач, включенных в приложение для сбора данных

а) Набор текста: пользователю предлагается в свободной форме вводить текст длиной не менее 100 символов, например, описывая сюжет фильма или книги. Он использует стандартную клавиатуру своего устройства, с помощью которой можно получить временную метку и значение нажатой клавиши. При этом пользователь может чувствовать себя более естественно, используя предпочитаемую им клавиатуру, а не фиксированную в приложении.

б) Чтение текста: пользователю предлагается просмотреть текст, проводя пальцем вверх и вниз.

в) Пролистывание картинок: пользователю предлагается прокрутить 50 картинок горизонтально, отмечая понравившиеся двойным нажатием не менее 20 раз.

г) Поиск персонажей: пользователю предлагается обнаружить 20 персонажей на изображении, используя жесты увеличения и уменьшения с помощью двух пальцев.

д) Нажатие: пользователю предлагается как можно быстрее найти и нажать на 10 кнопок, которые расположены в случайных местах на экране.

е) Перемотка видео: пользователю предлагается перемещать ползунок воспроизведения горизонтально, чтобы перемотать рекламу в видео.

ж) Долгое нажатие: пользователю предлагается удалить 10 элементов, удерживая их нажатыми на протяжении определенного времени.

з) Рисование: пользователю предлагается нарисовать число текущей сессии 10 раз.

Одновременно происходит сбор информации с 11 различных датчиков: сенсорного экрана, акселерометра, гравитационного датчика, гироскопа, линейного акселерометра, магнитометра, датчика освещенности, датчика приближения, датчика температуры окружающей среды, датчика давления и датчика влажности. Данные с сенсорного экрана собираются во время активности пользователя, в то время как данные с остальных датчиков собираются непрерывно в фоновом режиме.

Данные фоновых датчиков: Информация от сенсоров была получена с использованием различных датчиков, включая акселерометр, гравитационный датчик, гироскоп, линейный акселерометр, магнитометр, датчик освещенности, датчик давления, датчик температуры, датчик влажности и датчик приближения. Частота сбора данных установлена по умолчанию для каждого устройства. Данные временных рядов нормализуются для уменьшения воздействия шумов и устранения ошибок смещения по каждой оси в течение сеанса сбора данных.

Для каждого временного шага и датчика после предварительной обработки получается трехмерный вектор $[x,y,z]$.

Сенсорные данные: Анализ динамики нажатия клавиш основан на информации, полученной в процессе ввода текста длиной не менее 100 символов. Вся последовательность нажатий клавиш, включая пробелы и удаления символов, была получена и проанализирована. В данном исследовании используется время между нажатиями клавиш и значение ASCII-кода для всех сессий.

В остальных задачах используются координаты x и y экрана, которые затем приводятся к значениям высоты и ширины экрана для исключения возможных искажений на различных устройствах. При работе с увеличением изображения координаты для двух пальцев фиксируются одновременно, что позволяет описать их вектором с четырьмя измерениями $[x_1,y_1,x_2,y_2]$. Все остальные – $[x,y]$.

Для того чтобы максимально эффективно использовать характеристики идентификатора пользователя, необходимо определить наиболее значимые признаки. В начале было решено исключить информацию с датчиков, где собрано минимальное количество данных – по крайней мере у 75% пользователей практически отсутствуют данные с датчиков давления, температуры, влажности и приближения. Поэтому они были отброшены.

Объединив оставшиеся данные для каждой задачи, была проведена оценка точности классификации пользователей по собранному подмножеству поведенческих характеристик. В качестве классификатора используется рекуррентная нейронная сеть с долгой краткосрочной памятью (LSTM), предназначенной для выявления долгосрочных зависимостей в данных временных рядов. Архитектура [8] основана на двух слоях из 64 блоков с гиперболические функциями активации. Дополнительные шаги включают пакетную нормализацию, отсев (с коэффициентом 0,5) между слоями и повторный отсев (с коэффициентом 0,5) в каждом из слоев, чтобы ограничить эффект переобучения. Размер временного окна равен 80. Каждая из моделей обучалась в течение 150 эпох с размер пакета равным 512, и оптимизатором Adam. Результаты представлены на

Таблица 1.

Таблица 1

Точность классификации пользователей
по поведенческим характеристикам

Задание	Точность
Набор текста	0.82
Чтение текста	0.83
Пролистывание картинок	0.90
Поиск персонажей	0.89
Нажатие	0.74
Перемотка видео	0.84
Долгое нажатие	0.84
Рисование	0.71

Заключение

В статье проведен анализ индивидуальных мультимодальных поведенческих биометрических характеристик, подходящих для применения мобильной непрерывной идентификации. Целью работы являлось обеспечение основы для будущих исследований в области мобильной поведенческой биометрии, путем сбора и анализа базы данных. В результате анализа собранной базы данных можно сделать вывод о том, что по ним возможно идентифицировать пользователя с точностью примерно 0.82.

При этом лучшую точность 0.90 показало задание по пролистыванию изображений, в то время худшее значение 0.71 показало задание с рисованием цифр. Также стоит отметить, что точность примерно в 0.80 достигается спустя 100 эпох для всех задач кроме долгого нажатия и рисования. Необходимы эксперименты по определе-

нию минимально необходимого количества сессий для достижения приемлемой точности идентификации.

Дальнейшие работы будут направлены на повышение точности за счет создания модели для идентификации пользователя на основе цифрового отпечатка и повышении эффективности расчётов за счет создания алгоритма формирования динамического цифрового отпечатка для каждого пользователя.

Литература

1. *Wang C. et al.* User authentication on mobile devices: Approaches, threats and trends // Computer Networks. Vol. 170, 2020. P. 107118.
2. *Marcel S. et al*. (ed.). Handbook of biometric anti-spoofing: Presentation attack detection. Springer, 2019.
3. *Rathgeb C. et al.* Handbook of digital face manipulation and detection: from DeepFakes to morphing attacks. Springer Nature, 2022. 487 p.
4. *Tolosana R. et al.* BioTouchPass2: Touchscreen password biometrics using time-aligned recurrent neural networks // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. Vol. 15, 2020. pp. 2616-2628.
5. *Patel V. M. et al*. Continuous user authentication on mobile devices: Recent progress and remaining challenges // IEEE Signal Processing Magazine. Vol. 33, No. 4, 2016, pp. 49-61.
6. *Осин А.В., Мурашко Ю.В*. Обзор методов идентификации пользователя на основе цифровых отпечатков // Труды учебных заведений связи. Vol. 9, No. 5, 2023, pp. 91-111.
7. *Delgado-Santos P. et al*. A survey of privacy vulnerabilities of mobile device sensors // ACM Computing Surveys (CSUR). Vol. 54, No. 11s, 2022, pp. 1-30.
8. *Stragapede G. et al.* BehavePassDB: public database for mobile behavioral biometrics and benchmark evaluation // Pattern Recognition. Vol. 134, 2023. P. 109089.

ПЕЧАТЬ ПРОЗРАЧНЫХ ЦВЕТОПЕРЕМЕННЫХ ЗАЩИТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ГИБКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ

Николаев Александр Африканович
Московский политехнический университет (Московский политех), преподаватель, Москва, Россия

Линчак Дмитрий Юрьевич
Московский политехнический университет (Московский политех), Москва, Россия

Долгоносов Вячеслав Константинович
Московский политехнический университет (Московский политех), Москва, Россия

Кондратов Александр Петрович
Московский политехнический университет (Московский политех), профессор, Москва, Россия
a.a.nikolaev@mospolytech.ru

Аннотация
Сочетание цвета краски с цветом пакета прозрачных пленок в поляризованном свете позволяет получать цветопеременный эффект при печати защитных символов, цифровых кодов или условных изображений (например, товарных знаков) пригодных для визуального контроля их подлинности покупателями.

Ключевые слова
Пленка полипропилена, цветопеременный эффект, поляризация, цветовое различие, штриховое кодирование, лакокрасочное покрытие, защита информации.

Введение

Защитные и сенсорные технологии позволяют определять подлинность и качество товара или услуги по упаковке или сопроводительным документам с защитными элементами. Такие технологии основаны на взаимодействии электромагнитного излучения (света) и нескольких различных материалов в составе полимерной упаковки, приводящем к изменению их органолептических свойств и возможности передачи информации беспроводным способом. Ранее в работах [1-5] было обнаружено, что полимерные пленки в проходящем поляризованном свете обладают уникальными оптическими характеристиками. Применение такого оптического свойства выгодно выделяется среди публичных приемов защитной маркировки и рекомендуется в качестве экспресс-метода контроля подлинности товаров.

Объекты исследования

Пленка двуосноориентированного полипропилена (БОПП) толщиной 20±2 мкм производства компании ООО «СИБУР», спирторастворимые краски для флексографского способа печати производства компании ООО «АБВ ФЛЕКСО», поляризационные пленки производства КНР.

Метод исследования и приборы

Для изучения оптических характеристик пленки использовались фотокамеры, видео камеры и спектрофотометр X-Rite i1Pro с модулем командной строки spotread из ArgyllCMS версии 2.3.0. Расчет цветового различия окрашенных пленок проводили в системе координат цвета по методике [1]. Из пленки БОПП вырезали ленты различной длины, которые собирали в многослойные пакеты с последовательным увеличением длины (стопа Столетова). Пакеты помещались между двумя поляризаторами, производились фотографирование и измерение координат цвета с помощью спектрофотометра [2]. Аналогичным образом проводили измерение цвета пакетов пленок с нанесенным красочным слоем. Слой краски на пленку наносился вручную с помощью пробопечатного станка RK Print K Lox Proofer.

Результаты

Визуально установлено, что нанесение тонкого прозрачного лакокрасочного покрытия (ЛКП) изменяет цвет пленки в проходящем поляризованном свете в сторону цвета ЛКП (рис. 1). Изменение цвета оттисков увеличивается по мере увеличения толщины слоя краски (оптической плотности ЛКП). Увеличение толщины и оптической плотности ЛКП многослойного материала в настоящем исследовании достигалось двумя технологическими приемами, - нанесением равного количества краски на каждый слой пленки, включенный в многослойный пакет с последующим их дублированием (рис. 2); или путем цифровой струйной печати плашек последовательно возрастающей плотности на одном (нижнем, самом длинном) слое пленки.

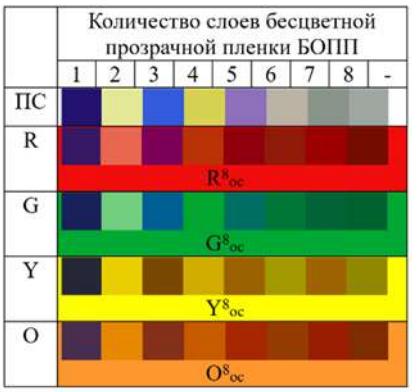


Рис. 1. Цвет пакета пленок БОПП при наблюдении в проходящем поляризованном свете под нормальным углом. Оси поляризации светофильтров параллельны. (Открытое положение светофильтров [3])

БОПП – пакет пленки без краски в поляризованном свете (ПС)

R – пакет пленки с нанесенной краской Warm Red

G – пакет пленки с нанесенной краской Green

Y – пакет пленки с нанесенной краской Yellow

O – пакет пленки с нанесенной краской Orange

X^n_{oc} – пакет из n слоев пленки с нанесенной краской указанного цвета в обыкновенном свете (ос).

В таблице 1 показаны результаты измерений координат цвета и вычисления цветового различия ΔE оттисков на прозрачных многослойных полимерных материалах (пакетах пленки) в естественном дневном и поляризованном свете ($R^1_{пс}$ и R^1_{oc}, $R^2_{пс}$ и R^2_{oc}, $R^3_{пс}$ и R^3_{oc}, $R^n_{пс}$ и R_{oc}, $G^1_{пс}$ и G^1_{oc} , $G^n_{пс}$ и G^n_{oc} и т.д.) в зависимости от цвета краски и количества слоев пленки полипропилена в пакете.

Таблица 1

Характеристики цветопеременного эффекта на оттисках

	Количество слоев бесцветной прозрачной пленки БОПП							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Цветовое различие ΔE							
R	28,61	147,16	142,31	169,00	173,82	156,67	185,30	165,07
G	43,50	80,02	120,54	128,78	214,01	120,22	163,82	114,19
Y	96,43	130,20	**233,28**	85,16	220,00	165,73	150,50	178,65
O	85,38	125,85	221,87	138,88	**234,79**	165,73	184,33	170,10

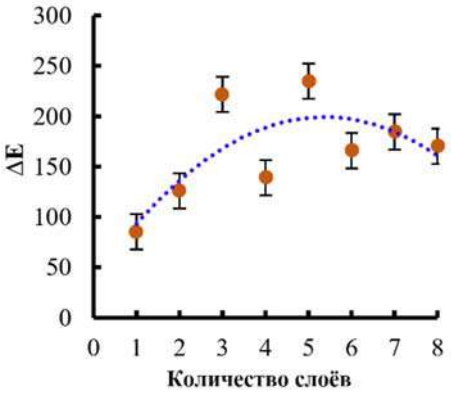


Рис. 2. Цветовое различие (ΔE) оттисков на прозрачных многослойных полимерных материалах (пакетах пленки) в естественном дневном и поляризованном свете

Заключение

Сочетание цвета краски с цветом пакета пленок БОРР в поляризованном свете при равенстве слоев позволяет получать различный цветопеременный эффект при печати защитных символов, цифровых кодов или условных изображений (например, товарных знаков) пригодных для визуального контроля их подлинности покупателями «вооруженными» солнцезащитными очками с поляризационными стеклами или специальными поляризационными ярлыками прилагаемыми к партии оригинального товара, закрепленными на бутылках, банках или иных емкостях [5, 6].

Видно, что цветопеременный эффект существенно различается в зависимости от количества слоев пленки, цвета краски и оптической плотности лакокрасочного покрытия или числа слоев краски). Максимальное значение цветового отличия 230±2 ед. соответствуют 3 слоям и цвету краски Yellow (рис. 3) или 5 слоям краски Orange (табл. 1).

Литература

1. *Mansencal Thomas, Mauderer, Michael Parsons, Michael Shaw, Nick Wheatley, Kevin Cooper, Sean Vandenberg, Jean D. Canavan, Luke Crowson, Katherine Lev, Ofek Leinweber, Katrin Sharma, Shriramana Sobotka, Troy James Moritz, Dominik Pppp Matt, Rane Chinmay, Eswaramoorthy Pavithra, Mertic John, Pearlstin, Ben, ... Downs Tucker.* 2022. Colour 0.4.2 (0.4.2). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.7367239

2. *Николаев А.А., Кондратов А.П.* Оптическая маркировка полимерной упаковки из полимеров с интерференцией в поляризованном свете // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции. 2022. С. 126-128.

3. *Николаев А.А., Кондратов А.П.* Скрытая маркировка прозрачной пленки полипропилена // Тонкие химические технологии. 2022. Т. 17. № 4. С. 346-356.

4. *Jiong-Shiun Hsu, Wen-Pin Juan*. Optical polarization measurement for measuring deflection radius of the optically anisotropic flexible-polymeric substrate // Polymer Testing. 84. 2020. 106376. http://dx.doi.org/10.17632/b9gz7j3szw.1#file-3b250700-3732-4223-905c-f7bf7cb8921c

5. *Николаев А.А., Ермакова И.Н., Кондратов А.П.* Диапазон варьирования цвета многослойных защитных элементов упаковки из полимеров идентифицируемой в поляризованном свете // Известия ТулГУ. Технические науки. 2017, №12-2. С. 78-88.

6. *Kondratov A.P., Yakubov V., Volinsky A.A*. Recording digital color information on transparent polyethylene films by thermal treatment // Applied Optics. 2019. Vol. 58, pp. 172-176 https://doi.org/10.1364/AO.58.000172

КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Мушаков Ефим Павлович
МТУСИ, Москва, Россия
mushakov_ef@mail.ru

Панков Константин Николаевич
МТУСИ, доцент кафедры «Информационная безопасность», к.ф.-м.н., доцент, Москва, Россия
pankov_kn@mtuci.ru

Аннотация

В данной статье представлен обзор основных криптографических методов, пригодных для применения в компьютерной графике. Рассказывается о некоторых примерах криптографических методов. Делается вывод об оптимальности использования симметричных и асимметричных шифров для обеспечения безопасности графической информации.

Ключевые слова:

Компьютерная графика, информационная безопасность, симметричное и асимметричное шифрование, электронная подпись, хеширование, имитовставка, коллизия.

Введение

Компьютерную графику определяют как автоматическое выполнение операций обработки, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера [1].

К настоящему времени компьютерная графика нашла своё применение во многих сферах. Она часто используется для представления информации в графическом виде, что облегчает восприятие этой информации человеком и, соответственно, ускоряет многие процессы.

Существуют целый ряд задач в сфере применения компьютерной графики, относящихся к области обеспечения защиты информации. В качестве примеров можно привести такие задачи, как:

– предотвращение незаконного использования или изменения визуальных моделей;

– защита программ с графическим интерфейсом от взлома;

– подтверждение подлинности графических данных и соответствия аппаратуры заданным стандартам.

Основу информационной безопасности в информационных системах обеспечивают криптографические методы защиты информации [2]. Криптография играет одну из важных ролей в области компьютерной графики для обеспечения целостности графических данных.

В данной работе исследуются основные криптографические методы обеспечения защиты информации, наиболее полезные для применения в сфере компьютерной графики при обработке графической информации.

Криптографические методы

Среди криптографических методов защиты информации можно, пожалуй, выделить четыре основных направления:

1. Шифрование – преобразование информации из одного формата в другой, который возможно преобразовать обратно, с использованием криптографического ключа. Согласно [3] шифр – это семейство определяемых криптографическим ключом и, возможно, вектором инициализации или синхропосылкой, преобразований, определяющих процессы зашифрования и расшифрования, обладающих свойством, что результат применения расшифрования к образу преобразования зашифрования с соответствующим криптографическим ключом, дает первоначальный результат. Использование шифров является основным механизмом обеспечения конфиденциальности информации.

2. Электронная подпись – относительно небольшое количество дополнительной информации, передаваемой вместе с подписываемым сообщением. В соответствии с [4] ее определяют как информацию в электронной форме, которая присоединена к другой информации в электронной форме (подписываемой) или иным образом связанная с такой информацией и которая используется для определения лица, подписывающего информацию. Хотя то, что мы, в соответствии с [4], именуем электронной подписью является, на самом деле, подписью цифровой, которая в соответствии с [3] определяется как результат зависящего от ключа подписи и параметров схемы цифровой подписи криптографического преобразования набора данных (сообщения), обеспечивающий возможность аутентификации источника и проверки целостности набора данных (сообщения) и невозможность отрицания факта создания подписи. Электронная подпись используется для решения задач аутентификации и невозможности отказа.

3. Хеширование – отображение строки бит передаваемой информации в строки бит фиксированной длины через использование алгоритма, который называют хеш-функцией. Более строгое определение приведено в [3]. Хеш-функция является основным механизмом обеспечения целостности информации.

4. Имитовставка – блок из некоторого количества бит, который вычисляется по определённому алгоритму из открытых данных с использованием ключа и, затем, добавляя данный блок к зашифрованным данным для защиты от навязывания ложных данных. Отметим, что в большинстве пособий по защите информации, к примеру в [5], это направление не выделяется как отдельное, поскольку, согласно [3], имитовставку определяют как битовую строку, добавляемую к сообщению и являющуюся результатом применения к нему криптографической хеш-функции, зависящей от ключа, с целью обнаружения подмены и защиты от навязывания или как синоним для кода аутентичности сообщения. Тем не менее, если различать бесключевые и ключевые хеш-функции, подобная классификация оправдана.

Первым среди приведённых методов защиты является шифрование. Многие средства защиты информации основаны на шифровании. Методов шифрования существует огромное множество. Они представляют собой, как уже указано выше, обратимые преобразования информации, определяемые алгоритмом шифрования и используемым ключом. Изначальные данные при шифровании преобразуются в зашифрованное сообщение, часто называемое шифртекстом [3]. Зашифрование – преобразование исходного текста в шифртекст. Расшифрование – преобразование шифртекста в исходный, открытый текст.

Способов и алгоритмов шифрования за многовековую историю криптографии было придумано и реализовано много. Вот названия некоторых из них: тайнопись; полибианский квадрат; шифр Цезаря; решётка Кардано; диск Альберти; шифрование перестановкой [6]. Современные способы шифрования появляются, основываясь на развитии и совершенствовании простейших шифров, устраняя имеющиеся ошибки предыдущих алгоритмов.

Различают два вида шифрования: симметричное и асимметричное.

Симметричное шифрование является классическим, и начало своё существование и развитие первым, благодаря простоте в задумке и использовании. При симметричном шифровании для зашифрования и расшифрования используется один и тот же ключ, либо один ключ легко определяется по второму. Ключ в системе симметричного шифрования должен быть передан лично или по защищенному каналу. Современная криптография выделяет два основных типа симметричных шифров – блочные и поточные, считая, что шифры перестановки уже устарели. Симметричные блочные шифры обрабатывают несколько бит сообщения, то есть работают с блоками разбитого текста, в среднем 128 бит, в настоящее время. Симметричные поточные шифры, в свою очередь, обрабатывают сообщение по каждому отдельному биту поочередно. Поточные шифры более полезны, когда и сообщение приходит постепенно и заранее неизвестен размер информации, т.е. они наиболее пригодны для шифрования непрерывных потоков данных, например, в сетях передачи данных. Блочные, как считается, намного лучше предоставляют защиту информации [7]. Примерами блочных шифров являются американский стандарт AES (Advanced Encryption Standard) разработанный на базе алгоритма Rijndael, и уже устаревший DES (Data Encryption Standard). Примером поточного шифра является шифр SNOW, разработанный в шведском Лундском университете [8]. В Российской Федерации действует стандарт ГОСТ 34.12-2018, включающий 128-битовый блочный алгоритм "Кузнечик", а также 64-битовый алгоритм блочного шифрования ГОСТ 28147-89, получивший название "Магма". Оба алгоритма обладают 256-битовым криптографическим ключом.

Асимметричное шифрование также называют открытым шифрованием или шифрованием с открытым ключом [9]. Смысл данного способа состоит в том, что расшифрование и зашифрование отличаются по алгоритму. У пользователя есть во владении два ключа, открытый и секретный (иначе именуемый личным). Открытый ключ опубликован общедоступно, и любой может зашифровать своё сообщение используя открытый ключ. Но расшифровать может только упомянутый пользователь своим секретным ключом. Асимметричное шифрование требует больших затрат вычислительных мощностей, поэтому применяется в редких случаях. Например, асимметричное шифрование используется для распределения ключей других шифров, а шифрование данных оставляется симметричным алгоритмам. Также, отметим, что современные асимметричные системы основаны на задачах, которые могут быть эффективно решены на квантовых вычислителях в случае их появления. Если появится квантовый вычислитель, способный решать практически значимые задачи, должны будут использоваться иные задачи, поиском которых занимается современная постквантовая криптография [10-12]. Либо для распределения ключей придется использовать квантовые протоколы [13-14].

Таким образом, в настоящее время существует достаточно большое количество криптографических механизмов обеспечения конфиденциальности для компьютерной графики. Эти механизмы лежат в сфере шифрования [15].

Электронная подпись является достаточно новым методов защиты, появившимся менее полувека назад. Она аналогична собственноручной подписи на бумажном документе и имеет схожую роль, подтверждая, что сообщение исходит от субъекта, который поставил эту подпись, а также гарантирует целостность самого сообщения. Электронная подпись, как и шифрование, предполагает два алгоритма – выработка или установка подписи и проверка или верификация подписи. Как правило, электронная подпись содержит в себе следующую информацию: дату установки подписи, информацию об авторе, собственно код подписи. В Российской Федерации действует стандарт ГОСТ 34.10-2018, построенный на основе эллиптических кривых с длиной подписи 512 или 1024 бита, который также может быть использован для подтверждение подлинности графических данных, но подвержен квантовой угрозе подобно распространённым системам шифрования с открытым ключом.

Хешированная информация является фиксированным сжатым представлением от исходного текста произвольной длины. Хеширование не использует ключи (при работе с бесключевыми функциями хеширования). По полученному значению, хешу, трудно вычислить исходные данные (свойство трудоемкости задачи вычисления прообраза функции хеширования). Хеш функция должна удовлетворять ряду условий. Такая функция должна быть необратимой, то есть, как было сказано, задача подбора изначального текста из хеша очень сложна. Результирующая информация сильно зависит от исходного текста, и при любом изменении в исходном тексте будет меняться и результирующий массив данных. Хеш функция должна быть стойкой к коллизиям. Коллизия – совпадение результирующих значений при хешировании двух разных текстов сообщений. Вероятность того, что значения разных данных совпадут должна быть минимальна, чтобы хеш функция считалась стойкой. Различают коллизии первого рода и второго. Коллизия первого рода – нахождение сообщения, схожего с исходным по хэшу, за разумное время. Коллизия второго рода – нахождение пары сообщений, схожих с исходным по хешу, за разумное время (задача построения второго прообраза [16]). В Российской Федерации действует стандарт ГОСТ 34.11-2018, построенный на основе алгоритма Меркля-Дамгарда с длиной хеш-кода 256 или 512 бита, который также может быть использован для подтверждение целостности данных компьютерной графики.

Имитовставка является дополнительной информацией, создаваемой на основе исходного текста сообщения и секретного ключа. Имеет фиксированную длину и добавляется к изначальным данным, обычно в конце сообщения. Используется для обеспечения защиты от фальсификации, от имитации данных. Основная задача заключается в выборе криптографического механизма, который выработает код имитовставки, чтобы минимизировать ущерб от имитационных действий возможного противника или нарушителя. Зачастую, имитовставку называют кодом аутентификации сообщения, или же MAC (Message Authentication Code). С приставкой буквы H, получается HMAC. Это алгоритм, стандартизированный Международной организацией стандартизации, который использует бесключевую функцию хеширования для вычисления имитовставки

Сферой использования ключевых функций хеширования, порождающих имитовставку, является совместное обеспечение аутентификации отправителя графической информации и целостности передаваемой информации. Кроме того, ключевые функции хеширования применяются в криптопротоколах, которые обеспечивают безопасность передачи графической информацией по открытым каналам связи [17]. В настоящий момент в России нет стандартизированного Росстандартом документа, который бы регламентировал использование алгоритма ключевой функции хеширования, обеспечивающий выполнение обоих перечисленных выше свойств (в Российской Федерации утвержден стандарт ГОСТ 34.13-2018, который описывает использование режима работы блочного шифра для выработки имитовставки, именуемого часто как CMAC в соответствии с документацией Международной организации стандартизации).

Заключение

В современном мире огромные объемы персональных данных, включающих и графические, обрабатываются с помощью различных технологий, включая криптовалюты, NFT, blockchain [18-19], электронную коммерцию и электронные подписи. Утечка таких данных может привести к значительным финансовым потерям, поэтому криптография играет важную роль в обеспечении безопасности данных.

Криптография постоянно меняется, дополняется. Появляются новые методы шифрования, новые алгоритмы. Современный период развития криптографии (с конца 70-х годов по настоящее время) это развитие нового направления – криптографии с открытым ключом, которая в последние годы становится постквантовой.

Криптография играет актуальную и важную роль для компьютерной графики, так как она обеспечивает защиту графических данных от несанкционированного доступа, обеспечивая конфиденциальность, целостность и аутентификацию данных. Например, в играх, использующих 3D-графику, и программах с графическим интерфейсом могут быть зашифрованы текстуры, модели и другие ресурсы, чтобы предотвратить их незаконное использование или изменение. В компьютерной графике также часто используются криптографические протоколы, например, протокол TLS (Transport Layer Security), используются для шифрования трафика между клиентом и сервером, предотвращая перехват и изменение данных.

Для защиты графической информации от просмотра нежелательным лицом могут быть использованы различные криптографические методы, однако, среди них наиболее подходящими являются методы шифрования. Симметричное шифрование – быстрый и эффективный метод, подходящий для постоянной передачи графической информации. Асимметричное шифрование, использующее два ключа обеспечит более высокий уровень безопасности, взамен влияя на скорость шифрования и дешифрования.

Литература

1. *Ногаев К.А.* Компьютерная графика и САПР. Темиртау: Карагандинский индустриальный университет, 2021. 123 с.
2. *Бабаш А.В., Баранова Е.К.* Криптографические методы и средства защиты информации: учебник. М.: КноРус, 2024. 224 с.
3. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации «Информационные технологии. Криптографическая защита информации. Термины и определения. М.: ФБГУ «Российский институт стандартизации», 2022. 81 с.
4. Федеральный закон от 6 апреля 2011 г. N 63-ФЗ "Об электронной подписи". Режим доступа: http://ivo.garant.ru/#/document/12184522/paragraph/455:0
5. *Петров А.А.* Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты. М.: ДМК Пресс, 2008. 448 с.
6. *Фомичёв В.М., Мельников Д.А.* Криптографические методы защиты информации в 2 ч. Часть 1. Математические аспекты: учебник для вузов; под редакцией В.М. Фомичёва. М.: Издательство Юрайт, 2023. 209 с.
7. *Рацеев С.М.* Математические методы защиты информации. Ульяновск: Ульяновский государственный университет, 2018. 592 с.
8. Поточный шифр SNOW. Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/532476/
9. Словарь криптографических терминов / Под ред. Б.А. Погорелова и В. Н. Сачкова. М.: МЦНМО, 2006.
10. *Pankov K.N., Glukhov M.M.* Using Error-Correcting Codes to Ensure Information Security of Unmanned Vehicles and IoT Systems // Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications. 2022. Vol. 5. No. 1, pp. 240-247.
11. *Pankov K.N., Glukhov M.M.* Estimation of the Power of Algebraic Geometric Codes Designed to Construct a Post-Quantum Algorithm for Ensuring Information Security of On-board Systems // Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2023. Vol. 6. No. 1, pp. 355-359.
12. *Панков К.Н., Миронов Ю.Б.* Использование постквантовых алгоритмов в задачах защиты информации в телекоммуникационных системах. М.: Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком», 2023. 236 с.
13. *Панков К.Н.* Оценки мощности классов отображений, применяемых в протоколах квантового распределения ключей // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 4. С. 4-18.
14. *Панков К.Н., Миронов Ю.Б.* Применение квантовых методов в задачах защиты информации. М.: Научно-техническое издательство "Горячая линия-Телеком", 2022. 212 с.
15. *Басшыкызы Д.* Криптографические методы защиты информации // Academy. 2022. № 1 (72). С. 34-36.
16. *Лось А.Б., Нестеренко А.Ю., Рожков М.И.* Криптографические методы защиты информации: учебник для академического бакалавриата. 2-е изд., испр. М.: Юрайт, 2016. 473 с.
17. *Назарова А.П.* Криптографические методы защиты информации // Перспективы развития информационных технологий. 2014. № 19. С. 155-158.
18. *Pankov K.N.* Testing, Verification and Validation of Distributed Ledger Systems // 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Moscow, 19-20 марта 2020 года. 2020. P. 9078541.
19. *Панков К.Н., Эйнман А.Д.* Сертификация систем распределенного реестра как инструмент обеспечения информационной безопасности // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2021. Т. 11, № 2. С. 37-49.

ЗАДАЧА УНИФИЦИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ДОСТУПА В ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Полтавцева Мария Анатольевна,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, профессор высшей школы кибербезопасности, д.т.н., доцент, Санкт-Петербург, Россия
poltavtseva@ibks.spbstu.ru

Аннотация
Системы больших данных используют в разных компонентах разные модели безопасности и контроля доступа. Важной задачей является разработка унифицированного контроля доступа с учетом этой особенности. В работе представлена технология разработки такой политики. Теоретическим базисом является новая модель данных.

Ключевые слова
Большие данные, гетерогенные системы, информационная безопасность, контроль доступа, модель данных, политика безопасности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-11-20003, https://rscf.ru/project/23-11-20003/, грант Санкт-Петербургского научного фонда (Соглашение №23-11-20003 о предоставлении регионального гранта).

Введение

Системы больших данных являются неотъемлемой частью современной цифровой экономики. Они осуществляют сбор информации из различных источников; препроцессинг, верификацию, валидацию и обогащение разнородных данных; распределение их по хранилищам различного класса и назначения для использования конечными потребителями при решении бизнес – задач. На результате работы таких систем принимаются ключевые решения не только в маркетинге или товарообороте, но и в областях управления техническими процессами, производством, логистикой, при осуществлении государственного управления и реализации цифровых сервисов населению [1]. Таким образом от безопасности данных в таких экосистемах зависит результат работы множества современных решений.

В то же время количество компьютерных атак на цифровые инфраструктуры и утечек данных постоянно возрастает. Этому способствует расширение цифровизации, рост квалификации злоумышленников и доступность инструментов для несанкционированного доступа, геополитическая обстановка.

Современные тенденции говорят о расширении спектра и направленности атак [1, 2]. Конфиденциальность больших данных уже давно является целью злоумышленников. Сегодня также известны атаки на доступность таких данных, являющиеся вариантом (или подвидом) широко известных атак с использованием шифровальщиков. Следующим шагом вероятнее всего станут атаки на целостность больших данных.

Несмотря на то, что объемы данных усложняют точечные атаки, и нарушение целостности можно рассматривать в рамках традиционных атак подделки данных, есть еще один дополнительный фактор. Большие данные являются ресурсом для обучения систем искусственного интеллекта.

Решения на базе машинного обучения разрабатываются и внедряются практически во всех областях. Уже известны атаки на такие системы с целью искажения их работы и внесения недокументированных изменений и закладок. Реализация большинства таких атак происходит через обучающие данные. Таким образом, несанкционированное вмешательство в большие данные в процессе их обработки может привести и к нарушению работы интеллектуальных систем.

Такая ситуация требует разработки методов и средств обеспечения безопасности систем больших данных, учитывающих их технологические особенности. Данная работа посвящена решению такой задачи в области контроля доступа.

Результаты исследований

Ключевые особенности современных экосистем больших данных основаны на тех технологических решениях, которые предоставляют им преимущество перед традиционными системами управления базами данных (СУБД). Они обусловлены интеграцией различных инструментов обработки информации, каждый из которых решает свою специфическую задачу, в одну экосистему с общими потоками данных. Отсутствие единой структуризации данных является как преимуществом систем больших данных, позволяя достичь наивысшей эффективности в отдельных задачах, так и слабым местом. Следствием такого разнообразия является, в частности, отсутствие общей, согласованной системы контроля доступа и связанных инструментов безопасности [2, 3].

Вторым результатом объединения большого числа различных инструментов, зачастую физически распределенных, является рост числа доверенных пользователей [4]. Каждая система управления базами данных или другой инструмент в экосистеме имеет собственного администратора, как правило, более чем одного. Отсутствие четких границ и детализированного разграничения доступа между инструментами в зависимости от конкретного потока обработки информации приводит к ситуации доверия инструментов в отношении друг друга. Таким образом, число доверенных пользователей в системе в целом возрастает пропорционально числу компонентов в системе больших данных и даже более.

Создание доверенной среды в отношении всех компонентов большой, распределенной гетерогенной системы, охватывающей, как правило, множество подразделений организации и выполняющий широчайший круг задач сегодня не представляется возможным. В этих условиях создание единой унифицированной и максимально детализированной реализации политики контроля доступа в рамках всей системы управления большими данными является ключевым аспектом обеспечения безопасности потоков обработки информации для обеспечения не

только ее конфиденциальности, но и доступности и целостности.

Таким образом, исходя из [1-5] и других работ, задачами, решаемыми при построении унифицированного контроля доступа в системах больших данных, являются:

1. Разработка единого, не зависимого от инструментов обработки, представления данных и процессов в системе.

2. Разработка способа задания политик безопасности над данным представлением.

3. Построение отображения унифицированной политикой безопасности на системы контроля доступа инструментов обработки данных.

В основе единого представления данных и процессов их обработки предлагается использовать, в соответствии с теорией построения хранилищ данных и архитектурой ANSI/SPARC, специализированную модель верхнего уровня.

Предлагаемая модель основана на агрегатном подходе, соовтествующим большинству NoSQL решений. Структурой данных в рамках модели является фрагмент данных $d_0 \in D$, где D – все множество семантически значимых фрагментов данных. d_0=<Key,Value>, где Key – уникальный в пределах всей системы идентификатор (в терминологии систем управления данными – ключ). Value – значение, в общем случае представляющее собой непосредственно элемент данных и/или набор вложенных агрегатов. То есть $d_0.Value=\{Val,\{d_i\}|d_i \in \{\emptyset,d\}\}$.

С точки зрения информационной безопасности над фрагментами данных важно определить следующие отношения:

1. Отношение порождения определяющее PCr (Parent-Child Relation связь) между фрагментами.

2. Отношение вложенности $d_j \subset d_i$ когда $d_j \in d_i.Value$ либо $\exists(d_k \in d_i.Value)|(d_j \in d_k.Value)$.

3. Гомоморфизм в отношении агрегатов d_i и d как отображение между двумя значениями агрегатов, не изменяющее элементы данных в значениях, но изменяющее их порядок.

Задается следующий набор операций с данными с учетом их гетерогенной обработки (см. например [6]):

1. Создание Create:$(\{d\},Key) \rightarrow d_i=\{Key,Value\}$.
2. Уничтожение Delete:$(d_i) \rightarrow \emptyset$.
3. Включение Incl:$(d_i,\{d\}) \rightarrow d_i'$.
4. Исключение Extr:$(d_i',\{Key_j\}) \rightarrow (d_i, d_j)$.
5. Преобразования Transform:$(d_i) \rightarrow d_j$.

Тогда модель разграничения доступа верхнего уровня на основе предложенных структур и операций будет включать:

O – множество фрагментов данных или объектов доступа.

S – множество субъектов доступа - получателей данных;

Op – множество цепочек преобразования данных от входной информации к выходной с использованием приведенных операций.

R – правила политики безопасности.

В общем случае выбор конкретной модели безопасности, которая может быть реализована над унифицированным представлением, зависит только от требований к конкретной системе, и не ограничивается в рамках данной методологии [7,8].

Система контроля доступа каждого инструмента обработки данных, как реляционного, так и в классе NoSQL, включает следующие моменты:

- Грануляцию доступа в соответствии с нативными структурами данных модели данных инструмента обработки;
- Определение правил доступа к объектам данных, соответствующего уровня грануляции, в отношении выполнения операций, определенных в модели данных инструмента обработки.

Тогда, если $r_i \in R$ – некоторое правило политики безопасности, определенное в терминах приведенных объектов и операций, его отображение задается через отображение объектов и операций общей модели на объекты и операции частной модели инструмента реализации доступа.

Следовательно, для каждой модели данных, применяемых в инструментах больших данных, и приведенной выше моделью должно быть задано соответствие между элементами структур данных и операциями. Такими моделями являются модели ключ – значение, семейства столбцов, графовая, документо-ориентированная и реляционная, фактически соответствующая также колоночной модели на логическом уровне.

Приведем пример методики взаимного отображения для модели ключ - значение:

1. Для каждого агрегата модели ключ –значение задаем однозначный фрагмент данных приведенной модели (и наоборот при обратном отображении) согласно:

- Структура данных $k_i=\langle Key_k, Value_k\rangle \rightarrow d_i^K=\langle Key, Value\rangle$ где $d_i^K.Key=Key_k$, $d_i^K.Value=Value_k$
- Все множество данных $K=\{k_i\} \rightarrow d_0^K=\langle Key,Value\rangle$ где $d_0^K.Key=K.Name$, $d_0^K.Value=\{k_i\}$

2. Для каждой операции модели ключ – значение задаем операцию предлагаемой модели согласно:

- Поиск кортежа ⟨Key,Value⟩ по значению ключа $Key_k \rightarrow d_j=Extr(d_i,\{Key_j\})$ где $Key_j=Key_k$.
- Создание кортежа ⟨Key,Value⟩ → Create:$(Value_k, Key_k) \rightarrow d_i=\{Key_k, Value_k\}$
- Удаление кортежа ⟨Key,Value⟩ → $\forall(d_i.Key=Key_k)$ Delete:$(d_i) \rightarrow \emptyset$

3. Определить правило доступа в инструменте на основе модельного $r_i \in R \rightarrow r_i^K$.

Аналогичным образом сопоставления проводятся с другими моделями и их структурами. На рисунке 1 приведена схема реализации унифицированной политики безопасности в экосистеме больших данных.

Рис. 1. Схема реализации унифицированной политики безопасности

Таким образом на основе верхнеуровневой модели представления информации решение задачи унифицированного контроля доступа в гетерогенных системах больших данных может быть достигнуто.

Заключение

Безусловно, обеспечение защищенности систем больших данных гетерогенной природы является большой и комплексной задачей, обусловленной особенностями решений этого класса по сравнению с традиционными СУБД.

При этом задача обеспечения согласованного, унифицированного контроля доступа лежит, в свою очередь, в основе таких решений, как разработка оптимальной политики безопасности, анализа и построения оценок защищенности и других.

Использование агрегатного подхода при верхнеуровневом моделировании данных обуславливается математическим аппаратом теории множеств, применяемом в логике работы как NoSQL решений, так и колоночных и реляционных СУБД.

Предложенные операции и отношения между информационными фрагментами позволяют отобразить различные особенности грануляции данных в современных инструментах обработки данных и действия по манипулированию ими.

Общий математический аппарат также позволяет говорить о построении взаимного отображения между моделями, и, как следствие, обеспечить возможность как построения унифицированной политики безопасности для системы больших данных в целом, так и ее реализации на отдельных инструментах. Трансляция правил политики безопасности обеспечивается отображением объектов и операций, в совокупности с признаками их разрешения или запрета.

Предложенное решение задачи унификации контроля доступа в системах больших данных является основой для дальнейшей работы по обеспечению безопасности таких систем и построению их в защищенном исполнении.

Литература

1. *Mushtaq M.S.* et al. Security, integrity, and privacy of cloud computing and big data // Security and Privacy Trends in Cloud Computing and Big Data. 2022, pp. 19-51.
2. *Zhuang Y. et al.* Research on big data access control mechanism // International Journal of Computational Science and Engineering. 2023. Vol. 26. № 2, pp. 192-198. doi: 10.1504/IJCSE.2023.129738.
3. *Poltavtseva M.A. et al*. Data protection in heterogeneous big data systems // Journal of Computer Virology and Hacking Techniques. 2023, pp. 1-8. doi: 10.1007/s11416-023-00472-3.
4. *Jiang R. et al.* T-RBAC Model Based on Two-Dimensional Dynamic Trust Evaluation under Medical Big Data // Wireless Communications and Mobile Computing. 2021. Vol. 2021, pp. 1-17. doi: 10.1155/2021/9957214
5. *Anisetti M. et al.* Dynamic and scalable enforcement of access control policies for big data // Proceedings of the 13th International Conference on Management of Digital EcoSystems. 2021, pp. 71-78. doi: 10.1145/3444757.3485107.
6. *Dziedzic A., Elmore A.J., Stonebraker M*. Data transformation and migration in polystores // 2016 IEEE High Performance Extreme Computing Conference (HPEC). 2016, pp. 1-6. doi: 10.1109/HPEC.2016.7761594.
7. *Yang K. et al.* An Efficient and Fine-Grained Big Data Access Control Scheme with Privacy-Preserving Policy // IEEE Internet of Things Journal. 2017. Vol. 4. № 2, pp. 563-571. doi: 10.1109/JIOT.2016.2571718
8. *Kroll J.A., Kohli N., Laskowski P.* Privacy and policy in polystores: a data management research agenda // Heterogeneous Data Management, Polystores, and Analytics for Healthcare: VLDB 2019 Workshops, Poly and DMAH, Los Angeles, CA, USA, August 30, 2019, Revised Selected Papers 5. Springer International Publishing, 2019, pp. 68-81. doi: 10.1007/978-3-030-33752-0_5.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Посохов Михаил Анатольевич,
МТУСИ, аспирант, Москва, Россия

Саксонов Евгений Александрович,
МТУСИ, профессор, Москва, Российская Федерация
mikhail.posokhov@yandex.ru

Аннотация

Предложены основные направления обеспечения актуальности данных - одного из основных показателей качества данных в системах больших данных. Выделены сложности актуализации данных в современных информационных системах. Рассмотрены возможные направления решения задачи актуализации данных. Приведены примеры оценки актуальности данных в различных системах.

Ключевые слова

Качество данных, большие данные, искусственный интеллект, актуализация данных, служба поддержки качества данных, базы данных, своевременность данных.

Введение

В связи с постоянным увеличением объемов хранимой в информационных системах информации возникает проблема измерения и поддержки качества этой информации. Проблема важна, поскольку обработка некачественных данных может привести к принятию ошибочных решений, последствия которых могут отрицательно сказаться на развитии отдельных отраслей промышленности, транспорта и т.д. Измерение качества данных используется в области управления данными для описания их особенностей, которые можно измерить или оценить по определенным стандартам [1].

Среди различных показателей качества данных значительный интерес представляет актуальность данных - соответствие реальному состоянию системы (объекта), к которому они относятся в момент обработки данных. Во многих случаях обеспечение актуальности информации на момент ее обработки является единственным решением повышения качества принимаемых решений.

Например, определение потоков миграции населения крупного города при поездках на работу позволяет организовать работу общественного транспорта и при ошибочном решении приведет к значительным издержкам, связанным с простоями населения в очередях, опозданиями на работу и т.д.

Результаты работы

Обеспечение актуальности данных связано со значительными сложностями:

– во многих случаях актуальность поддерживается путем внесения изменений при регистрации или перерегистрации объектов (получение паспорта, устройство на работу), но эти изменения часто хранятся в локальных системах предприятий и организаций, что делает их недоступными для других систем;

– существует большое количество данных, изменения которых не регистрируются, пока не потребуются для обработки при решении прикладных задач, например, адрес реального места жительства;

– в больших информационных системах имеются взаимосвязанные данные, изменения которых нужно производить одновременно, например, данные об изменениях названий в адресной информации, данные о родственных связях граждан и т.д.;

– часто актуализация должна проводиться оперативно, что сложно сделать в распределенных системах;

– понятие актуальности данных не всегда привязано к промежутку времени, для которого эта актуальность необходима;

– актуальность данных может меняться в процессе их обработки, что может привести к ошибочным решениям;

– высокая частота изменений данных приводит к «пробуксовкам» в решении прикладных задач обработки информации.

В связи с этим постоянно возрастает значимость создания средств поддержки актуальности данных, особенно в системах большой размерности.

Поддержка актуальности, основанная на периодической проверке выборочных данных, не выдерживает критики, поскольку, во-первых, это очень трудоемкий и длительный процесс, во-вторых, нет универсальной методики проведения выборки, в-третьих, частота проведения выборки для различных данных зависит от скорости их изменения.

Решения, связанные с обеспечением консистентности данных в распределенных системах (при репликации), распространяются только на определенный класс систем, сильно загружают систему связи, требуют большого количества времени [2, 3].

Следует отметить, что за последние несколько десятилетий были разработаны различные методы оценки качества данных [4, 5]. Большинство из них относится к реляционной модели данных и основано на анализе отдельных значений без использования других таблиц. Исключением является метод междоменного анализа, который позволяет устранять избыточность и несогласованность данных в нескольких таблицах [6].

Примеры решения практических задач проверки и обеспечения актуальности.

1. Данный пример показывает возможность применения показателя своевременности данных. В качестве примера выступит АТХ. Целью кампании было представить предложение предоплаченным клиентам, чтобы стимулировать их перейти на постоплатные тарифы. Для этого 143 000 абонентам с предоплаченным тарифом «Мобайл1000» предлагалось перейти на постоплатный тариф «Мобайл2500». «Мобайл2500» выгоднее для мобильного оператора, поскольку срок его

контракта фиксирован. Однако, в связи с большим количеством клиентов проверка правильности адресования перед отправкой предложения занимает много времени.

В качестве метрики качества был предложен показатель своевременности, который определяет вероятность актуальности адреса клиента. Показатель своевременности демонстрирует, насколько значение атрибута изменилось с момента его получения и хранения в системе. Расчет показателя проводится по формуле:

$$timeliness = \frac{1}{MAUT * AA + 1},$$

где timeliness – показатель своевременности данных, MAUT – среднее время обновления данных в атрибуте, AA – возраст атрибута [7].

Формула позволяет количественно определять, устарело ли текущее значение атрибута. Так, если MAUT = 0, значение атрибута никогда не устаревает и своевременность равна 1, т.е. значение атрибута актуально. Если AA = 0, значение атрибута получается в момент количественной оценки качества данных и своевременность также равна 1. Для более высоких значений среднего времени обновления атрибута или возраста атрибута значение метрики приближается к 0.

Данный метод измерения своевременности имеет следующие недостатки: показатель является нормированным, но итоговые значения расчета по формуле не всегда попадают в диапазон значений [0; 1], значение 0 возвращается только в случае, если средняя частота обновления атрибута или возраст значения атрибута соответственно равен бесконечности.

Другой подход определяет метрику своевременности следующим образом [8]:

$$timeliness = \{\max[(1 - \frac{currency}{shelf_life}), 0\}^{s},$$

где timeliness – показатель своевременности данных, currency – показатель употребительности данных, shelf_life – срок годности данных, s – значение параметра, которое выбирается при расчете самостоятельно.

Переменная currency зависит от таких факторов, как время доставки информации, время получения блока данных, возраст единицы данных на момент получения.

Параметр, который называется сроком хранения (shelf_life) является мерой изменчивости значений атрибута. Срок годности обычно определяется специалистом по качеству данных по согласованию с потребителями этих же данных.

Переменная s — это параметр, который позволяет контролировать чувствительность показателя своевременности данных к коэффициенту изменчивости значения currency. Для короткого срока хранения данных это соотношение велико, тогда как для длительного срока является малым.

Данный подход хорошо используется для относительно небольших систем производства информации с изменяемыми во времени свойствами. Для крупномасштабных систем, содержащих тысячи блоков данных, требуется иерархический подход, так как необходимо выполнять более детальный анализ связей между данными, при котором действия на более высоком уровне нужно разбивать на большое количество моделей более низкого уровня.

2. В качестве еще одного примера практической задачи улучшить качество данных можно привести систему оценки актуальности данных о вышках сотовой связи при помощи инструмента аналитики Loginom.

Выбранный набор данных для решения задачи представляет собой фрагмент информации из открытой базы данных о сотовых вышках – OpenCellid [9]. Эти данные (около 40 миллионов строк) используются клиентами по всему миру для различных коммерческих или частных целей.

Была проанализирована структура этих данных, которая представляет собой DDL-описание таблицы базы данных. С точки зрения актуализации были выбраны наиболее важные атрибуты записей, часть которых представлена в таблице 1.

Таблица 1

Название атрибута	Тип данных	Предназначение
radio	Enum8	Тип сотовой вышки
mcc	UInt16	Мобильный код страны
lon	Float64	Значение долготы
lat	Float64	Значение широты
created	DateTime	Дата установки
updated	DateTime	Обновленная дата установки

Как видно из таблицы 1, больший интерес с точки зрения актуализации представляют два атрибута, определяющие конкретную вышку сотовой связи (radio, mcc), координаты расположения (lon, lat) и даты установок этих вышек (created, updated).

Измерение качества данных о сотовых вышках проводилось при помощи программного обеспечения Loginom. Измерение качества данных проводится при выполнении расчета необходимых статистик о разных ошибках в записях. Чаще всего это требуется для подготовки данных для модели машинного обучения или нейронной сети.

Постановка задачи актуализации данных о вышках сотовой связи звучит следующим образом: требуется оценить вероятность наличия не актуальных (устаревших) записей. Если эта вероятность велика (более 0,50), требуется провести актуализацию.

Для решения задачи создан сценарий выполнения обработки данных в программном обеспечении Loginom. Он хранил только 1 объект импорта данных из файла с расширением .csv, который представлял собой источник информации о вышках сотовой связи. Пример результата измерения качества данных приведен в таблице 2.

Таблица 2

Название атрибута	Количество найденных значений и их тип		
	Экстремальных	Отрицательных	Выбросов
radio	867	Нет	556344
mcc	Нет	Нет	Нет
lon	Нет	14721733	Нет
lat	Нет	5354324	60034
created	2929	Нет	586038
updated	3857	Нет	550844
Кол-во строк	43276150		
Заполненных полей, %	100%		
Полных записей, %	100%		

Данные из таблицы 2 показали, что проблемы в качестве информации о сотовых вышках имелись, но не слишком серьезные, чтобы считать какой-либо столбец непригодным для проведения бизнес-аналитики, а значит, программное обеспечение Loginom высоко оценило качество данных.

Однако, не оценивалась вероятность наличия не актуальных записей. В таблице могут храниться записи в правильном формате, но не соответствующие действительности, например, записи об одних и тех же вышках с разными значениями координат расположения и дат установок. Оценить неактуальность данных программное обеспечение Loginom не способно, так как в нем отсутствуют встроенные модели искусственного интеллекта, предназначенные для данного типа задач. В данном случае было проведено измерение качества данных только с точки зрения наличия нормализации и стандартизации. Поиск неактуальных данных не проведен.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что известные решения являются автономными по области применения, не согласованы между собой, сложны при практическом использовании, а универсальные решения практически отсутствуют.

Таким образом, назрела необходимость в комплексном решении проблемы актуализации данных, обеспечивающем оперативность, требующую заданное качество актуализации.

Возможные направления решения проблемы:

- уточнение понятия актуальности данных с учетом факторов, влияющих на актуальность и потерь, связанных с нарушением актуальности;
- введение понятия устаревших данных, которые могут изыматься из системы без актуализации;
- разработка математического аппарата описания актуальности данных, который учитывал бы наиболее значимые факторы, влияющие на актуальность, и позволял бы количественно оценивать эти факторы, уровень и полноту актуальности;
- разработка математического аппарата анализа процессов актуализации, позволяющего определять их параметры (объемы, частоту, уровень получаемого качества данных, длительность процесса, побочные явления, связанные с проведением актуализации);
- создание средств постоянного (регулярного) мониторинга данных, позволяющих количественно оценивать их изменения, связи между данными;
- создание каталога данных, фиксирующего все изменения, единого для конкретного класса прикладных задач в распределенных системах;
- исследование процессов изменения и актуализации данных как случайных процессов, с определением параметров и характеристик процессов;
- определение задач актуализации данных в системах большой размерности и разработка средств искусственного интеллекта для решения задач.

Следовательно, как отмечалось многими авторами, требуется специальная служба поддержки качества (актуальности) данных, задачами которой является анализ состояния данных, оценка текущей актуальности, планирование работ по поддержке актуальности.

Поскольку объемы хранимых данных становятся чрезвычайно большими, традиционные решения для создания и обеспечения эффективной работы службы не применимы. Основой для создания такой службы может быть система искусственного интеллекта, обучаемая для различных практических систем.

Заключение

Показана важность проблемы актуализации данных, представлены результаты анализа сложностей, связанных с обеспечением актуальности данных.

Рассмотренные примеры показали, что предложенные решения не способны решать задачу поиска не актуальных по времени данных.

Приведены возможные направления решения проблемы актуализации данных, основанные на создании математического аппарата, сбора и обработки статистики, применении методов искусственного интеллекта.

Особое внимание следует обратить на создание математического аппарата для проведения анализа и оценки актуальности данных в реальных системах. Наличие такого аппарата позволит расширить область применения методов и средств актуализации для систем большой размерности, использования систем искусственного интеллекта.

В связи с этим представляется целесообразным продолжить исследование проблемы и создание более совершенных методов поиска неактуальных данных.

Литература

1. The six primary dimensions for data quality sessment: Rep. Technical report, DAMA UK Working Group; Executor: Nicola Askham, Denise Cook, Martin Doyle et al. 2013.
2. *Танненбаум Э., М ванн Стеен*. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. СПб.: Питер, 2003. 877 с.
3. *Гектор Г.-М., Ульман Д., Уидом Д*. Системы баз данных. Полный курс Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003. 1088 с.
4. *Sæbø Hans Viggo*. Quality Assessment and Improvement Methods in Statistics – What works? // Statistika. 2014. Vol. 94, no. 4, pp. 5-14.
5. *Woodall Philip, Oberhofer Martin, Borek Alexander.* A classification of data quality assessment and improvement methods // International Journal of Information Quality 16. 2014. Vol. 3, no. 4, pp. 298-321.
6. *Jixue Liu, Jiuyong Li, Chengei Liu, Yongfeng Chen*. Discover dependencies from data – a review // IEEE transactions on knowledge and data engineering. 2012. Vol. 24, no. 2, pp. 251-264.
7. *Bernd Heinrich, Marcus Kaiser, Mathias Klier*. How to measure data quality? A metric based approach // Twenty Eighth International Conference on Information Systems (ICIS) 2007, Montreal, Canada. 2007, pp. 2–3.
8. *Donald Ballou, Richard Wang, Harold Pazer, Giri Tayi*. Modeling information manufacturing systems to determine information product quality // Management Science. 1998. Vol. 44, no. 4. P. 468.
9. Вышки сотовой связи | ClickHouse Docs [Электронный ресурс]. URL: https://clickhouse.com/docs/ru/getting-started/example-datasets/cell-towers (дата обращения: 09.01.2024).

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ СБОРА ТЕЛЕМЕТРИИ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОЗНАЧНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК

Раковский Дмитрий Игоревич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ),
аспирант, ассистент кафедры «Информационная безопасность», Москва, Россия,
Prophet_alpha@mail.ru

Александров Илья Дмитриевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия

Боков Александр Дмитриевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия

Аннотация

Разработан стенд для сбора телеметрии и имитационного моделирования многозначных компьютерных атак, позволяющий собирать данные с сложных топологий, с несколькими атакуемыми и атакующими хостами. Функционал разработанного стенда включает в себя сбор многозначных телеметрических данных с атакующих и атакуемых хостов; их хранение; аккумуляция и конвертация в вид, пригодный для последующего использования алгоритмами интеллектуального анализа данных. При помощи разработанного стенда собраны демонстрационные экспериментальные данные. Эксперимент проводился в промежуток с 20:22:07 28.09.2023 по 09:40:04 29-09-2023. За указанное время собрано 11.338 записей. Проведено 63 атаки: 13 атак типа «отказ в обслуживании» и 50 атак типа «сканирование операционной системы». Полученный набор данных содержит 38% нормальных записей, и 62% записей, связанных с одной из двух компьютерных атак - «Отказ в обслуживании», «Сканирование ОС». Анализ полученных данных показывает, что доля многозначных данных, собранных за время эксперимента, составляет 5% от общего числа записей. Для многозначных записей по отношению к общему числу аномальных записей ~8%.

Ключевые слова

экспериментальные данные, multi-label classification, multi-label, сетевая атак, компьютерная атака, исследовательский стенд, информационная безопасность.

Введение

Современные компьютерные атаки, совершаемые на корпоративные компьютерные сети (КС), характеризуются обходом статистических и сигнатурных средств защиты информации [1-3]. Для защиты таких систем применяются все более комплексные системы защиты информации [4, 5].

Современные КС могут подвергаться нескольким компьютерным атакам одновременно [6]. Из-за ограниченности средств сбора телеметрии с хостов атакуемой КС, собранные дампы содержат записи, идентичные по всем атрибутам, но ассоциированные с разными компьютерными атаками. Указанные свойства являются проявлениями многозначности данных [7-9]. Актуальной задачей является разработка стенда для сбора телеметрии КС в условиях проведения многозначных контролируемых компьютерных атак.

Структура и схема функционирования стенда, формализация задачи

Пусть КС задается множеством из M упорядоченных наборов значений дискретно изменяющихся атрибутов КС [10]:

$$\boldsymbol{D}_{NM} = \left\{ \left(\boldsymbol{A}(n,\ ), set_n \right); \boldsymbol{A} = \left(a_{nm} \right), m = \overline{1,M}, n = \overline{1,N} \right\}, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{A}(n,\ ) = \left(a_{n1}, a_{n2}, \ldots, a_{nM} \right)$ – n-тый вектор-строка матрицы (таблицы) атрибутов экспериментальных данных $\boldsymbol{A}$, состоящая из M столбцов. Тогда элемент этой строки, $a_{ni} \in \boldsymbol{A}(n,\ )$, означает метрическое значение <u>i-того атрибута на n-той строке</u> экспериментальных данных ; set_n – классовая метка, ассоциированная с n-ной строке значений атрибутов записи экспериментальных данных; $\left(\boldsymbol{A}(n,\ ), set_n \right)$ – пара элементов типа «<u>n</u>-ная строка экспериментальных данных, соответствующая ей классовая метка»; N – количество записей экспериментальных данных; M – количество атрибутов в экспериментальных данных.

Пусть топология КС T исследуемой КС состоит из двух множеств хостов:

$$T = \left\{ VH_i; i = \overline{1,I} \right\} \cup \left\{ AH_j; j = \overline{1,J} \right\} \cup DAS \cup Router, \quad (2)$$

где VH_i – i-тый хост, имитирующий жертву (далее – атакуемый хост, от англ. *Victim host*); AH_j – j-тый хост, имитирующий машину злоумышленника (далее – атакующий хост, от англ. *Attack host*), проводящую контролируемую компьютерную атаку (ККА) на VH_i; DAS – сервер агрегации данных (англ. *data aggregation server*), аккумулирующий телеметрию с VH_i и AH_j.; Router – маршрутизатор, соединяющий множество атакуемых и атакующих хостов.

Зададим перечень компьютерных атак AL (англ. *Attack Library*), которые атакующие хосты AH_j реализуют на атакуемые хосты VH_i:

$$AL = \left\{ attack_k; k = \overline{1,K} \right\}. \quad (3)$$

Каждая компьютерная атака (3) обладает набором параметров, однозначно ее описывающих и общих для каждой реализации:

$$attack_k : \left\langle params_{l_k} \right\rangle; l_k = \overline{1,L_k}. \quad (4)$$

Конкретное множество параметров детализируется в зависимости от механизма реализации компьютерной атаки. Общее число параметров атаки – L_k – варьируется в зависимости от детализации атаки.

Зададимся рядом варьирующихся параметров реализации атаки из библиотеки *AL* (3) – AoI_k (англ. *Attack on Interval*):

$$AoI_k : \langle IS, IE, attack_k, ah, tar, dur, int, etcp \rangle, \qquad (5)$$

где *IS* – параметр, точное время начала интервала атаки (англ. *Interval Start*); *IE* – параметр, точное время окончания интервала атаки (англ. *Interval End*); $attack_k$ – набор параметров атаки, общих для каждой реализации; *ah* – атакующий хост, реализующий экземпляр атаки в пределах указанных интервалов; *tar* – множество целей атаки для dur – длительность атаки в пределах указанных интервалов; *int* – интенсивность атаки в пределах указанных интервалов; *etcp* – множество иных варьирующихся параметров.

Отметим, что содержимое AoI_k может задаваться как фиксированными числами, так и законами распределения случайной величины, выбираемыми из библиотеки распределений $FL = \left\{ F_{lf}(\alpha_p); p = \overline{1, P_{lf}}, lf = \overline{1, LenF} \right\}$, где α_p – *p*-тый параметр *lf*-того закона распределения.

Для предотвращения уничтожения КС в следствие фатального воздействия компьютерных атак, предусмотрен механизм оценки максимально допустимого негативного воздействия на КС *i*-тый атакуемый хост VH_i – $MaxDamage_{VH_i}$ – со стороны атакующих хостов. Под $MaxDamage_{VH_i}$ понимается максимально допустимое время ответа *i*-того атакуемого хоста VH_i на синхронизирующий сигнал, поступающий с сервера агрегации данных *DAS*.

Взаимодействие между элементами КС (2) – *DAS*, VH_i и AH_j – осуществляется через программные агенты первого и второго типов, распространяемые на соответствующие хосты хосты – $PA = \left\{ prograg_{1,i}; i = \overline{1, I} \right\} \cup \left\{ prograg_{2,j}; j = \overline{1, J} \right\}$. Программные агенты первого типа – $prograg_{1,i}$ – осуществляют сбор телеметрической информации с атакуемых хостов VH_i. Программные агенты второго типа – $prograg_{2,j}$ – осуществляют сбор телеметрической информации с атакующих хостов AH_j. Программные агенты первого и второго типов связаны с сервером агрегации данных *DAS* через центральный пункт управления (ЦПУ).

На этапе проведения ККА, в момент реализации атаки, датчик псевдослучайных чисел *RND*, получая на вход закон распределения $F_{params_{l_k}}$ и установленные параметры, формирует окончательные параметры реализации атаки внутри каждого интервала *IS* – *IE*.

Опишем воздействие атакующими хостами AH_j на хосты-жертвы VH_i, вектором из W_k параметров AoI_k: $\vec{V}_k = \left(AoI_{kw}; w = \overline{1, W_k} \right)$, где W_k – количество раз, когда *k*-тая атака (3) планируется к реализации в течение эксперимента. Каждая тройка задается собственным набором параметров (5).

Множество экспериментальных данных (1), порождается в результате воздействия атакующими хостами AH_j на хосты-жертвы VH_i (2) тройками (5), объединенными в вектора. Конфигурация воздействия по каждой компьютерной атаке может быть представлена в виде итогового множества $CoA = \left(\vec{V}_k; k = \overline{1, K} \right)$ (англ. *Chronology of Attacks*). Визуализация механизма работы стенда, формализованного посредством выражений (1-5) представлена на (рис. 1).

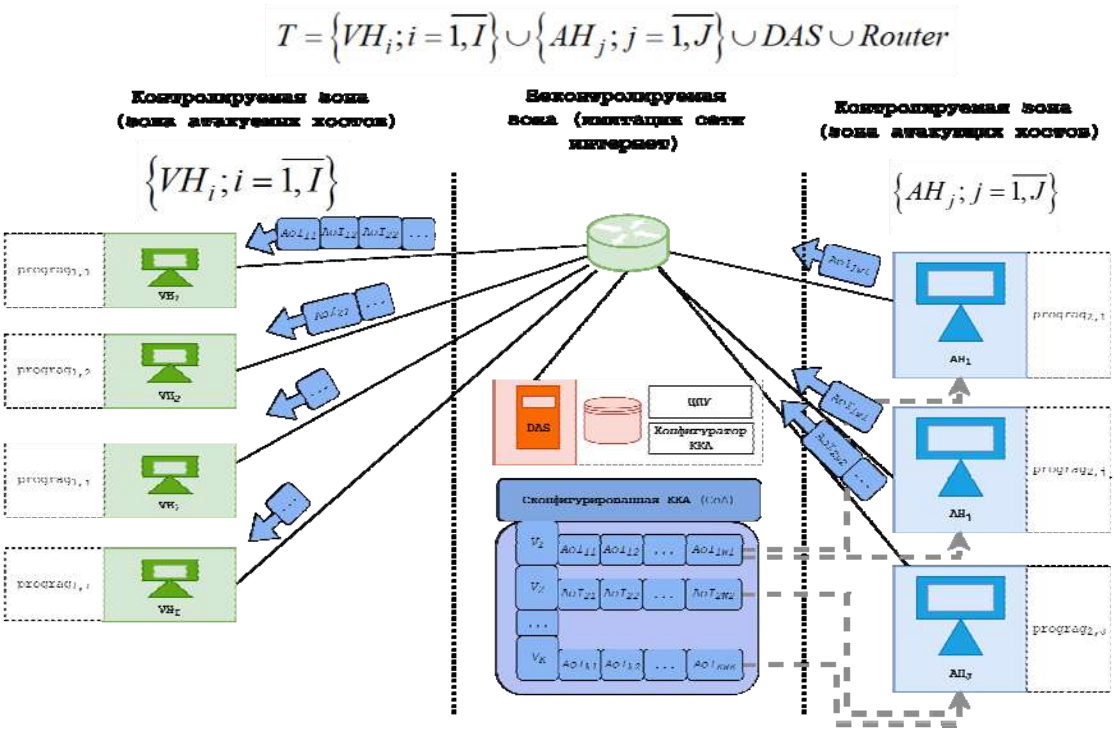


Рис. 1. Структурная и схема функционирования стенда

Топология исследуемой КС T (2) отражена на визуализации в виде двух контролируемых зон – зоны атакуемых хостов VH_i и зоны атакующих хостов AH_j. VH_i и AH_j разделены неконтролируемой зоной, имитирующей сеть Интернет. На каждом из VH_i установлен программный агент первого типа $prograg_{1,i}$; на каждом AH_j установлен программный агент второго типа $prograg_{1,i}$; на сервере агрегации данных *DAS* расположена база данных для агрегируемый телеметрических данных с AH_j и VH_i; ЦПУ для контроля взаимодействия между программными агентами. Программные агенты второго типа $prograg_{2,j}$ распространяется на атакующие хосты AH_j и необходим для формирования многозначных целевых столбцов – классовых меток наличия / отсутствия проведения ККА определенного типа с j-того атакующего хоста. Программный агент $prograg_{2,j}$, получая на вход расписание ККА от ЦПУ, осуществляет их проведение с учетом информации, поступившей из программных агентов первого типа.

Для реализации компьютерных атак, *DAS* посылает управляющие сигналы на атакующие хосты. Атакующие хосты реализуют компьютерную атаку.

В качестве демонстрации работоспособности стенда, была произведена многозначная ККА на один хост-жертву. Были выбраны атаки двух типов – «отказ в обслуживании» и «сканирование портов». Атака типа «отказ в обслуживании» реализована посредством утилиты *hping3*, «сканирование операционной системы» – *nmap*.

Интервалы проведения ККА были сконфигурированы таким образом, чтобы часть атак различных категорий происходила одновременно. Собрано 11.338 записей. Проведено 63 атаки: 13 атак типа «отказ в обслуживании» и 50 атак типа «сканирование операционной системы».

Итоговый набор данных, полученный в результате объединения всех таблиц всех баз данных, содержит 43 столбца (атрибута), включая три целевых столбца, из категорий «аппаратные атрибуты», «сетевая карта» и «диспетчер задач». Многозначные данные, снимаемые с диспетчера задач, объединены в одну строку операцией конкатенации.

Полученный набор данных содержит 38% нормальных записей, и 62% записей, связанных с одной из двух компьютерных атак - «Отказ в обслуживании», «Сканирование ОС». Анализ полученных данных показывает, что доля многозначных данных, собранных за время эксперимента, составляла 5% от общего числа записей. Было найдено, что доля многозначных в множестве аномальных записей возрастает с ростом количества целевых столбцов.

Заключение

Новизна разработанного стенда заключается автоматизированной одновременной маркировке всех ККА, направленных на целевую КС.

Собраны демонстрационные экспериментальные данные. Эксперимент проводился в промежуток с 20:22:07 28.09.2023 по 09:40:04 29-09-2023. За указанное время собрано 11.338 записей. Проведено 63 атаки: 13 атак типа «отказ в обслуживании» и 50 атак типа «сканирование операционной системы».

Анализ полученных данных показывает, что доля многозначных данных, собранных за время эксперимента, составляет 5% от общего числа записей.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке Минцифры России (грант ИБ) в рамках научного проекта, Соглашение №. 40 469–21/23-К от 30.06.2023 г.

Литература

1. *Sheluhin O.I., Osin A.V., Rakovsky D.I.* New Algorithm for Predicting the States of a Computer Network Using Multivalued Dependencies // Aut. Control Comp. Sci. 2023. Т. 57, № 1. С. 48-60. DOI: 10.3103/S0146411623010091.

2. *Аль-Ани М.м., Алшаиби А.Д., Костюченко Е.Ю.* Эффективность Глубокого Обучения И Методы Машинного Обучения В Кибербезопасности // Проблемы Правовой И Технической Защиты Информации. 2021. № 9. С. 7-9.

3. *Израилов К.Е., Буйневич М.В.* Метод обнаружения атак различного генеза на сложные объекты на основе информации состояния. Часть 1. Предпосылки и схема // Вопросы Кибербезопасности. 2023. № 3 (55). С. 90-100. DOI: 10.21681/2311-3456-2023-3-90-100.

4. *Mozaffari M., Doshi K., Yilmaz Y.* Self-Supervised Learning for Online Anomaly Detection in High-Dimensional Data Streams // Electronics. 2023. Т. 12, № 9. С. 1971. DOI: 10.3390/electronics12091971.

5. *Левшун Д.С.* Иерархическая модель для проектирования систем на основе микроконтроллеров защищенными от киберфизических атак // Труды Учебных Заведений Связи. 2023. Т. 9, № 1. С. 105-115. DOI: 10.31854/1813-324X-2023-9-1-105-115.

6. *Шелухин О.И., Раковский Д.И.* Многозначная классификация компьютерных атак с использованием искусственных нейронных сетей с множественным выходом // Труды Учебных Заведений Связи. 2023. Т. 9, № 4. С. 97-113. DOI: 10.31854/1813-324X-2023-9-4-97-113.

7. *Молодцов Д.А., Осин А.В.* Новый метод применения многозначных закономерностей // Нечеткие Системы И Мягкие Вычисления. 2020. Т. 15, № 2. С. 83-95. DOI: 10.26456/fssc72.

8. *Sheluhin O.I., Ivannikova V.P.* Comparative analysis of informative features quantity and composition selection methods for the computer attacks classification using the UNSW-NB15 dataset // T-Comm. 2020. Т. 14, № 10. С. 53-60. DOI: 10.36724/2072-8735-2020-14-10-53-60.

9. *Riera T.S., Higuera J.-R.B., Higuera J.B., Herraiz J.-J.M., Montalvo J.-A.S.* A new multi-label dataset for Web attacks CAPEC classification using machine learning techniques // Computers & Security. 2022. Т. 120. С. 102788с. DOI: 10.1016/j.cose.2022.102788.

10. *Шелухин О.И., Раковский Д.И.* Многозначная классификация меток классов системных журналов компьютерных сетей. Сравнительный анализ эффективности классификаторов // Вопросы кибербезопасности. 2023. Т. 55, № 3. С. 62-77. DOI: 10.21681/2311-3456-3-62-77.

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Рыбаков Сергей Юрьевич,
Московский технический университет связи и информатики, ассистент кафедры ИБ, Москва, Россия
s.i.rybakov@mtuci.ru

Ташлыков Федор Андреевич,
Московский технический университет связи и информатики, студент, Москва, Россия
f.a.tashlykov@mtuci.ru

Аннотация

Для решения проблемы кибербезопасности интернета вещей (IoT) анализируются методы интеллектуального обнаружения компьютерных атак на основе алгоритмов машинного обучения. Анализируются архитектура уровней IoT, угрозы безопасности, типы атак и их последствия для IoT. Для оценки эффективности использования различных алгоритмов машинного обучения для бинарной классификации использованы современные наборы данных IoT. Показало, что алгоритм Random Forest обеспечивает наибольшую достоверность и точность обнаружение атаки Mirai.

Ключевые слова

Методы и алгоритмы машинного обучения, обнаружение вторжений, атаки.

Введение

Одной из активно развивающихся в настоящее время информационных технологий является Интернет вещей (Internet of Things, IoT), что позволяет миллиардам интеллектуальных устройств, образующих так называемую «сеть вещей», собирать разнообразные данные о самих себе и окружающей их среде с помощью различных датчиков. Эти устройства могут обмениваться данными с другими разрешенными устройствами для различных целей, таких как управление и мониторинг промышленных процессов, расширение предоставляемых услуг или выполнение операций компании. Однако существует множество рисков, связанных с безопасностью Интернета вещей.

Для решения текущих и будущих проблем, связанных с безопасностью Интернета вещей, используют методы и алгоритмы машинного обучения (*machine learning*, ML), что способствует значительному технологическому прогрессу. Машинное обучение представляет собой надежную технологию, способную обнаруживать подозрительные угрозы и действия. Существует множество известных систем защиты Интернета вещей, основанных на применении методов машинного обучения.

Традиционные системы обнаружения вторжений состоят из хоста и сетевых или гибридных идентификаторов, которые могут по-разному обнаруживать кибератаки. Стандартные идентификаторы предназначены для идентификации вторжений в отдельный или полный сетевой трафик. Для этого системы обнаружения вторжений (СОВ) (Intrusion Detection System IDS) на базе хоста устанавливает антивирусное программное обеспечение и идентифицируют подозрительный сетевой трафик путем сканирования и анализа системных вызовов, журналов приложений, файловых систем и т.д. Некоторые устройства Интернета вещей имеют ограниченные возможности и ресурсы [1, 2].

Уровни IoT

Архитектура Интернета вещей функционирует как портал для множества различных аппаратных приложений [3, 4]. Это позволяет устанавливать соединение, а также расширять сервисы IoT на каждый шлюз. При передаче и приеме информации или данных с разных уровней архитектуры Интернета вещей [5] используется несколько сетевых протоколов. Примерами таких протоколов являются Bluetooth, Wi-Fi, RFID, узкополосный и широкополосный широкополосный доступ, ZigBee и LPWAN. Типичная архитектура Интернета вещей состоит в основном из трех уровней: физического, сетевого и прикладного, как показано на рисунке 1 [4].

Рис. 1. Архитектура уровней IoT

Безопасность в IoT

Хотя приложения интернета вещей, работающие в открытой сети, упрощают использование гаджетов, они одновременно ставят под угрозу жизнь человека, подвергая его различным опасностям и угрозам. Доступ к устройствам Интернета вещей можно получить из любого места без аутентификации пользователя. Для обеспечения безопасности устройств Интернета вещей требуется разработать соответствующие меры безопасности. Однако поскольку из-за своей физической конструкции устройства Интернета вещей обладают ограниченными вычислительными возможностями, это делает невозможным разработку всеобъемлющего протокола безопасно-

сти. Стандартные критерии безопасности Интернета вещей включают конфиденциальность, целостность и аутентификацию [5, 12]. Предполагаемый процент роста пользователей устройств Интернета вещей к 2025 году представлен на рисунке 2.

Чтобы сохранить целостность данных Интернета вещей, получатель должен подтвердить, что сообщения не были изменены во время передачи или доставки. Проверка целостности данных гарантирует, что предоставленная информация не была изменена. Это очень важно, потому что даже если злоумышленники не смогут получить данные, сеть все равно может не функционировать должным образом, если какой-либо из узлов был взломан и изменил данные. Данные могут быть изменены автоматически без участия человека, если соединение нестабильно. Проверка целостности обнаруживает непреднамеренные и целенаправленные модификации сообщений [6].

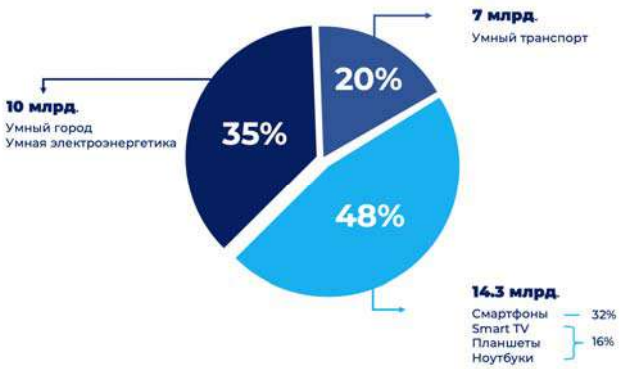


Рис. 2. Количество пользователей устройств Интернета вещей, по оценкам, к 2025 году

Процедура аутентификации проверяет происхождение сообщения. Сенсорные узлы оценивают идентификацию и достоверность однорангового узла. Аутентичность обеспечивает простое сообщение. Сообщение Код аутентификации (от англ. Media Access Control) обеспечивает целостность и подлинность сообщения [7].

АТАКИ IoT

В последние годы Интернет вещей подвергается многочисленным атакам [8]. На рисунке 3 показаны угрозы безопасности Интернета вещей, включая различные типы атак, последствия атаки, обнаружение аномалий.

Рис. 3. Графическое представление угроз безопасности Интернета вещей, включая различные типы атак, последствия атаки, обнаружение аномалий и типы аномалий

Рис. 4. Типы атак и их последствия

Множество различных устройств Интернета вещей становятся объектами кибератак, которые включают взлом беспроводных сетей и кражу, удаление, изменение или уничтожение пользовательских данных.

Физические атаки уничтожают устройства IoT. Гаджет может быть атакован без сети. Мобильные устройства, камеры, датчики, маршрутизаторы и т.д. также могут быть атакованы. Кибератаки в зависимости от их серьезности могут быть разделены на активные и пассивные устройства IoT, как показано на рисунке 4.

Безопасность IoT основанная на машинном обучении

Ограниченные ресурсы устройства Интернета вещей затрудняют точную оценку текущей сети и состояния атаки. Известны три подхода к машинному обучению, используемые для повышения сетевой безопасности в IoT. Это обучение с подкреплением, контролируемое обучение и обучение без учителя.

Подходы к контролируемого обучения (обучения с учителем) основаны на цели, которая создает математическую основу для наборов данных. Этот подход использует размеченные данные для обучения алгоритма, который наилучшим образом описывает входные данные.

Примерами алгоритмов обучения с учителем являются [9, 10] метод k-ближайших соседей (k-Nearest Neighbors, neighbors, k-NN); Множественная логистическая регрессия (Logictic Regression, LR); Дерево решений (Decision Tree Classifier, DTC), случайный лес (Random Forest - RF).

Для оценки эффективности построенных моделей в задачах машинного обучения наиболее часто используются следующие метрики: точность (precision), полнота (recall), F-мера (F-score), ROC-кривые (Receiver Operating Characteristic curve – кривая ошибок), AUC-ROC и AUC-PR (Area Under Curve -площадь под кривой ошибок и площадь по кривой pricison-recall)

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}};$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}};$$

$$\text{FPR} = \frac{\text{FP}}{\text{FP} + \text{FN}};$$

$$\mathrm{F1-score} = 2 \times \left(\frac{\mathrm{Precision} \times \mathrm{Recall}}{\mathrm{Precision} + \mathrm{Recall}}\right);$$

$$\mathrm{AUC} = \int_0^1 \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP}+\mathrm{FN}} \mathrm{d} \frac{\mathrm{FP}}{\mathrm{TN}+\mathrm{FP}}.$$

После проведения классификации возможно получение четырёх видов результатов: TP (True Positive – истинно положительный), TN (True Negative – истинно отрицательный), FP (False Positive – ложно положительный), FN (False Negative – ложно отрицательный). Эти результаты можно представить в виде матрицы ошибок (*confusion matrix*).

Для оценки эффективности перечисленных алгоритмов машинного обучения используют различные базы данных. Эти наборы данных помогают находить выходные данные для входных данных [11].

Анализ эффективности алгоритмов машинного обучения

Анализ эффективности алгоритмов машинного обучения был проведен на примере базы данных Kitsune [13-15]. Kitsune это набор данных сетевого трафика от устройств Интернета вещей предназначенный предоставить исследователям большой набор данных о реальных и маркированных вредоносных программах Интернета вещей и безопасном трафике для разработки алгоритмов машинного обучения.

В данном наборе содержится информация о четырех типах атак: разведка (Recon), человек посередине (MitM), отказ в обслуживании (DoS) и вредоносное ПО для ботнетов (Botnet Malware) Mirai. Mirai – это вредоносное ПО, которое заражает IoT-устройства (умные бытовые приборы с доступом в интернет), работающие на процессорах ARC, и превращает их в сеть дистанционно управляемых ботов, которых также называют «зомби». Этот ботнет часто используется для запуска DDoS-атак.

Данные об атаках были получены из коммерческой IP-системы наблюдения и сети, включающей в себя устройства интернета вещей (IoT). Каждый набор данных содержит миллионы сетевых пакетов и различные кибератаки.

Специфической особенностью этой базы данных являются особенности формирования признаков (атрибутов), формируемых на этапе обучения алгоритмов классификации. С этой целью всякий раз, при поступлении пакета формируется поведенческий снимок хостов и протоколов, передавших этот пакет.

В частности, это может быть исходящий от MAC и IP-адреса источника этого пакета (SrcMAC-IP); исходящий от IP-адреса источника этого пакета (я SrcIP); IP-адреса источника и назначения пакетов, отправленных между отправителем и получателем (Channel); TCP/UDP-сокеты источника и назначения этого пакета (Socket) и т.д.

Всего из одного временного окна извлекаются 23 признака в пяти временных окнах: 100 мс; 500 мс; 1,5 с; 10 с и 1 мин.

Признаки представляют собой инкрементальные статистики поступающих данных. Так если S={x1,x2,. . .} – последовательность наблюдаемых размеров пакетов, то среднее, дисперсия и стандартное отклонение S могут быть обновлены последовательно путем ведения кортежа IS:= (N, LS, SS), где N, LS и SS – это количество, линейная сумма и квадрат суммы наблюдаемых экземпляров.

Процедура обновления для вставки x_i в IS имеет вид $IS \leftarrow (N+1, LS+x_i, SS+x_i^2)$, а статистика оцениваемая в текущий момент времени может характеризоваться следующим величинами $\mu_S = LS/N; \sigma_S^2 = \left|\frac{SS}{N} - \left(\frac{LS}{N}\right)^2\right|$ и $\sigma_S = \sqrt{\sigma_S^2}$.

В результате извлекаются 115 статистических данных (признака) о нормальном трафике и атаках за указанные пять временных интервалов.

Результаты бинарной классификации атаки Mirai с помощью указанных выше алгоритмов машинного обучения представлены на рисунке 5.

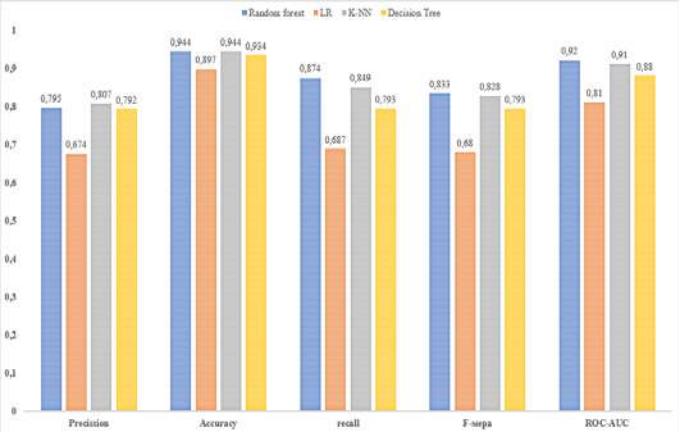


Рис. 5. Эффективность бинарной классификации атаки Mirai с помощью алгоритмов машинного обучения

Как видно из представленных гистограмм наилучшие результаты по метрикам ROC-AUC и Accuracy имеет алгоритм RF. Алгоритмы DT и KNN в ряде случаев имеют близкие результаты, однако для классификации KNN требуется больше времени.

Выводы

Алгоритмы RF и KNN показывают высокую точность обнаружения атак в экспериментах близкую к 80%. Исследование показало, что алгоритм RF обеспечивает наилучшее обнаружение атак и аномалий.

Таким образом алгоритмы МО наилучшим образом подходят для задач, специфичных для Интернета вещей, и для общих приложений кибербезопасности.

Вместе с тем, вероятность правильной классификации может быть повышена путем введения новых, дополнительных и специфичных для IoT атрибутов. Таким атрибутами могут быть, в частности, оценки фрактальной размерности нормального трафика и атак [16].

Представленные результаты необходимо распространить на случай мультиклассовой классификации

Литература

1. *Alrashdi A. Alqazzaz, E. Aloufi, R. Alharthi, M. Zohdy, and H. Ming*. Ad-IoT: Anomaly detection of IoT cyberattacks in smart city using machine learning // 2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC) 0305-0310(2019).

2. *W.Z. Khan, M.H. Rehman, H.M. Zangoti, M.K. Afzal, N. Armi, and K. Salah*. Industrial internet of things: Recent advances, enabling technologies and open challenges // Computers and Electrical Engineering 81: 106522(2020).

3. *M. Noura, M. Atiquzzaman, and M. Gaedke*. Interoperability in internet of things: Taxonomies and open challenges // Mobile networks and applications. № 24(3), pp. 796-809. 2019.

4. *M. Lombardi, F. Pascale, and D. Santaniello*. Internet of things: A general overview between architectures, protocols and applications // Information. № 12(2), P. 87. 2021.

5. *D.A.S. Resul, and M.Z. Gündüz*. Analysis of cyberattacks in IoT-based critical infrastructures // International Journal of Information Security Science. № 8(4), pp. 122-133. 2020.

6. *M. Arulprakash, and R. Jebakumar*. People-centric collective intelligence: decentralized and enhanced privacy mobile crowd sensing based on blockchain // The Journal of Supercomputing. № 77(11), pp. 12582-12608. 2021.

7. *K. Kimani, V. Oduol, and K. Langat*. Cyber security challenges for IoT-based smart grid networks // International Journal of Critical Infrastructure Protection. № 25, pp. 36-49. 2019.

8. *D.A.S. Resul, and M.Z. Gündüz.* Analysis of cyberattacks in IoT-based critical infrastructures // International Journal of Information Security Science. № 8(4), pp. 122-133. 2020.

9. *Шелухин О.И., Зегжда Д.П., Раковский Д.И. Самарин Н.Н., Александрова Е.Б.* Интеллектуальные технологии информационной безопасности. Учебное пособие для вузов; Под ред. доктора техн. наук, профессора О.И. Шелухина. М.: Горячая линия – Телеком, 2023. 384 с.

10. P. *Linardatos, V. Papastefanopoulos, and S. Kotsiantis*. Explainable ai: A review of machine learning interpretability methods // Entropy. № 23(1), p. 18. 2020.

11. *S.H. Haji, and S.Y. Ameen*. Attack and anomaly detection in IoT networks using machine learning techniques: A review // Asian journal of research in computer science. № 9(2), pp. 30-46. 2021.

12. *T. Wang, M. Z. A. Bhuiyan, G. Wang, L. Qi, J. Wu, and T. Hayajneh.* Preserving balance between privacy and data integrity in edge-assisted Internet of Things // IEEE Internet of Things Journal. № 7(4), pp. 2679-2689. 2019.

13. *Mirsky Yisroel, Doitshman Tomer, Elovici Yuval, Shabtai Asaf.* 2018) Kitsune: An Ensemble of Autoencoders for Online Network Intrusion Detection. 10.14722/ndss.2018.23211.

14. *Miyamoto Kohei, Goto, Hiroki, Ishibashi Ryosuke, Han Chansu, Ban Tao, Takahashi Takeshi, Takeuchi Jun*. 2022. Malicious Packet Classification Based on Neural Network Using Kitsune Features. 10.1007/978-3-031-08277-1_25.

15. *Alabdulatif Abdullah, Rizvi Syed*. 2022. Machine Learning Approach for Improvement in Kitsune NID. Intelligent Automation & Soft Computing. № 32, pp. 827-840. 10.32604/iasc.2022.021879.

16. *Шелухин О.И., Рыбаков С.Ю.* Статистические характеристики фрактальной размерности трафика IoT на примере набора данных *Kitsune* // Труды учебных заведений связи. 2023. Т. 9. № 5. С. 112-119.

КЛАССИФИКАЦИИ ПРОТИВОПРАВНЫХ И НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ФОНОВОГО ТРАФИКА

Шелухин Олег Иванович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность», Москва, Россия,
sheluhin@mail.ru

Филинов Владимир Дмитриевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, Москва, Россия,
fbvbnc@gmail.com

Аннотация

Рассматриваются особенности классификации трафика мобильных нежелательных приложений используя методы машинного обучения, учитывая фоновый трафик (ФТ). Использованы 11 приложений для классификации и 6 приложений ФТ. Эффективность алгоритмов классификации оценивалась с использованием метрик: точность, полнота, F-мера, достоверность. Результаты показывают снижение качества классификации всех алгоритмов при наличии ФТ. Для улучшения предлагается ввести новый класс «Неизвестное приложение», что демонстрирует положительный эффект на качество классификации.

Ключевые слова

Классификация, атрибуты, метрики, алгоритмы, Random Forest, Naïve Bayes, SVM, Decision Tree, Logistic Regression, приложения.

Введение

Мобильный интернет трафик растет с каждым годом. Только в ноябре 2023 года было зафиксировано, что примерно две трети (64%) всего интернет-трафика приходится на использование мобильных устройств, включая смартфоны и планшеты [2]. Вопрос регулирования доступа к мобильным приложениям и интернет-ресурсам является крайне актуальным и значимым. Это касается как ограничения доступа к незаконному контенту, так и предотвращение утечек конфиденциальной информации через интернет.

Для операторов сотовой связи определение конкретных мобильных приложений, используемых отдельным пользователем сети, имеет решающее значение для сбора статистики и анализа трафика. Статистические данные имеют важное значение не только для мониторинга состояния сети и выявления технических неисправностей, но и для реализации мер по обеспечению информационной безопасности, включая регулирование доступа к потенциально вредоносным сетевым ресурсам.

Методы интеллектуального анализа данных (Data Mining) в настоящий момент являются широко распространенным способом решения подобных задач [1, 3, 4, 6, 7]. Такие методы особенно эффективны для конкретных мобильных приложений, так как они способствуют их гибкости и адаптации к динамично меняющемуся контенту Интернет-ресурсов.

Однако в условиях априорной неопределенности, создаваемой многообразием фонового трафика, традиционные методы машинного обучения (Data Mining) требуют адаптации для более точного распознавания мобильных приложений. Вопрос о неизвестных типах трафика, особенно в контексте обучения с учителем, остается открытым, поскольку большинство существующих работ [2, 5, 6, 7] предполагает заранее определенный набор известных классов приложений, исключая неизвестные.

Целью работы является исследование эффективности алгоритмов классификации мобильных приложений в условиях априорной неопределенности в виде фонового трафика методами машинного обучения.

Классификация мобильных приложений с фоновым трафиком

Для исследования использовались два набора данных выбранных 11 приложений без и при наличии фонового трафика. В качестве фона использовались 6 из 17 приложений. Описание экспериментальной базы данных мобильного сетевого трафика, содержащего 17 приложений приведено в работах [6,8].

Использовались следующие алгоритмы классификации: Decision Tree, Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), Naïve Bayes, Logistic Regression.

Для анализа эффективности алгоритмов классификации были использованы метрики [9-11]: Accuracy (Достоверность), Precision (Точность), F1-Score(F-мера), Recall (Полнота).

В таблице 1 приведена метрика Precision для исследуемых классификаторов при наличии и отсутствии фонового трафика. В таблице 2 приведена метрика Recall для исследуемых классификаторов. В таблице 3 приведена метрика F1-Score для исследуемых классификаторов.

Таблица 1

Метрика Precision (Точность)

Алгоритм классификации	Decision Tree		Random Forest		SVM		Naïve Bayes		Logistic Regression	
Приложение	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном
4PDA	0.93	0.75	0.93	0.73	0.81	0.68	0.51	0.44	0.64	0.55
Google Chrome	0.73	0.67	0.84	0.74	0.64	0.60	0.54	0.53	0.42	0.37
Почта Mail	0.77	0.74	0.83	0.80	0.74	0.72	0.44	0.42	0.43	0.41
Skype	0.85	0.80	0.88	0.83	0.49	0.48	0.22	0.21	0.32	0.31
Комерсант	0.87	0.77	0.92	0.82	0.68	0.56	0.27	0.27	0.43	0.41
Сбербанк	0.86	0.82	0.91	0.89	0.53	0.51	0.05	0.04	0.39	0.38
Hearthstone	0.94	0.81	0.97	0.75	0.49	0.38	0.13	0.12	0.30	0.25
Пикабу	0.77	0.76	0.81	0.78	0.49	0.48	0.27	0.26	0.44	0.40
Badoo	0.73	0.66	0.84	0.77	0.44	0.44	0.21	0.19	0.29	0.29
Booking	0.74	0.72	0.81	0.79	0.51	0.50	0.03	0.03	0.34	0.28
Яндекс браузер с Алисой	0.56	0.44	0.67	0.58	0.49	0.43	0.24	0.21	0.35	0.32

Как видно из представленных при классификации мобильных приложений в условиях фонового трафика (ФТ) возникают значительные ошибки для всех рассматриваемых алгоритмов. Алгоритмы Random Forest (RF) и Decision Tree показали наилучшие результаты, в то время Naïve Bayes и Logistic Regression – наихудшие. ФТ создаёт дополнительную сложность, нарушая априорное условие соответствия числа классифицируемых приложений числу классов. Для решения этой проблемы, предлагается ввести в рассмотрение новый класс «Неизвестное приложение».

Таблица 2

Метрика Recall (Полнота)

Алгоритм классификации	Decision Tree		Random Forest		SVM		Naïve Bayes		Logistic Regression	
Приложение	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном
4PDA	0.91	0.91	0.93	0.94	0.87	0.87	0.88	0.87	0.76	0.76
Google Chrome	0.63	0.63	0.72	0.71	0.40	0.40	0.05	0.05	0.25	0.25
Почта Mail	0.78	0.78	0.87	0.87	0.60	0.60	0.21	0.21	0.56	0.56
Skype	0.78	0.78	0.88	0.89	0.62	0.62	0.13	0.12	0.49	0.49
Комерсант	0.81	0.81	0.85	0.85	0.63	0.63	0.05	0.05	0.44	0.44
Сбербанк	0.88	0.87	0.92	0.92	0.62	0.62	0.004	0	0.30	0.30
Hearthstone	0.96	0.96	0.97	0.97	0.65	0.66	0.83	0.83	0.56	0.56
Пикабу	0.78	0.79	0.84	0.85	0.59	0.60	0.25	0.25	0.31	0.31
Badoo	0.72	0.72	0.78	0.77	0.37	0.37	0.01	0.01	0.13	0.13
Booking	0.74	0.73	0.84	0.84	0.54	0.55	0	0	0.39	0.39
Яндекс браузер с Алисой	0.65	0.64	0.73	0.73	0.36	0.36	0.24	0.24	0.27	0.27

Таблица 3

Метрика F1-Score (F-мера)

Алгоритм классификации	Decision Tree		Random Forest		SVM		Naïve Bayes		Logistic Regression	
Приложение	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном	Без фона	С фоном
4PDA	0.92	0.82	0.93	0.82	0.84	0.76	0.65	0.59	0.69	0.64
Google Chrome	0.68	0.65	0.78	0.72	0.50	0.48	0.09	0.09	0.32	0.30
Почта Mail	0.77	0.76	0.85	0.83	0.66	0.65	0.28	0.28	0.49	0.48
Skype	0.81	0.79	0.88	0.86	0.55	0.54	0.16	0.16	0.39	0.38
Комерсант	0.84	0.79	0.88	0.84	0.65	0.60	0.08	0.08	0.44	0.42
Сбербанк	0.87	0.84	0.91	0.90	0.57	0.56	0.00	0.01	0.34	0.33
Hearthstone	0.95	0.88	0.97	0.85	0.56	0.48	0.22	0.21	0.39	0.35
Пикабу	0.78	0.78	0.82	0.82	0.54	0.53	0.26	0.26	0.36	0.35
Badoo	0.72	0.69	0.81	0.77	0.40	0.40	0.01	0.01	0.18	0.18
Booking	0.74	0.73	0.82	0.81	0.52	0.52	0.00	0	0.36	0.34
Яндекс браузер с Алисой	0.6	0.52	0.69	0.65	0.41	0.39	0.24	0.22	0.30	0.29

Классификации при наличии фонового трафика и класса «Неизвестное приложение»

Рассмотрим классификацию тех же 17 мобильных приложений, шесть из которых будут считаться ФТ.

В таблице 4 продемонстрированы полученные метрики эксперимента с использованием класса «Неизвестное приложение».

На рисунках 1-3 представлены усредненные гистограммы метрик, которые иллюстрируют эффективность предложенного подхода к классификации мобильных приложений при наличии ФТ.

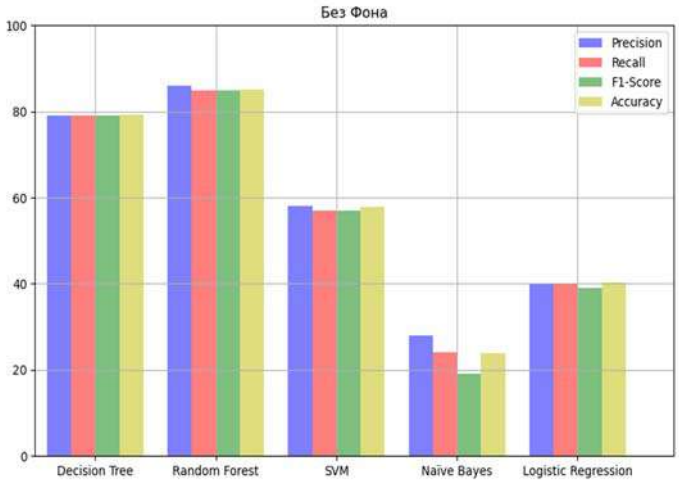


Рис. 1. Усреднённые гистограммы по алгоритмам классификации без фонового трафика

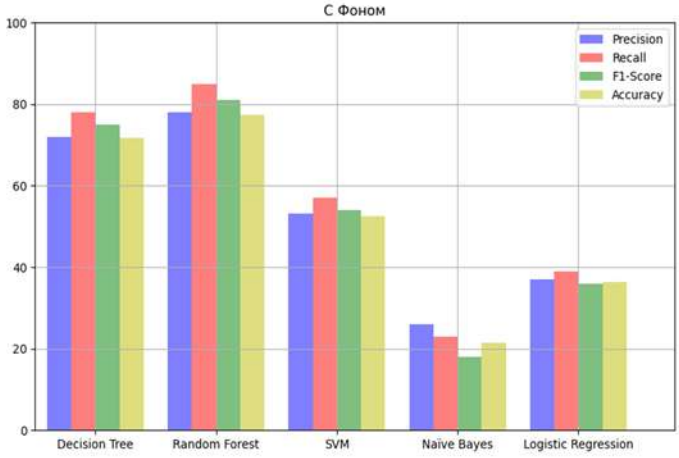


Рис. 2. Усреднённые гистограммы по алгоритмам классификации при наличии в наборе данных фонового трафика

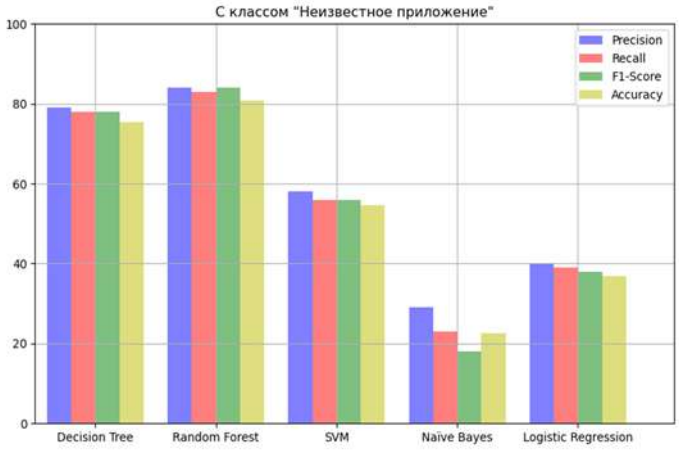


Рис. 3. Усреднённые гистограммы по алгоритмам классификации при наличии в наборе данных фонового трафика и класса «Неизвестное приложение»

Таблица 4

Эффективность классификации нежелательных приложений при наличии ФТ, с классом «Неизвестное приложение»

Приложение	Precision				
	Decision Tree	Random Forest	SVM	Naïve Bayes	Logistic Regression
4PDA	0.92	0.89	0.77	0.48	0.63
Google Chrome	0.70	0.83	0.61	0.56	0.41
Почта Mail	0.80	0.82	0.73	0.44	0.43
Skype	0.84	0.86	0.50	0.22	0.34
Комерсант	0.86	0.90	0.68	0.27	0.44
Сбербанк	0.88	0.90	0.53	0.05	0.39
Hearthstone	0.95	0.97	0.47	0.12	0.28
Пикабу	0.78	0.79	0.49	0.26	0.48
Badoo	0.73	0.83	0.45	0.21	0.32
Booking	0.72	0.80	0.50	0.03	0.35
Яндекс браузер с Алисой	0.52	0.61	0.45	0.23	0.32
Фон	0.76	0.87	0.69	0.38	0.31
recall					
4PDA	0.90	0.93	0.88	0.88	0.75
Google Chrome	0.65	0.71	0.41	0.05	0.25
Почта Mail	0.80	0.86	0.61	0.21	0.56
Skype	0.79	0.89	0.63	0.13	0.49
Комерсант	0.82	0.85	0.62	0.05	0.41
Сбербанк	0.90	0.92	0.63	0	0.30
Hearthstone	0.96	0.97	0.61	0.82	0.49
Пикабу	0.79	0.85	0.60	0.25	0.31
Badoo	0.72	0.78	0.37	0.01	0.14
recall					
Booking	0.73	0.83	0.55	0	0.38
Яндекс браузер с Алисой	0.63	0.71	0.36	0.24	0.27
Фон	0.62	0.63	0.48	0.1	0.46
F1-Score					
4PDA	0.91	0.91	0.82	0.62	0.68
Google Chrome	0.67	0.76	0.49	0.09	0.31
Почта Mail	0.80	0.84	0.66	0.29	0.49
Skype	0.81	0.87	0.55	0.16	0.40
Комерсант	0.84	0.88	0.65	0.09	0.42
Сбербанк	0.89	0.91	0.58	0.01	0.34
Hearthstone	0.95	0.97	0.53	0.22	0.36
Пикабу	0.78	0.82	0.54	0.26	0.37
Badoo	0.72	0.80	0.41	0.01	0.19
Booking	0.73	0.82	0.53	0	0.36
Яндекс браузер с Алисой	0.57	0.66	0.40	0.23	0.29
Фон	0.68	0.76	0.46	0.15	0.37

Исходя из представленных таблиц и гистограмм можно сделать вывод, что внедрение дополнительного класса “Неизвестное приложение” улучшает качество классификации мобильных приложений при наличии ФТ.

Заключение

Исследование показало, что при классификации мобильных приложений при присутствии фонового трафика все рассмотренные алгоритмы демонстрируют значительные ошибки.

Внедрение дополнительного класса «Неизвестное приложение» положительно влияет на качество классификации мобильных приложений и приводит к улучшению метрик классификации в среднем на 10%.

Литература

1. *Sheluhin O.I., Simonyan A.G., Vanyushina A.V.* Benchmark data formation and software analysis for classification of traffic applications using machine learning methods // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. №1. С. 67-72.

2. Доля рынка трафика с мобильных устройств в сравнении с настольными компьютерами и планшетами [Электронный ресурс]. URL: https://www.similarweb.com/ru/platforms/ (Дата обращения: 18.11.2023).

3. *Шелухин О.И., Симонян А.Г., Ванюшина А.В.* Эффективность алгоритмов выделения атрибутов в задачах классификации приложений при интеллектуальном анализе трафика // Электросвязь. 2016. №11. С. 79-85.

4. *Шелухин О.И., Симонян А.Г., Ванюшина А.В.* Влияние структуры обучающей выборки на эффективность классификации приложений трафика методами машинного обучения // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. №2. С. 25-31.

5. *Шелухин О.И., Ерохин С.Д., Ванюшина А.В.* Классификация IP - трафика методами машинного обучения. М.: Горячая линия – Телеком, 2018. 283 с.

6. *Шелухин О.И., Смычек М.А., Симонян А.Г.* Фильтрация нежелательных приложений интернет ресурсов в целях информационной безопасности // Наукоемкие технологии в космических исследованиях. 2018. №2. С. 87-98.

7. *Шелухин О.И., Смычек М.А., Симонян А.Г.* Фильтрация нежелательных приложений трафика подвижной радиосвязи для обнаружения угроз информационной безопасности // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2018. №1. С. 87-98.

8. *Шелухин О.И., Барков В.В.* Экспериментальные исследования и создание базы данных сетевого трафика мобильных устройств под управлением операционной системы Android // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. 2018. №4. С. 1011-1017.

9. *Шелухин О.И., Барков В.В., Ерохин С.Д.* Создание базы данных сетевого трафика для автоматизации классификации мобильных приложений под управлением операционной системы Android // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2019. №1. С. 40-51.

10. *Шелухин О. И., Зегжда Д. П., Раковский Д. И., Самарин Н.Н., Александрова Е.Б.* Интеллектуальные технологии информационной безопасности. М.: Горячая линия – Телеком, 2023. 384 с.

11. *Шелухин О.И., Филинова А.С., Васина А.В.* Обнаружение аномальных вторжений в компьютерные сети статистическими методами // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. Т. 9. № 10. С. 42-49.

СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ И ПРАКТИКИ ЗАЩИТЫ ОТ АТАК НА СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА

Шульгин Никита Алексеевич,
МТУСИ, Москва, Россия,
v_nikita_11@mail.ru

Звежинский Станислав Сигизмундович,
МТУСИ, профессор кафедры ИБ, д.т.н., Москва, Россия,
zwierz@rambler.ru

Аннотация

Роль систем удаленного доступа, как неотъемлемой части современного бизнеса, увеличивается с развитием информационных технологий и возрастанием числа рабочих мест вследствие изменения условий труда. Однако при этом увеличивается и риск атак со стороны хакеров-злоумышленников. Рассмотрены современные тенденции и эффективные стратегии защиты от атак на системы удаленного доступа, а также соответствующий методический и практический инструментарий.

Ключевые слова

Атака, доступ, информация, практика, стратегия, технология.

Введение

В современном информационном обществе удаленный доступ к системам играет огромную роль, позволяя людям работать из любой точки мира, обмениваться данными и выполнять различные операции без необходимости физического присутствия (контакта). К тому же это уменьшает накладные расходы организаций (на аренду помещений), уменьшает риски заражения сотрудников в период эпидемий, и т.д. Однако такая удобность дистанционного доступа в определенной степени увеличивает риски угроз информационной безопасности (ИБ), прежде всего, несанкционированного доступа (НСД).

Атаки на системы удаленного доступа становятся все более распространенными и угрожают как бизнесам, так и обычным пользователям, они приводят к потерям данных, финансовым сбоям, ущербу репутации компаний и пр. Поэтому разработка и применение эффективных стратегий и технологий защиты удаленного доступа является неотъемлемой частью безопасности информационных систем [2].

Одной из главных тенденций в области защиты информации систем удаленного доступа является изменение глобального подхода к защите: от реактивно-технического к проактивно-организационному. Вместо того чтобы реагировать на атаки после их возникновения (проявления), следует сосредоточиться на активных организационных (и, во вторую очередь, технических) мерах по их предотвращению. Последнее включает в себя регулярное обновление системы, контроль доступа, обучение пользователей и др.

Эффективные стратегии защиты систем удаленного доступа

На сегодняшний день существует программно-аппаратный инструментарий (множество средств), который в той или иной степени обеспечивает защиту систем удаленного доступа от хакерских атак (НСД). Примерами таких инструментов являются: двухфакторная аутентификация, виртуальные частные сети (VPN), аудит безопасности и пр. [5]. Однако одной техникой проблемы защиты информации при удаленной доступе не решить, требуются апробированные организационные меры.

Эффективной защитой от атак на системы удаленного доступа являются лучшие практики безопасности. Они включают разработку и строгое соблюдение политик безопасности, использование сложных паролей, разграничение доступа пользователей, регулярное обновление и резервное копирование данных и др. Также важно проводить регулярное обучение и консультирование персонала по безопасности информационных систем. Известны следующие основные тенденции в реализации эффективной стратегии защиты систем удаленного доступа:

1. Многофакторная аутентификация (MFA): Это метод, требующий от пользователей использование нескольких типов аутентификации для доступа к системе. Обычно это комбинация пароля и другого фактора, такого как отпечаток пальца или смарт-карта. MFA усложняет взлом систем удаленного доступа, так как злоумышленнику сложнее получить НСД к нескольким параметрам аутентификации.

2. Сетевые меры безопасности: включают в себя использование межсетевых экранов (брандмауэров), VPN, инспекции пакетов на предмет вредоносного содержимого. Они способствуют безопасной передаче данных между удаленными системами и пользователями, позволяют обнаруживать и блокировать возможные атаки.

3. Системы обнаружения вторжений (IDS) и предотвращение вторжений (IPS): они мониторят сетевой трафик на предмет подозрительной активности, позволяют своевременно обнаруживать и предотвращать попытки НСД. Они активно используются для систем удаленного доступа [1].

4. Регулярное обновление и установка патчей для программного обеспечения удаленных систем: Важный аспект ИБ, о котором необходимо помнить. Уязвимости в устаревшем программном обеспечении могут использоваться злоумышленниками для получения НСД к системам удаленного доступа.

5. Обучение пользователей: Человеческий фактор - одна из основных слабых точек (уязвимостей) в защите информации. Регулярное обучение пользователей, в том числе о методах атак и правилах безопасного использования удаленного доступа, позволяет повысить осведомленность пользователей о потенциальных угрозах и помочь им избегать действий, которые могут привести к ущербу.

Эти основные стратегии защиты от атак на системы удаленного доступа позволяют в совокупности миними-

зировать риски и повысить уровень их безопасности. При этом различные условия применения удаленного доступа обусловливают преимущество соответствующей технологии. Два года назад экспертов в области ИБ был проведен опрос на тему: «В каких операционных систем необходимо в первую очередь организовывать защищенный удалённый доступ»? Результаты опроса показаны на рисунке 1. Отмечено, что в настоящее время в российских IT-компаниях (и не только) идёт процесс активной миграции с Windows- на Linux-платформы, поэтому важно, чтобы средства защиты поддерживали последние [4].

Рис. 1. Мнение экспертов в области ИБ по необходимости удаленного доступа в операционных системах

В другом опросе пользователей AM Live ставился вопрос об используемой технологии защиты компьютера (при удалённом доступе). Чаще всего они полагались на классический антивирус – такой вариант выбрали 68% участников (рис. 2). Многофакторную аутентификацию используют 8% респондентов, а системы класса DLP или UEBA – 5%; ещё 4% применяют замкнутую программную среду, виртуальные машины или средства LiveUSB и LiveCD. На долю EDR / XDR пришлось лишь 3%, вариант «другое» выбрали 12% опрошенных.

Рис. 2. Используемые пользователями инструменты (меры, методы) для защиты ПК при удалённом доступе (помимо установки обновлений)

Таким образом, в среде пользователей антивирус пока еще «рулит», хотя он, по сути, не обеспечивает защиту от НСД. Ниже представлены известные инструменты и практические меры, которые при их грамотном (не создающим «перекрестных» проблем) использовании повышают эффективность защиты информации при удаленном доступе. К ним относятся:

1. «Сильные» пароли: рекомендуется использовать длинные и усложненные пароли, состоящие из букв, цифр и специальных символов.
2. Использование многофакторной аутентификации.
3. Постоянное обновление программного обеспечения: как исполнительных программ, так и операционной системы, чтобы исключить уязвимости, выявленные разработчиками.
4. Установка межсетевого экрана (брандмауэра): он контролирует проходящий трафик, блокирует подозрительные или вредоносные подключения.
5. Виртуальная частная сеть: VPN позволяет создать зашифрованное соединение между удаленной системой и сетью, обеспечивая защиту данных от перехвата.
6. Системы обнаружения вторжений (IDS) и предотвращения вторжений (IPS): эти инструменты помогают идентифицировать и блокировать попытки НСД или других вредоносных действий.
7. Системы мониторинга безопасности: эти инструментов могут выявлять подозрительную активность или аномалии в системе.
8. Ограничение и разграничение права доступа: в соответствии с принципом минимальных привилегий уменьшает риск НСД.
9. Регулярный аудит безопасности системы удаленного доступа: его проведение позволяет выявить потенциальные уязвимости или неправильные настройки.
10. Регулярное обучение персонала по ИБ: сотрудники должны быть осведомлены о возможностях хакеров и последствиях атак, знать, как предотвратить (затруднить) НСД.
11. Резервное копирование (важных) данных: позволяет уменьшить ущерб при атаке или сбое системы.

Перечисленные инструменты и меры обеспечивают комплексную (разноплановую) защиту от атак на системы удаленного доступа. При этом важно понимать, что защита информации – это непрерывный процесс, требующий постоянного совершенствования мер, к которому применим комплексный подход, включающий не только техническую, но и организационно-практическую составляющую [3]. Ниже приведены некоторые из известных лучших практик для обеспечения эффективной защиты информации при удаленном доступе:

1. Пароли для всех удаленных доступов должны быть сложными, с использованием комбинации букв (в верхнем и нижнем регистрах), цифр и специальных символов (не менее девяти), не связанные с личными данными.
2. Многофакторная (минимум – двухфакторная) аутентификация: простейшая – смс-коды или приложения для генерации «короткоживущих» одноразовых паролей.
3. Еженедельное обновление систем и программного обеспечения.
4. Непрерывное управление привилегиями: ограничение доступа пользователей только к необходимым (в данный момент времени) для работы ресурсам. Регулярное обновление привилегий пользователей и удаление любых устаревших учетных записей.
5. Ограничение удаленного доступа к системе - только из определенных доверенных сетей или IP-адресов; реализация механизма блокировки аккаунтов после нескольких неудачных попыток входа.
6. Шифрование данных при передаче и хранении.
7. Мониторинг и регистрация всех событий в системе, чтобы выявлять (и расследовать, анализировать) возможную подозрительную активность, быстро реагировать на потенциальные атаки или попытки НСД.

8. Обучение пользователей: регулярное ежемесячное обучение (тренинг) сотрудников по ИБ, чтобы они были осведомлены о текущих угрозах и знали лучшие практики защиты.

9. Регулярный, не реже раз в квартал, аудит системы безопасности, чтобы выявлять и исправлять любые уязвимости в защите.

10. Доступ, по возможности, с минимальными привилегиями.

Специалисту по ИБ важно оставаться в курсе последних разработок и рекомендаций по безопасности информации и применять их для поддержания высокой эффективности защиты от атак.

Заключение

В современном информационном обществе сервис удаленного доступа к информационным ресурсам становятся все более популярными и неотъемлемым для большинства организаций и предприятий, которые экономят свои ресурсы. При этом с ростом использования удаленного доступа возрастает опасность для безопасности циркулирующей в сети информации. Злоумышленники активно ищут уязвимые места и используют различные методы для получения несанкционированного доступа к системам. Поэтому защита от атак на системы удаленного доступа является важной и актуальной комплексной задачей для современных организаций и IT-компаний.

Рассмотрены такие эффективные стратегии защиты, как многофакторная аутентификация, использование VPN, брандмауэры и обновление программного обеспечения и пр. Представлены лучшие практики, включающие обучение сотрудников, мониторинг активности и регулярное резервное копирование данных. Соблюдение этих стратегий и практик поможет организациям обеспечить безопасность своих систем удаленного доступа и минимизировать ущерб от атак злоумышленников.

Литература

1. *Бахтаирова Е.А.* Цифровая трансформация государственного управления и новая электронная бюрократия // Креативная экономика. 2021. Т.15. № 6. С. 2673-2692.

2. *Москвитина Н.В.* Цифровая трансформация государственного управления // Социология. 2021. № 4. С. 114-128.

3. *Сухарева М.Н.* Цифровая трансформация как приоритетный вектор совершенствования механизма государственного управления // Научно-практический круглый стол «Актуальные проблемы развития государства и права». Сб. научных статей. М., 2021. С. 160-162.

4. *Belyakova O.V.* Digital Transformation Of Public Administration: Achievements And Problems // Conf. proc. «Global Challenges and Prospects of The Modern Economic Development». 2021, pp. 174-180.

5. Digital government 2020: Prospects for Russia - Текст: электронный // World Bank Group official website. URL: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24402 (дата обращения: 23.01.2024).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ОБНАРУЖЕНИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ НА ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Васильева Дина Владимировна,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, старший преподаватель, Санкт-Петербург, Россия

Дворников Сергей Викторович,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, профессор, доктор технически наук, Санкт-Петербург, Россия

Дворников Сергей Сергеевич,
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, доцент, кандидат технических наук, Санкт-Петербург, Россия,
dolli.dina@mail.ru

Аннотация
В статье рассмотрено воздействие нефти на водные экосистемы, представлены результаты разработки предложений по автоматизации процедур обнаружения мест разлива нефтепродуктов в водной среде. Обоснован дуальный алгоритм классификации. Представлены результаты эксперимента, подтверждающие правомерность теоретических выводов.

Ключевые слова:
Контроль окружающей среды, загрязнение Мирового океана, нефтяное загрязнение, контрастность признаков, признаки распознавания, обработка фотоизображений.

Введение

Больше 70% всей поверхности нашей планеты приходится на гидросферу. Она состоит из всех морских, пресных, подводных и океанических вод, которые для большей понятности объединяются в мировой океан [1].

Важнейшей экологической проблемой Мирового океана является загрязнение.

В соответствии с информацией «Оценки состояния Мирового океана» было установлено, что суммарный объем углеводородов, проникающих в океан из всех источников, составлял от 470 тысяч до 8,4 миллиона тонн в год.

В связи с этим, необходимо пристальное внимание к данным проблемам [2, 3].

В настоящее время для решения этой проблемы активно используют беспилотные летательные аппараты (БЛА) с камерами наблюдения [4]. Но полученный видеоматериал требует соответствующей обработки. Автоматизация процедур обнаружения и принятия решения по результатам анализа видео контента повысит эффективность контроля и обнаружения.

Представлены результаты разработки научно-методического аппарата формирования векторов признаков и аналитические алгоритмы формирования векторов признаков и решения задачи обнаружения их различий в автоматическом режиме.

Обоснование подхода к автоматизации процедур контроля

Мониторинг с использованием БЛА, как правило, организуется посредством фото или видео фиксации, с последующей передачей рабочих материалов на диспетчерский пункт [5].

Обработка полученного материала может осуществляться различным образом, в том числе и с привлечением нейронных сетей [6]. Однако любая электронная обработка материала предполагает его формализацию до уровня решающих алгоритмов.

Учитывая, что графический материал представлен в цифровом виде, то предлагается для его обработки использовать элементы теории распознавания образов [7,8]. Указанная теория базируется на соотнесение распознаваемых объектов к одному из детерминированных классов по результатам сравнения сформированных векторов признаков [9], с заранее подготовленными эталонными описаниями, характеризующих классы [10].

Применительно к рассматриваемому случаю, класс А соответствует условию того, что разлив нефти не обнаружен, а класс В – обнаружен.

Соответственно, принятие решения в рассматриваемом случае может быть реализовано по результатам оценки знаковой функции

$$\operatorname{sign}(d_{01} - d_{02}) = \begin{cases} 0 > \text{нет загрязнений;} \\ 0 \le \text{обнаружено загрязнение,} \end{cases} \quad (1)$$

где d_{01} – разность векторов 0Vm и 1Vm; d_{02} – разность векторов 0Vm и 2Vm.

Значение разности векторов d_{01} и d_{02} рассчитывается как сравнение вектора признаков сформированного объекта 0Vm, с векторами признаков двух классов. Вектором 1Vm, характеризующим класс А, и вектором 2Vm, характеризующим класс В. Здесь m = 1, …, M – параметр вектора признаков, размерностью M.

Для практической реализации алгоритма остается только формализовать вектор признаков.

В общем случае в теории распознавания образов под вектором признаков понимают совокупность измеряемых параметров объекта [11], позволяющих его классифицировать с требуемой точностью (достоверностью).

Именно выбор параметров для формирования векторов признаков является основополагающим моментом, определяющим качество работы системы распознавания (классификации) объектов.

Основные требования, предъявляемые к вектору признаков, должны исходить из того, что, во-первых, он должен быть достаточно просто реализоваться. А, во-вторых, обладать контрастностью, обеспечивающей его отнесение к одному из классов, в соответствии с изменением состояния объекта.

Другими словами – вектор признаков должен быть чувствительным к изменениям состояния объекта. Но при этом формируемый вектор признаков должен адекватно относить его к тому классу, к которому он относится.

В [9, 12-14] представлен подход к распознаванию сигналов по видам модуляции, предполагающий формирование спектра непосредственно из некоррелированных сигнальных отчетов.

В качестве инструмента декорреляции могут выступать различные преобразования [15, 16]. Но учитывая, что для обработки поступают фото и видео изображения, то простейшим декоррелирующим преобразованием может рассматриваться вектор в виде гистограмм распределения битов яркости [11]. Тогда, учитывая, что вносимое изменение фона моря, обусловленного наличием нефтяного пятна, связано с изменением яркости изображения, следовательно, это приведет к перераспределению гистограмм битовых значений. То есть можно предполагать, что вектор признаков, сформированный указанным образом, будет обладать достаточной контрастностью для реакции на изменившийся фон.

Результаты эксперимента

Для проведения эксперимента были отобраны фрагменты акватории поверхности океана, полученные в результате фотосъемки с БЛА. Всего было отобрано порядка 300 снимков. Затем все снимки были разделены на два класса: с чистой поверхностью океана (N снимков) и с разливами нефти (K снимков). При этом из числа снимков с разливами нефти были отобраны те, в пределах которых нефтяные пятна занимали от 5% до 10% общей площади (T снимков). Здесь N + K + T + = 300.

Затем для каждого снимка был построен его вектор признаков. Из совокупности векторов признаков, характеризующих поверхность океана без разлива нефти {1Vm}N, путем их усреднения был получен вектор признаков эталонного описания, характеризующего класс A.

И аналогичным образом был получен вектор признаков эталонного описания, характеризующего класс B.

А векторы признаков фотографий, в пределах которых нефтяные пятна занимали от 5% до 10% общей площади (T снимков), выступали в качестве векторов 0Vm при реализации алгоритма распознавания.

Из 33 снимков (T = 33), только при классификации двух снимков была допущена ошибка, что составляет 6%.

Для лучшего понимания сущности эксперимента, на рисунке 1 представлено фото с чистой акваторией FA, а на рисунке 2 – с разлитыми нефтепродуктами FB.

Рис. 1. Акватория океана без разлива нефти

Рис. 2. Разлив нефтепродуктов на акватории океана

Соответственно, на рисунках 3 и 4 представлены векторы признаков указанных фотоизображений.

Даже визуальный анализ векторов признаков изображений FA и FB указывает на их существенные различия. Это объясняется тем, что чистая поверхность океана характеризуется однородным фоном воды, который описывается битами в пределах диапазона их значений (64; 140), что отчетливо видно на рисунке 3.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Рис. 3. Вектор признаков фото FA

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Рис. 4. Вектор признаков фото FB

Разлив нефтепродуктов вносит существенное изменение в фоновую структуру изображения. Битовые значения, характеризующие рассматриваемый объект перераспределяются [17]. Диапазон значений отображаемых битов смещается в сторону увеличения их разрядности (70; 200). При этом сам диапазон расширяется, а абсолютные значения гистограмм уменьшаются.

В качестве распознаваемого было отобрано фото FC с изображением акватории океана, на котором 9% его площади занимает разлив нефти продуктов. На рисунках 5 и 6 представлено фото акватории FC и его вектор признаков 0Vm.

Следует отметить, что на рисунках 3, 4 и 5, значения гистограмм нормированы к абсолютной величине максимального значения, соответствующего элементу вектора AV86.

Рис. 5. Вектор признаков фото FC

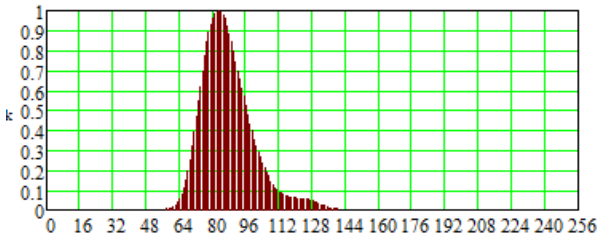


Рис. 6. Вектор признаков фото FC

На рисунке 7 представлено совместное размещение векторов AVm, BVm и 0Vm. Здесь элемент гистограммы AV86 выделен тоновым цветом.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Рис. 7. Совместное представление векторов признаков AVm, BVm и oVm

Алгоритм реализуется, что позволяет сделать вывод по фото FC, а именно отнести к классу B, т.е. присутствуют загрязнения на поверхности океана.

На рисунке 8 показаны векторы разности 0Adm и 0Bdm, рассчитанные как сравнение вектора признаков сформированного объекта 0Vm, с векторами признаков двух классов. Вектором 1Vm, характеризующим класс A, и вектором 2Vm, характеризующим класс B. Здесь m = 1, …, M – параметр вектора признаков, размерностью M.

Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.

Рис. 8. Вектор разности

Анализ векторов разности на рис. 8 позволяет сделать следующий вывод. На части контролируемой водной поверхности при техногенных авариях возникают нефтяные пятна. Это приводят к существенному изменению цветового баланса на фото- и видеоизображениях.

Указанные изменения влияют на перераспределение векторов яркости по гистограммам вектора признаков в сторону увеличения их значений. То есть, чем больше нефтяное пятно на контролируемом снимке, тем контрастнее вектор признаков такого изображения по отношению к снимку с чистой водной поверхностью.

Проявление данных свойств отчетливо прослеживается на векторах разности 0Adm и 0Bdm, что отчетливо прослеживается на рисунке 7. Максимальные значения вектора 0Vm распознаваемого изображения явно смещены в сторону высоких значений гистограммы по отношению максимумов вектора AVm. Поэтому значения 0Bdm меньше значений 0Adm во всей области допустимых значений. Следовательно, по своей структуре вектор признаков 0Vm гораздо ближе к вектору BVm на протяжении всего диапазона значений (64; 200), что позволяет отнести фото FC к классу B, о чем ранее и был сделан вывод.

Заключение

Создана программа по автоматизации процедур выявления мест нефтяных разливов на основе обработки данных фотоматериалов и проведено более 300 экспериментов, подтвердивших правильность выдвинутой теории, что видно из полученных результатов расчетов.

Предложенный подход позволяет синтезировать достаточно чувствительные вектора, обеспечивающие высокую контрастность формируемых признаковых пространств. Расчетное значение вероятности ошибки, равное 0,06, для распознавания фотографий, в пределах которых нефтяные пятна занимали от 5% до 10% общей площади вполне приемлемый результат. При этом следует учитывать, что выборка контрольных значений составила всего 33 единицы.

Дальнейшее исследование авторы связывают с применением методов совместного частотно-временного анализа, представленных в [18-20].

Литература

1. *Картамышева Е.С., Иванченко Д.С.* Загрязнение мирового океана нефтью и нефтепродуктами // Молодой ученый. 2018. № 25 (211). С. 20-23. URL: https://moluch.ru/archive/211/51597/ (дата обращения: 14.12.2023).

2. *Валиуллина К.Б.* Международно-правовая охрана и защита Мирового океана от загрязнения. (автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук.) // Казань, 2018. 30 с.

3. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер 1992 года. (Электронный ресурс). Дата обращения 14.12.2023г. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/watercourses_lakes.shtml

4. *Николаев А.Д., Петруничева А.С.* Автоматизированная идентификация разливов нефти при помощи группы беспилотных летательных аппаратов // Главный механик. 2023. № 1. С. 24-28.

5. *Шимон Н.С., Калач Е.В., Калач А.В., Мартинович Н.В.* Актуальность использования беспилотных летательных аппаратов в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 3(22). С. 92-98.

6. *Шилова Л., Соловьев Д., Мефедов Е., Алексеев А.* Разработка программного комплекса по автоматизированной обработке результатов геотехнического мониторинга для зон вечной мерзлоты // Информационные ресурсы России. 2023. № 1(190). С. 20-35.

7. *Фукунага К.* Введение в статистическую теорию распознавания образов. М.: Наука, 1979. 367 с.

8. *Ту Дж., Гонсалес Р.* Принципы распознавания образов. М.: Мир, 1978. 412 с.

9. *Дворников С.В., Дворников С.С., Коноплев М.А.* Алгоритм распознавания сигналов радиосвязи на основе симметрических матриц / // Информационные технологии. 2010. № 9. С. 75-77.

10. *Дворников С.В., Степынин Д.В., Дворников А.С., Букарева А.П.* Формирование векторов признаков сигналов из вейвлет-коэффициентов их фреймовых преобразований // Информационные технологии. 2013. № 5. С. 46-49.

11. *Васильева Д.В., Дворников С.С., Толстуха Ю.Е.* и др. Формирование векторов признаков для систем видеонаблюдения // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения. 2023. № 4. С. 62-68.

12. *Парамонов А.А., Тихонова О.В., Нгуен В.М.* Распознавание видов цифровой модуляции радиосигналов с использованием многослойной нейронной сети по кумулянтным признакам // Системы компьютерной математики и их приложения. 2022. № 23. С. 23-28.

13. *Чиров Д.С., Виноградов А.Н., Воробьева Е.О.* Применение математического аппарата деревьев решений для распознавания видов цифровой модуляции радиосигналов в когнитивных системах ВЧ-связи // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2018. Т. 9. № 4. С. 140-148.

14. *Злобин В.А.* Необходимый и достаточный набор информативных признаков для классификации манипулированных

сигналов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10, № 4. С. 21-25.

15. *Дворников С.В., Сауков А.М.* Метод распознавания радиосигналов на основе вейвлет-пакетов // Научное приборостроение. 2004. Т. 14, № 1. С. 85-93.

16. *Злобин В.А.* Необходимый и достаточный набор информативных признаков для классификации манипулированных сигналов // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10, № 4. С. 21-25.

17. *Лисичкин Г.В., Кулакова И.И.* Ликвидация аварийных разливов нефти:состояние и проблемы (обзор) // Журнал прикладной химии. 2022. Т. 95, № 9. С. 1082-1110.

18. *Дворников С.В*. Теоретические основы синтеза билинейных распределений энергии нестационарных процессов в частотно-временном пространстве (обзор) // Труды учебных заведений связи. 2018. Т. 4. № 1. С. 47-60.

19. *Дворников С.В., Железняк В.К., Храмов Р.Н.* и др. Метод обнаружения радиоизлучений на основе частотно-временного распределения Алексеева // Научное приборостроение. 2006. Т. 16, № 1. С. 107-115.

20. *Дворников С.В., Кудрявцев А.М*. Теоретические основы частотно-временного анализа кратковременных сигналов: монография. Санкт-Петербург: Военная акад. связи, 2010. 240 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С АРХИТЕКТУРОЙ С РАЗДЕЛЯЕМЫМ «СКЕЛЕТОМ» В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Гайваль Леонид Валерьевич,
МТУСИ, Москва, Россия
lvgajval@yandex.ru

Скородумова Елена Александровна,
доцент кафедры ТВ и ПМ, к.ф.-м.н., доцент, МТУСИ, Москва, Россия
eas@mtuci.ru

Аннотация

В данной работе рассматривается архитектура нейронных сетей с разделяемым «скелетом» в прикладных задачах интеллектуального анализа данных. Продемонстрированы задачи, в которых применение указанной архитектуры обоснованно, а также проведено сравнение результатов при решении конкретной задачи с помощью нейронной сети с общим «скелетом» и с разделяемым. В качестве примера выбрана задача определения психологического портрета по фото.

Ключевые слова

Интеллектуальный анализ данных, глубокое обучение, нейронные сети, раздельный скелет, гетероскедастическая регрессия, типология MBTI.

Введение

В последнее время актуальным направлением исследования в области искусственного интеллекта является создание новых архитектур нейронных сетей. Различные задачи требуют разных подходов, архитектур, алгоритмов, а, следовательно, требуется дополнительный анализ по выбору подходящих конструкций. Одной из многих архитектур является архитектура нейронной сети с разделяемым «скелетом» [1], которая позволяет использовать одну и ту же структуру для предсказания сразу нескольких параметров в задаче, разделяя вычисления лишь на последних слоях (см. рис. 1).

В настоящей работе рассматривается возможная область применения нейронных сетей с указанной архитектурой, а также преимущества, которые она может обеспечить при решении прикладных задач.

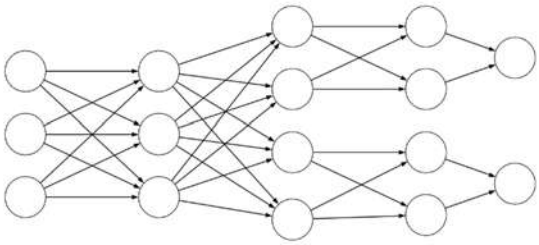


Рис. 1. Пример нейронной сети с разделяемым «скелетом»

Данная тема, несомненно, является актуальной, так как всё больше задач решают с использованием интеллектуальных методов анализа данных и искусственного интеллекта. А с появлением новых задач всегда необходимо проанализировать, какие архитектуры и подходы будут для неё наиболее эффективными.

В этом помогает понимание преимуществ различных архитектур, поэтому, разбираясь в архитектуре и её особенностях, можно понять, для каких задач она подходит больше, что может дать в той или иной задаче и где её применять не следует.

Преимущества архитектуры нейронных сетей с разделяемым «скелетом»

Одним из основных преимуществ архитектуры с разделяемым «скелетом» является регуляризация. Так как основная часть сети, являющаяся общей, обучается предсказывать сразу несколько параметров, она не может переобучиться на одном из них, что позволит избежать переобучения в целом.

Такой подход позволяет нейронной сети находить скрытые взаимосвязи между предсказываемыми параметрами и учитывать эту связь при прогнозировании. Это вновь объясняется тем, что основная часть сети – общая и, по сути, обучается сразу нескольким вещам, предсказывая параметры группой, что позволяет учитывать даже скрытые зависимости между ними. Например, демонстрация этого эффекта показана в статьях [2-3], в которых осуществлён переход от классической архитектуры к архитектуре с разделяемым «скелетом», что дало значительный прирост в точности предсказаний модели при прочих равных условиях.

Ещё одним преимуществом рассматриваемой архитектуры является возможное уменьшение количества параметров модели. Так как разделяемые слои в сети должны быть заточены под конкретный параметр, то и нейронов в них будет меньше, а суммарно разделённые слои позволят использовать суммарно меньшее число нейронов, чем при использовании классических полносвязных слоёв.

Далее в настоящей работе все указанные преимущества будут продемонстрированы на конкретных примерах прикладных задач.

Гетероскедастическая регрессия

В литературе и в исследовательских статьях часто можно встретить использование нейронных сетей с разделяемым «скелетом» для построения гетероскедастической нелинейной регрессии [4].

В данном случае предсказывается два параметра: среднее значение и дисперсия. Пример архитектуры представлен на рисунке 2.

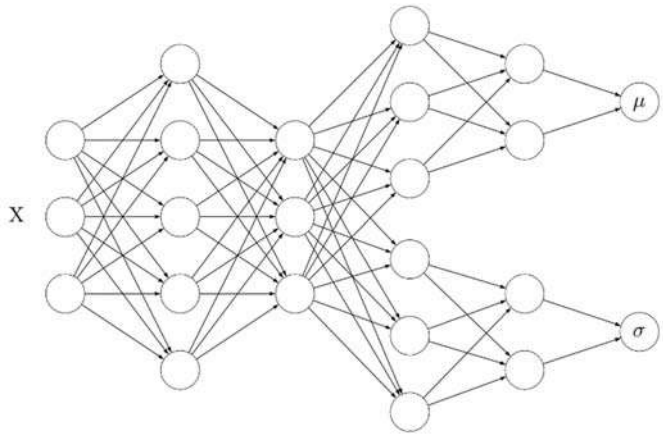


Рис. 2. Пример архитектуры нейронной сети с разделяемым «скелетом» для гетероскедастической регрессии

Далее, на рисунке 3 продемонстрировано преимущество указанной архитектуры по сравнению с классическим многослойным персептроном.

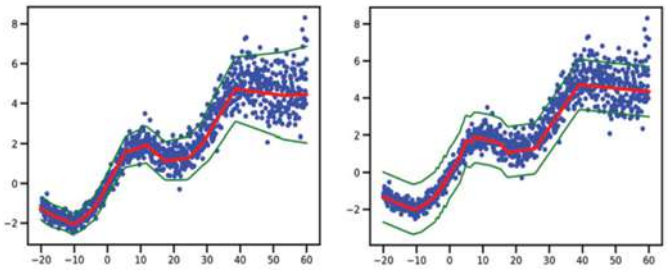


Рис. 3. Справа – регрессия, построенная классическим многослойным персептроном, слева – регрессия, построенная нейронной сетью с разделяемым «скелетом»

Как видно из рисунка, нейронная сеть с разделяемым «скелетом» действительно лучше справляется с построением нелинейной регрессии в условиях изменяющейся дисперсии. Это видно даже на визуальном анализе – размах, полученный с помощью обычного многослойного персептрона не учитывает изменяющуюся дисперсию, а нейросеть с рассматриваемой архитектурой достаточно хорошо «понимает», как изменяется дисперсия. Это связано с тем, что нейронная сеть с разделяемым «скелетом», как было указано выше, способна учитывать скрытые взаимосвязи между предсказываемыми параметрами, что и позволяет ей справляться с описанной задачей лучше, чем нейронные сети с классическими архитектурами.

Стоит отметить, что такая модель может являться простым примером модели стохастической волатильности и её можно применять для моделирования финансовых данных, а также, например, глобальной температуры Земли, так как среднеквадратическое отклонение в подобных данных часто имеет свойство меняться с течением времени, что как раз и говорит об их гетероскедастичности.

Типология MBTI по фотографии

В ряде статей [2-3] была описана и продемонстрирована возможность применения интеллектуальных методов анализа данных в задаче построения психологического портрета человека на основе фотографии и типологии MBTI [5].

В статье [3] для классификации была использована нейронная сеть в виде обычного многослойного персептрона (после свёрточных слоёв), что обеспечило точность классификации на уровне 0.53. В качестве точности в данном случае использована метрика accuracy:

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{T}}{\text{T} + \text{F}}$$

Здесь T – количество верно классифицированных объектов, F – количество ложно классифицированных объектов.

Однако этот результат можно значительно улучшить, используя модель нейронной сети с разделяемым «скелетом», архитектура которой представлена на рисунке 4.

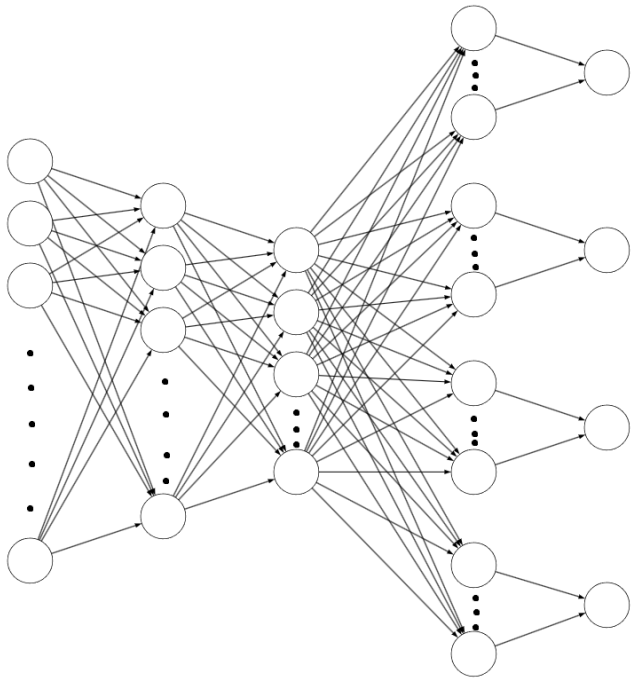


Рис. 4. Архитектура нейронной сети с разделяемым скелетом, использованная для построения психологического портрета

В этой архитектуре первый слой является выходным слоем другой модели – ResNet18 [6], который содержит 512 нейронов. Далее идут два скрытых слоя, которые являются общими для всех выходов. Они содержат 128 и 32 нейрона соответственно. Следующий слой является разделённым на несвязанные части, каждая из которых содержит по 16 нейронов, а завершает всё четыре выходные «головы», которые определяют каждую из шкал по MBTI. Благодаря такой модели удалось учесть скрытые зависимости между шкалами и увеличить величину accuracy до весомых 0.87. Это говорит о том, что такой подход оказался оправдан в указанной задаче.

При решении этой задачи модель нейронной сети с разделяемым «скелетом» показала себя как устойчивую к переобучению (рис. 5). Как видно, график выходит на некоторое плато и переобучения не наступает даже при большом количестве «лишних» эпох. Причины этого были указаны выше – выполнение нескольких задач одними и теми же нейронами, что и исключает переобучение на каждой отдельной.

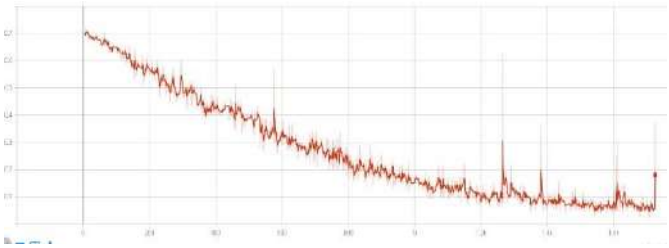


Рис. 5. График функции ошибок на обучающей выборке

Это ещё раз подтверждает тот факт, что архитектура нейронных сетей с разделяемым «скелетом» в некоторых задачах имеет ряд преимуществ над классическими архитектурами.

Недостатки архитектуры нейронных сетей с разделяемым «скелетом»

В ходе изучения и анализа данной архитектуры были выявлены также и некоторые недостатки.

Например, данная модель непригодна в случаях, когда предсказывается всего один параметр, так как разделять просто нечего. Однако следует отметить, что в данном случае есть иные методы, чем-то схожие с данным, например dropout [7], «отключающий» некоторые связи на каждом шаге обучения, отдалённо напоминает модель с разделяемым «скелетом».

Другой проблемой является дополнительная сложность подбора гиперпараметров модели. Так как разделённый слой является дополнительным, то внутри него так же нужно подбирать число нейронов. А с ростом числа предсказываемых параметров растёт и число частей разделённого слоя, внутри которых нужно производить настройку указанного параметра. Это в свою очередь требует более детального подхода к анализу модели, так как неправильно настроенная модель может выдавать нерелевантные результаты.

Сфера применения модели

Рассматриваемая модель, как становится понятно из описанного выше, имеет высокий потенциал в задачах, в которых требуется предсказывать сразу несколько параметров. Нейронная сеть с разделяемым «скелетом» способна обнаруживать и использовать в предсказаниях скрытые зависимости между параметрами, что часто может привести к значительному увеличению точности прогнозов.

Также такая архитектура является устойчивой к переобучению, так как общая часть сети обучается предсказывать различные параметры одновременно, что не даёт ей переобучиться на них по-отдельности. Данное преимущество может быть полезно при обучении больших моделей, когда процесс обучения занимает много времени и используется большое количество эпох обучения, а устойчивость к переобучению позволит избежать «порчи» модели на поздних этапах.

В то же время рассматриваемая модель также может быть применена при обучении на малом числе данных, так как можно дополнительно оптимизировать гиперпараметры каждой части разделённых слоёв и тем самым дополнительно снизить число параметров. Это также облегчает обучение, делает его более стабильным и опять же позволяет избежать переобучения.

Заключение

Таким образом модель нейронной сети с архитектурой с разделяемым «скелетом» достаточно хорошо показывает себя в некоторых задачах, имеет ряд положительных свойств, которые позволяют анализировать данные более качественно. Однако также у данной модели имеются и недостатки. Это свидетельствует о том, что она не является универсальной, хоть и применима в широком классе прикладных задач.

Разделяемый «скелет» позволяет нейронной сети работать со скрытыми зависимостями между предсказываемыми параметрами, так как основная часть является общей для всех параметров, а разделённые слои, можно сказать, носят корректирующий характер, прогнозируя значения уже на основе не только сырых данных, но и зависимостях между параметрами.

Также разделённые слои обеспечивают некоторую регуляризацию, делая модель в некотором смысле устойчивой к эффекту переобучения. Это всё идёт на пользу и позволяет смелее обучать модель на большем количестве эпох, не боясь её «испортить» переобучением.

Данная модель была протестирована на прикладных задачах и показала качественные результаты. В задаче построения гетероскедастической регрессии модель успешно справилась с оценкой изменяющейся дисперсии, что позволило улучшить результаты по сравнению с классической моделью многослойного персептрона. А в задаче типизации людей по MBTI модель успешно справилась с предсказаниями отдельных шкал, так как смогла выделить скрытые зависимости между ними.

Всё это говорит о том, что модель нейронной сети с разделяемым «скелетом» применима к широкому спектру задач, в которых имеет явные преимущества по сравнению со многими классическими архитектурами.

Литература

1. *Мэрфи К.П.* Вероятностное машинное обучение: введение / пер. с англ. А. А. Слинкина. М.: ДМК Пресс, 2022. 940 с. ISBN 978-5-93700-119-1.

2. *Гайваль Л.В.* Применение интеллектуальных методов для построения психологического портрета человека на основе фотографий // Сборник Трудов XIII Молодежного Научного Форума МТУСИ Телекоммуникации и информационные технологии Реалии Возможности Перспективы, Московский технический университет связи и информатики, 3-21 апреля 2023 года. М.: Московский технический университет связи и информатики, 2023. Том 2. С. 198-205.

3. *Гайваль Л.В., Скородумова Е.А.* Интеллектуальные методы в задаче построения психологического портрета человека по фотографии // Телекоммуникации и информационные технологии. №2. 2023. С. 30-35.

4. Trip Duration Prediction using Bayes Neural Networks and TensorFlow 2.0 [Электронный ресурс]. Режим доступа https://brendanhasz.github.io/2019/07/23/bayesian-density-net.html. Дата обращения: 20.01.2024 г.

5. *Майерс, Изабель Бриггс и Майерс, Питер Б.* MBTI: определение типов. У каждого свой дар / Изабель Бриггс Майерс и Питер Б. Майерс [пер. с англ. ООО «Пароль»]. М.: Карьера Пресс, 2018. 320 с. ISBN 978-5-00074-020-0.

6. *K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun*. Deep Residual Learning for Image Recognition. In: CVPR. 2016.

7. *Nitish Srivastava, Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan Salakhutdinov*. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting // Journal of Machine Learning Research. 2014. Т. 15.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ В ОЦЕНКЕ КОЛИЧЕСТВА ОТМЕНЕННЫХ НЕНОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ

Грант Светлана Кирилловна
патентный поверенный РФ, к.т.н., Москва, Россия
grantsk@mail.ru

Скородумова Елена Александровна
доцент кафедры ТВиПМ МТУСИ, к.ф.-м.н., Москва, Россия
eas@mtuci.ru

Аннотация
В работе рассмотрена судебная практика по разрешению споров об отмене ненормативных правовых актов в сфере интеллектуальной собственности. Проверена гипотеза о наличии корреляция квалификации судьи с количеством отмененных ненормативных правовых актов в сфере интеллектуальной собственности.

Ключевые слова
ненормативные правовые акты, интеллектуальная собственность, квалификация судьи, оспаривание решений, процент отмены

Введение

В гражданском обороте все большее значение приобретают нематериальные активы, охраняемые правом интеллектуальной собственности. Объекты интеллектуальной собственности (далее – ОИС) по основаниям возникновения правовой охраны делятся на две группы:

– охраняемые в силу государственной регистрации,

– охраняемые в силу создания [1].

Государственную регистрацию ОИС первой группы осуществляет Федеральная служба по интеллектуальной собственности [2] (далее – Роспатент, административный орган). Для получения государственной регистрации требуется решение Роспатента, которое выносится после проверки соответствия заявленного объекта установленным Законом требованиям. Таковое соответствие проверяется в ходе экспертизы. На практике встречаются случаи, когда заявитель не согласен с решением административного органа, принятым по результатам экспертизы, и прибегает к оспариванию принятого решения в судебном порядке. С ростом количества экономических отношений по поводу ОИС ожидаемо растет и количество споров, в ходе которых суд проверяет обоснованность ненормативных правовых актов Роспатента.

Оценка качества судебных актов с позиции их отмены вышестоящим судом проводилась разными исследователями. С учетом сказанного выше становится актуальной также оценка качества ненормативных правовых актов с позиции их отмены судом.

Результаты исследований

Среди исследователей, а также на государственном уровне в разных странах широко распространено мнение [3] о необходимости повышения качества нормативных правовых актов [4] и судебных актов [5] для улучшения регуляторной среды, повышения доверия общества к правоприменению. Нормативные правовые акты имеют обязательную силу для неограниченного круга субъектов, судебные акты – только для лиц, участвующих в деле. В то же время существует еще одна категория актов, порождающих правовые последствия – ненормативные правовые акты, выносимые органами исполнительной власти (далее – нНПА). Их качество до сих пор не подвергалось оценке в той же мере, что нормативные правовые акты и акты судов. Однако нНПА также являются обязательными к исполнению, их качество формирует у граждан представление об общем уровне законности в стране, эффективности расходования бюджетных средств на финансирование органов, наделенных властными полномочиями по вынесению нНПА. Кроме того, недостаточное качество нНПА приводит к подаче заявлений об их оспаривании, а значит увеличивает нагрузку на судебную систему.

Отношения по проверке законности нНПА в сфере интеллектуальной собственности регулирует арбитражное законодательство [6]. Для лиц, чьи интересы затрагивает вынесенный акт, предусмотрена возможность обращения в суд с заявлением об оспаривании нНПА. В ходе рассмотрения заявления суд проверяет законность и обоснованность оспариваемого нНПА.

Ранее исследователями судебных актов в области антимонопольного регулирования была выдвинута гипотеза: чем выше квалификация судьи, тем менее вероятно совершение юридической ошибки. Данная гипотеза нашла подтверждение в работе Сидоровой Е.Е. и др [7]. В развитие упомянутой работы наше исследование качества нНПА в сфере интеллектуальной собственности основано на предположении, что существует корреляция между количеством отмененных судьей по первой инстанции нНПА и квалификацией судьи.

В настоящей работе исследованы решения Суда по интеллектуальным правам, вынесенные по результатам рассмотрения требований об отмене ненормативных правовых актов за первое полугодие 2023 года.

На первом этапе исследования проведен анализ всех вынесенных за указанный период решений с отбором тех из них, которые вынесены по заявлениям об отмене нНПА. Отсортированы решения, которыми суд первой инстанции отменил нНПА, и решения, которыми нНПА оставлен в силе. Установлено соответствие каждого решения ответственному за его вынесение судье, рассчитан процент отмены нНПА от общего количества решений рассматриваемой категории, подписанных судьей в качестве председательствующего.

Такие критерии квалификации судьи как общий стаж работы судьей, стаж работы судьей специализированного суда достоверно определяются из Указов Президента о назначении на должность судьи и подлежат официальному опубликованию. Квалификационный класс судьи на

момент вынесения решения устанавливается посредством анализа решений о присвоении указанного класса. В связи с этим на втором этапе исследования путем анализа Указов Президента о назначении на должность судьи, Решений Высшей квалификационной коллегии судей РФ определен общий стаж работы судьей, стаж работы в специализированном суде, а также квалификационный класс судьи на период вынесения решений.

В качестве входных переменных выбраны следующие:

– общий стаж работы судьей (total experience TE),

– стаж работы судьей специализированного суда (special experience SE),

– квалификационный класс судьи (qualification class QC).

Выходной переменной является процент отмененных ненормативных правовых актов (cancellation percentage CP) от общего количества рассмотренных дел данной категории.

Входные переменные описываются треугольной функцией принадлежности. Общий стаж работы судьей по исследуемым решениям находился в промежутке от 3 до 18 лет. К интервалу низких значений отнесен промежуток от 3 до 11, средних – от 3 до 18, высоких – от 11 до 18 лет; точки пересечения функции принадлежности низких и средних значений – 7, средних и высоких значений – 14,5. Стаж работы судьей специализированного суда варьируется от 1 до 11 лет. К интервалу низких значений отнесен промежуток от 1 до 6, средних – от 1 до 11, высоких – от 6 до 11 лет; точки пересечения функции принадлежности низких и средних значений – 3,5, средних и высоких значений – 8,5. Квалификационный класс судьи для исследуемых решений изменяется от 4 до 1, где 1 – наивысший. К интервалу низких значений отнесен 4-2 квалификационный класс, средний – 4-1, высший – 2-1; точки пересечения функции принадлежности низких и средних значений – 2,5, средних и высоких значений – 1,5.

Выходная переменная описывается трапециевидной функцией принадлежности. Процент отмененных ненормативных правовых актов для исследуемых решений изменялся от 18 до 75. К интервалу низких значений отнесен промежуток от 18 до 33,75, средних – от 18 до 75, высоких – от 41,25 до 75 процентов; точки пересечения функции принадлежности низких и средних значений – 22,5, средних и высоких значений – 52,5.

Проведена нормализация значений всех переменных на 100. Входные переменные связаны оператором "И". На основе проведенной обработки полученных данных составлена база правил:

1. если (ОБЩИЙ СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ низкий) и (СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СУДА низкий) и (КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСС СУДЬИ низкий), то ПРОЦЕНТ ОТМЕНЫ низкий;

2. если (ОБЩИЙ СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ = высокий) и (СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СУДА = высокий) и (КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСС СУДЬИ = средний), то ПРОЦЕНТ ОТМЕНЫ = низкий;

3. если (ОБЩИЙ СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ = средний) и (СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СУДА = высокий) и (КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСС СУДЬИ = низкий), то ПРОЦЕНТ ОТМЕНЫ = низкий;

4. если (ОБЩИЙ СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ = высокий) и (СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СУДА = высокий) и (КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСС СУДЬИ = средний), то ПРОЦЕНТ ОТМЕНЫ = средний;

5. если (ОБЩИЙ СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ = высокий) и (СТАЖ РАБОТЫ СУДЬЕЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СУДА = высокий) и (КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ КЛАСС СУДЬИ = высокий), то ПРОЦЕНТ ОТМЕНЫ = высокий.

Ранее исследователями предложено использовать для оценки правовых актов алгоритм Мамдами [8]. С использованием данного алгоритма получена визуализация репрезентативных примеров (рис. 1-5).

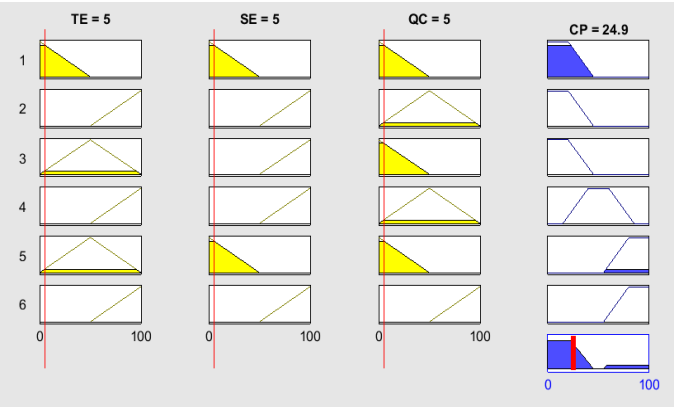


Рис. 1. Визуализация правила 1

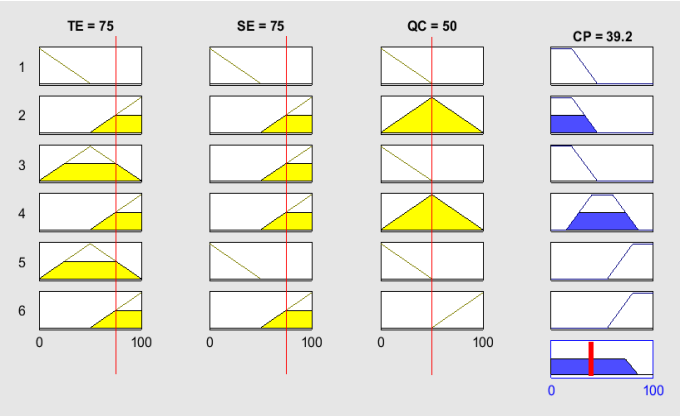


Рис. 2. Визуализация правила 2

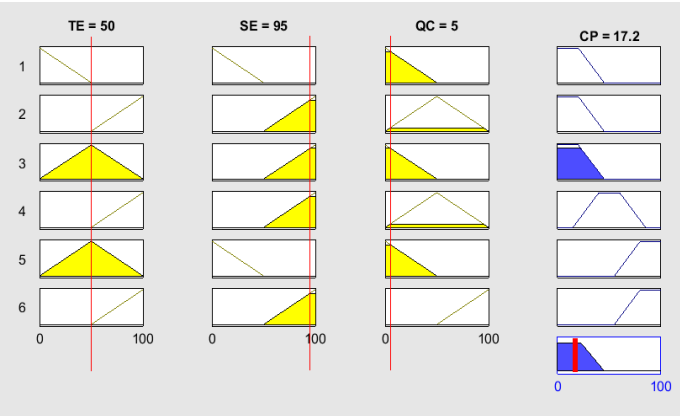


Рис. 3. Визуализация правила 3

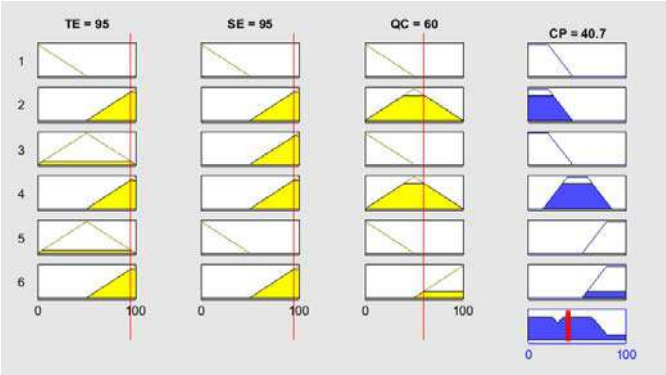


Рис. 4. Визуализация правила 4

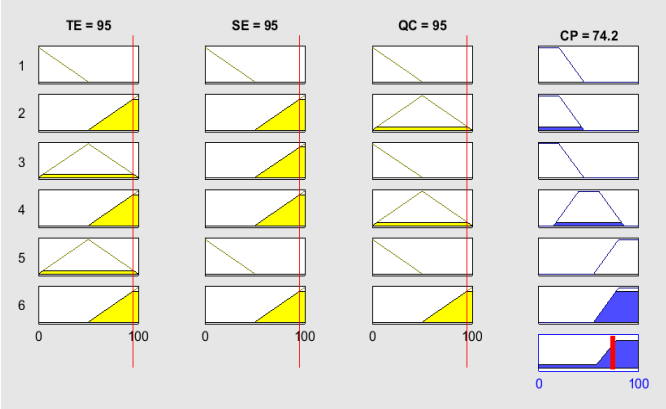


Рис. 5. Визуализация правила 5

По результатам исследования установлено, что наибольшая корреляция имеется между выходной переменной "процент отмененных ненормативных правовых актов" и входной переменной "квалификационный класс судьи". Переменные "общий стаж работы судьей" и "стаж работы судьей специализированного суда" оказывали меньшее влияние на выходной параметр.

Заключение

В настоящей работе применен подход к оценке качества ненормативных правовых актов в сфере интеллектуальной собственности с позиции их отмены судом.

Рассмотрены примеры использования предлагаемого подхода для решения задачи прогнозирования исхода спора с административным органом в зависимости от квалификации судьи. Полученные результаты могут быть использованы заявителем для прогноза исхода спора по проверке обоснованности ненормативных правовых актов, также могут быть использованы правоприменителем для совершенствования системы проверки вынесенных ненормативных правовых актов.

Литература

1. Гражданский кодекс Российской Федерации часть 4 ГК РФ ч.4 от 18.12.2006 № 230-ФЗ с изм. и доп. [Электронный ресурс]. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

2. Постановление Правительства РФ от 21.03.2012 № 218 с изм. и доп. "О Федеральной службе по интеллектуальной собственности" [Электронный ресурс]. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

3. 关于进一步深化改革 强化监管 提高司法鉴定质量和公信力的意见 (2020年11月2日 司发〔2020〕1号) (Мнения о дальнейшем углублении реформы, усилении надзора и повышении качества и достоверности судебной оценки от 02.11.2020). URL: https://www.moj.gov.cn/policyManager/policy_index.html?showMenu=false&showFileType=2&pkid=20d67423d74243bbbf7cbf50cd42754f (дата обращения 20.12.2023).

4. Постановление Правительства РФ от 30 января 2015 года №83 "О проведении оценки фактического воздействия нормативных правовых актов, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации" с изм. и доп. [Электронный ресурс]. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

5. *Момотов В.В.* Судебная реформа 2018 года в Российской Федерации: концепция, цели, содержание // Журнал российского права. 2018. № 10. С. 134 - 146; 2019. № 12. С. 68 - 89.

6. Арбитражный процессуальный кодекс Российской Федерации от 24.07.2002 № 95-ФЗ с изм. и доп. [Электронный ресурс]. Доступ из справочной правовой системы "Консультант-Плюс".

7. *Сидорова Е.Е., Голованова С.В., Авдашева С.Б.* Как измерить качество судебных решений? Кейс арбитражных судов. Прикладная эконометрика, 2019, 54.

8. *Zyryanova E.V.* Quality assessment of regulatory legal acts using the Mamdani algorithm. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1441/1/012051 (дата обращения: 20.12.2023).

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ЭКСПЕРТОВ

Гудков Павел Геннадиевич,
Фонд содействия инновациям, Москва, Россия

Саксонов Евгений Александрович
МТУСИ, профессор, д.т.н. Москва, Россия
saksmiem@mail.ru

Аннотация

Предложены статистические модели для сравнения работы экспертов по результатам экспертизы заявок, в случае, когда отсутствуют другие оценки. Модели дают возможность по собранной статистике проводить сравнительный анализ экспертов, что может служить основой для составления экспертных коллективов.

Ключевые слова

Заявка, экспертиза заявки, статистический анализ, эмпирическое распределение, дискретная случайная величина, эмпирическое распределение.

Введение

Часто количественная оценка подготовки эксперта, невозможна. Тогда представляется целесообразным подход, основанный на сравнительном анализе работы экспертов, позволяющий получить количественные результаты, сравнения экспертов либо между собой, либо с абстрактным экспертом, являющимся обобщенной статистической моделью работы всех экспертов.

Подбор экспертов особенно важен при проведении экспертизы заявки группой экспертов, как это в основном делается в большинстве экспертных систем [1-3]. В этом случае качество экспертизы определяется согласованностью оценок группы экспертов, выставляемых заявке. Согласованность оценок двух экспертов здесь имеет меру, равную модулю различия их оценок. Дело в том, что различия в оценках могут быть вызваны различными причинами, и если эти различия статистически не обоснованы, тогда отсутствует согласованность оценок и требуется обоснование возникающей значительной разницы в оценках.

Считается, что оценка заявки, выставляемая экспертом, целочисленная случайная величина, лежащая в заданном диапазоне [0, B]. Диапазон задается организацией, проводящей конкурс.

Ниже представлены модели, позволяющие проводить сравнительный анализ подготовки экспертов. Для построения моделей и анализа используются методы математической статистики [4, 5].

Модель 1

Модель ориентирована на сравнение оценок реального эксперта с оценками, которые выставлял бы абстрактный эксперт, оценки которого получены путем статистической обработки оценок всего множества реальных экспертов, проставленных всему множеству заявок.

При построении модели используются допущения:

1. *Большинство реальных экспертов имеет высокий уровень подготовки, поэтому оценки абстрактного эксперта соответствуют оценкам эксперта с высоким уровнем подготовки.*
2. *Каждый эксперт проводит экспертизу различных по параметрам заявок, которые случайнымобразом выбираются для него из множества заявок.*

Первое допущение дает возможность вычислять, например, доверительные интервалы для высоких оценок конкретного эксперта.

Второе позволяет считать, что все эксперты работают в практически одинаковых условиях.

Число экспертов E. Для удобства расчетов оценки имеют номера, совпадающие со значением оценки, т.е. $b = i$, $(i = 0, 1, \ldots, B)$.

В результате сбора данных о работе экспертов создается генеральная совокупность оценок объемом M.

Эмпирическая функция распределения частоты оценок заявки абстрактным экспертом [5]:

$$\hat{R}_0(b) = (\Pr(b = 0), \Pr(b = 1), \ldots, \Pr(b = B)),$$

где $\Pr(b = i)$ – вероятность того, что оценка b равна i, $(i = 0, 1, \ldots, B)$.

Для вычисления эмпирической функции распределения оценок абстрактного эксперта составляется, в неявном виде, таблица статистики из оценок экспертов, выставляемых заявкам. Возможны различные варианты такой таблицы, в зависимости от требуемых результатов.

В таблице 1 элемент n_{ij} это число оценок равных j, выставленных всем заявкам, экспертом которых был эксперт i. Возможно, что $n_{ij} = 0$.

Таблица 1

	$b = 0$	$b = 1$	….	$b = B$	**Итого**
Эксперт 1	n_{10}	n_{11}	…	n_{1B}	$e_1 = \sum_{k=0}^{B} n_{1k}$
Эксперт 2	n_{20}	n_{21}	…	n_{2B}	$e_2 = \sum_{k=0}^{B} n_{2k}$
…	…	…	…	…	…
Эксперт E	n_{E0}	n_{E1}	…	n_{EB}	$e_E = \sum_{k=0}^{B} n_{Ek}$
Итого	$n_0 = \sum_{i=1}^{E} n_{i0}$	$n_1 = \sum_{i=1}^{E} n_{i1}$	…	$n_B = \sum_{i=1}^{E} n_{iB}$	$N = \sum_{k=0}^{B} \sum_{i=1}^{E} n_{ik}$

Элементы эмпирической функции распределения частоты оценок абстрактного эксперта, по данным таблицы 1, вычисляются по формуле: $\Pr(b = i) = n_i / N$.

Можно составить таблицу оценок по заявкам: в таблице 2 элемент m_{ij} - число оценок j выставленных заявке i. Возможно, что m_{ij}= 0.

Таблица 2

	$b = 0$	$b = 1$	…	$b = \mathrm{B}$	**Итого**
Заявка 1	m_{10}	m_{11}	…	$m_{1\mathrm{B}}$	$z_1 = \sum_{k=0}^{\mathrm{B}} m_{1k}$
Заявка 2	m_{20}	m_{21}	…	$m_{2\mathrm{B}}$	$z_2 = \sum_{k=0}^{\mathrm{B}} m_{2k}$
…	…	…	…	…	…
Заявка M	$m_{\mathrm{M}0}$	$m_{\mathrm{M}1}$	…	m_{MB}	$z_{\mathrm{M}} = \sum_{k=0}^{\mathrm{B}} m_{\mathrm{M}k}$
Итого	$\mathrm{m}_0 = \sum_{i=1}^{\mathrm{M}} m_{i0}$	$\mathrm{m}_1 = \sum_{i=1}^{\mathrm{M}} m_{i1}$		$\mathrm{m}_{\mathrm{B}} = \sum_{i=1}^{\mathrm{M}} m_{i\mathrm{B}}$	$Z = \sum_{k=0}^{\mathrm{B}} \sum_{i=1}^{\mathrm{M}} m_{ik}$

Элементы эмпирической функции распределения частоты оценок абстрактного эксперта, по данным таблицы 2, вычисляются по формуле: $\Pr(b = i) = \mathrm{m}_i / \mathrm{Z}$.

При одинаковых количествах заявок и экспертов M и E для первой и второй таблиц выполняются равенства: $\mathrm{n}_0 = \mathrm{m}_0$, $\mathrm{n}_1 = \mathrm{m}_1$, …, $\mathrm{n}_{\mathrm{B}} = \mathrm{m}_{\mathrm{B}}$ и N = Z. Поэтому $\mathrm{n}_i / \mathrm{N} = \mathrm{m}_i / Z$ и для построения эмпирической функции распределения частоты оценок абстрактного эксперта - $\hat{\mathrm{R}}_0(b)$ можно использовать и таблицу 1 и таблицу 2 так как $\Pr(b = i) = \mathrm{n}_i / \mathrm{N} = \mathrm{m}_i / Z$, (i = 0, 1,…, B).

Для абстрактного эксперта на основе функции $\hat{\mathrm{R}}_0(b)$ можно вычислить первый и второй моменты его оценок:

$$\mathrm{A}_{01} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} i\mathrm{n}_i / \mathrm{N} = \sum_{i=1}^{\mathrm{B}} i\mathrm{m}_i / \mathrm{Z},$$

$$\mathrm{A}_{02} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} \frac{\mathrm{n}_i (i - \mathrm{A}_{01})^2}{\mathrm{N} - 1} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} \frac{\mathrm{m}_i (i - \mathrm{A}_{01})^2}{\mathrm{Z} - 1}$$

Из таблицы 1 можно получить также следующие характеристики по экспертам:

– первый и второй моменты оценки, выставляемой произвольной заявке экспертом j:

$$\mathrm{e}_{j1} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} i n_{ji} / e_j \qquad \mathrm{e}_{j2} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} \frac{n_{ji} (i - \mathrm{e}_{j1})^2}{\mathrm{e}_j - 1}$$

– эмпирическую функцию распределения частоты оценок, выставляемых экспертом j:

$$\mathrm{E}_j(b) = (\Pr(b = 0), \Pr(b = 1), \ldots, \Pr(b = \mathrm{B}))$$

где $\Pr(b = k) = n_{jk} / \mathrm{e}_j$ (j = 1, 2,…, E; k = 0, 1,…, B).

Из таблицы 2 также можно получить следующие характеристики по заявкам:

- первый и второй моменты оценки, выставляемой экспертом заявке j:

$$\mathrm{z}_{j1} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} i m_{ji} / \mathrm{z}_j \qquad \mathrm{z}_{j2} = \sum_{i=0}^{\mathrm{B}} \frac{m_{ji} (i - \mathrm{z}_{j1})^2}{\mathrm{z}_j - 1}$$

– эмпирическую функцию распределения частоты оценок эксперта, выставляемых заявке j:

$$Z_j(b) = (\Pr(b = 0), \Pr(b = 1), \ldots, \Pr(b = \mathrm{B})),$$

где $\Pr(b = k) = m_{jk} / \mathrm{z}_j$ (j = 1, 2,…, M; k = 0, 1,…, B).

Еще один вариант, объединяющий два предыдущих, представлен в таблице 3. В этом случае таблица содержит информацию об оценках, заявках, получивших данные оценки и экспертах, поставивших данные оценки.

Таблица 3

	$b = 0$	Эксперт	$b = 1$	Эксперт	…	$b = \mathrm{B}$	Эксперт
Заявка 1	k_{10}	r_{10}	k_{11}	r_{11}	…	$k_{1\mathrm{B}}$	$r_{1\mathrm{B}}$
Заявка 2	k_{20}	r_{20}	k_{21}	r_{21}	…	$k_{2\mathrm{B}}$	$r_{2\mathrm{B}}$
…	…	…	…	…	…	…	…
Заявка M	$k_{\mathrm{M}0}$	$r_{\mathrm{M}0}$	$k_{\mathrm{M}1}$	$r_{\mathrm{M}1}$	…	k_{MB}	r_{MB}

В таблице 3 k_{ij} – число оценок j, выставленных заявке i; r_{ij} – номер эксперта, поставившего заявке i оценку j, ($0 \le k_{ij} \le 1$; $1 \le r_{ij} \le \mathrm{E}$; i = 1,2,…,M; j = 0,1,…,B).

Часто практически целесообразно вычислять общие характеристики всей совокупности, относящиеся к абстрактному эксперту.

Отклонения средних значений оценок конкретного эксперта от средних значений оценок абстрактного эксперта могут свидетельствовать либо об отклонении уровня подготовки конкретного эксперта от среднестатистического уровня, либо о субъективности оценок эксперта.

Для анализа статистической значимости отклонений при нескольких экспертах можно использовать дисперсионный анализ, если требуется анализ отклонений только одного эксперта можно использовать критерии Стьюдента и Фишера [5]. Однако задача может упроститься, если выборка велика, и при этом средние значения будут иметь распределения близкие к нормальному.

Также, используя функцию $\mathrm{R}_0(b)$ можно строить доверительные интервалы для оценок реального эксперта и по результатам попаданий оценок в заданный доверительный интервал судить об отклонении подготовки реального эксперта от подготовки абстрактного эксперта.

Следует отметить, что модель позволяет сравнивать любого конкретного эксперта с абстрактным экспертом, и модель абстрактного эксперта можно использовать как реперную точку для сравнения.

Модель позволяет судить только о статистической значимости отклонений оценок реального эксперта от оценок абстрактного эксперта, без выяснения причин отклонений.

Модель 2

Эта модель позволяет проводить сравнение оценок двух экспертов и на основе результатов сравнения принимать или отвергать гипотезу о статистической значимости имеющейся разности оценок.

При построении и применении модели принимается следующее допущение:

два эксперта с одинаковой подготовкой, при экспертизе одной и той же заявки с высокой вероятностью выставят примерно одинаковые оценки.

Считается, что одинаковая подготовка сочетается с одинаковыми условиями работы (внешние факторы, доступность информации, сроки проведения экспертизы).

Экспертам, имеющим одинаковую подготовку, соответствуют одинаковые эмпирические функции распределения.

Далее проводится сравнительный анализ работы двух экспертов, что соответствует принятому допущению. Для большего числа сравниваемых экспертов их следует разделить на пары.

Модели заявок формируются по результатам мониторинга работы экспертов и обработки собранных данных.

Представляет интерес анализ разности оценок, которые выставляются двумя экспертами с одинаковой подготовкой. Считается, что при этом оба эксперта имеют одинаковые функции распределения оценок.

Пусть безусловная функция распределения оценок экспертов:

$$P(r) = (\Pr(r = 0) = p_0, \Pr(r = 1) = p_1, \ldots, \Pr(r = B) = p_B)$$

где $0 \le r \le B$ и p_i - вероятность того, что эксперт поставит оценку i. Вероятность одинакова для обоих экспертов.

Тогда, при условии, что каждый эксперт может поставить оценку в интервале [0, B], разность оценок экспертов равная j вычисляется по формуле: $j = |m - n|$, где m – оценка эксперта 1, n – оценка эксперта 2.

Вероятность конкретного значения разности оценок равной j - q_j, вычисляется по формулам системы уравнений:

$$\begin{aligned}
q_0 &= p_0 p_0 + p_1 p_1 + p_2 p_2 + \ldots + p_B p_B \\
q_1 &= 2(p_0 p_1 + p_1 p_2 + p_2 p_3 + \ldots + p_{(B-1)} p_B) \\
\ldots &\ \ldots \qquad \ldots \\
q_{B-1} &= 2(p_0 p_{(B-1)} + p_1 p_B) \\
q_B &= 2 p_0 p_B
\end{aligned}$$

В системе каждое слагаемое вида $p_m p_n$ в каждом уравнении это вероятность наступления события, при котором первый эксперт поставит заявке оценку равную m, а второй оценку равную n.

Формулы справедливы при условии, $p_m p_n = p_n p_m$.

В матричной форме система уравнений имеет вид:

$$\mathbf{q}(B) = \mathbf{H}(B)\, \mathbf{p}(B),$$

где $\mathbf{q}(B)^T = (q_0, q_1, \ldots, q_B)$, $\mathbf{p}(B)^T = (p_0, p_1, \ldots, p_B)$.

Использование матричной формы облегчает вычисление вектора вероятностей $\mathbf{q}(B)^T$.

Матрица $\mathbf{H}(B)$, размерности BxB имеет вид:

$$\mathbf{H}(B) = \begin{pmatrix}
p_0 & p_1 & p_2 & \ldots & p_{B-1} & p_B \\
0 & 2p_0 & 2p_1 & \ldots & 2p_{B-2} & 2p_{B-1} \\
0 & 0 & 2p_0 & \ldots & 2p_{B-3} & 2p_{B-2} \\
\ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\
0 & 0 & 0 & \ldots & 2p_0 & 2p_1 \\
0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & 2p_0
\end{pmatrix}.$$

Показано, что: $\sum_{j=0}^{B} q_j = (p_0 + p_1 + p_2 + \ldots + p_B)^2$.

Так как $(p_0 + p_1 + \ldots + p_B = 1)$, то $((q_0 + q_1 + \ldots + q_B) = 1$.

Множество вероятностей q_j (j = 0, 1, 2, …,B) задает распределение вероятностей величины разности оценок двух экспертов с одинаковой подготовкой:

$$Q(j) = (\Pr(j = 0) = q_0, \Pr(j = 1) = q_1, \ldots, \Pr(j = B) = q_B).$$

Аналогично, для известного распределения Q(j) можно построить доверительный интервал $G(J_1,J_2)$ с заданной вероятностью попадания туда значения разности оценок экспертов. Здесь J_1 и J_2 левая и правая границы интервала. Левую границу целесообразно приравнять нулю $J_1 = 0$, поскольку для одинаковых экспертов нулевая разница оценок может иметь значительную вероятность.

Пример. B = 17. Задано безусловное распределение вероятностей оценок эксперта $P(i) = (p_0, p_1, p_2, \ldots, p_{16})$ и распределение вероятностей разностей оценок экспертов $Q(i) = (q_0, q_1, q_2, \ldots, q_{16})$, вычисленное по формуле (3.4.2.2), для заданного распределения.

На рисунке 1 приведен график зависимости вероятности величины разности между оценками экспертов с равной подготовкой от величины разности.

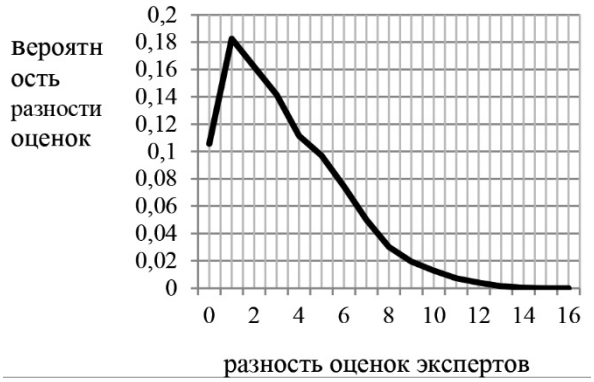


Рис. 1. График зависимости вероятности разницы между оценками двух экспертов

Таблица 4

i	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
P(i)	0	0,02	0,03	0,06	0	0,08	0,1	0,12	0,2
i	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	…
P(i)	0,12	0,07	0,07	0,06	0,04	0,02	0,01	0	…

В таблице 4 приведены результаты вычисления значений эмпирической функции распределения. Исходя из данных таблицы, 92% доверительный интервал для разности оценок экспертов равен: G(0,7).

Также анализ статистической значимости разности в оценках экспертов, проводящих экспертизу одинаковых заявок при количестве экспертов более 2, можно провести с применением дисперсионного анализа, предварительно подготовив выборки из оценок экспертов.

Модель 2 сравнивает двух конкретных экспертов без учета их отклонения от общего уровня экспертов системы, для чего можно применять модель 1.

Заключение

Предложены математические модели, позволяющие сравнивать экспертов по выставляемым ими оценкам.

Модели дают возможность по разнице в оценках оценивать разницу в подготовке экспертов, согласованность оценок.

Результаты моделирования можно применять при формировании групп экспертов, определении разницы в подготовке экспертов.

Литература

1. *Тузова С.Ю., Миронова Я.С.* Научно-техническая экспертиза как инструмент реализации государственной поддержки научно-технической деятельности // Власть. 2018. №. 4. С. 33-39.

2. *Gudkov P.G., Guseva A.I.* Accuracy of Expert Assessments in Evaluating Innovative Projects // Procedia Computer Science. 2021. Т. 190. С. 284-291.

3. *Тузова С.Ю., Дивненко О.В.* Оптимизация подходов к научно-технической экспертизе конкурсных заявок на получение государственной субсидии: // Модернизация, Инновации, Развитие. 2016. Т. 7, № 4. С. 194-198.

4. *Ивченко Г.И., Медведев Ю.И.* Введение в математическую статистику: Учебник. М.: ЛКИ, 2010. 600 с. ISBN 978-5-382-01013-7.

5. *Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В.* Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 1965. 512 с.

АНАЛИЗ УСЛОВИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ЗАЯВКИ

Гудков Павел Геннадиевич,
Фонд содействия инновациям, Москва, Россия

Саксонов Евгений Александрович,
МТУСИ, профессор, д.т.н. Москва, Россия Ф
saksmiem@mail.ru

Аннотация

Представлена математическая модель для вычисления вероятности принятия заявки при заданном условии, по результатам экспертизы несколькими экспертами. Исследованы достоинства и недостатки условия. Приводятся результаты статистического анализа условия по результатам реальных испытаний. Результаты работы могут быть полезны при организации конкурсов заявок с применением групповой экспертизы.

Ключевые слова:

Экспертиза заявки, принятие решения, статистическая модель, модель экспертизы, дискретная случайная величина, функция распределения.

Введение

Экспертиза поступающих на конкурс заявок в различных практических областях, проводится, как правило, привлеченной группой экспертов [1-4]. Каждый эксперт выставляет свою оценку заявке. Оценки экспертов по заявке служат для принятия решения, которое может быть положительным – заявка принимается экспертизой, или отрицательным – заявка отклоняется экспертизой, либо требующим дополнительной экспертизы. На практике применяются различные условия принятия решений, каждое из которых имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому целесообразно исследовать условие перед его практическим применением, либо в ходе применения по результатам собранной статистики.

Здесь приводятся результаты анализа одного из возможных условий.

Модель принятия решений

Приводятся результаты исследования модели принятия решений по заявке, когда возможно одно из двух альтернативных решений: заявка принимается или заявка отклоняется. Для принятия решений формулируется условие. Экспертиза заявки проводится группой из m экспертов ($1 < m$), работающих независимо друг от друга. Результаты проведенного анализа показали, что на практике максимальное значение m не превышает 7, так что в данном случае $1 < m \le 7$ [4].

Условие принятия заявки по результатам экспертизы группой из m экспертов: если значение оценки у k из m экспертов ($1 < k \le m$), не меньше установленной величины H_0, то заявка принимается, в противном случае заявка отклоняется.

Максимальная оценка, которую может получить заявка у одного эксперта, равна H, ($0 < H_0 \le H$).

Считается, что оценка эксперта i целочисленная положительная случайная величина x_i с функцией распределения:

$$Q_i(x_i) = (Q_i(0), Q_i(1), \ldots, Q_i(H)),$$

где ($i = 1, 2, \ldots, m$), $Q_i(z) = \Pr(x_i = z)$ – вероятность того, что случайная величина x_i (оценка эксперта i) принимает значение z ($0 \le z \le H_0$) [5].

Пусть $p_i(H_0)$ – вероятность того, что эксперт i поставил заявке оценку большую или равную H_0 баллов:

$$p_i(H_0) = (Q_i(H_0) + Q_i(H_0+1) + \ldots + Q_i(H)), \ (i = 1, 2, \ldots, m).$$

Удобно использовать два вектора:

$$\mathbf{p} = p_1(H_0), p_2(H_0), \ldots, p_m(H_0) \text{ и } \mathbf{q} = q_1(H_0), q_2(H_0), \ldots, q_m(H_0),$$

где $q_i(H_0) = 1 - p_i(H_0)$.

Размерность векторов – m, значение H_0 определяется конкретным применением.

Вероятность того, что из m экспертов один или больше, поставят заявке оценки большие или равные H_0, равна:

$$q(m, 1, \mathbf{p}, H_0) = 1 - \prod_{i=1}^{m} (1 - p_i(H_0)).$$

Вероятность того, что из m экспертов ровно k поставят оценки выше или равные H_0 баллов, равна [6]:

$$q_k(m, \mathbf{p}, \mathbf{q}, H_0) = \begin{cases} \prod_{i=1}^{m} q_i(H_0), & k = 0 \\ \sum_{z_k=1}^{m} \ldots \sum_{\substack{z_1=1 \\ i \ne z_1 \\ \ldots \\ i \ne z_k}}^{m} \prod_{i=1}^{m} q_i(H_0) \prod_{j=1}^{k} p_{z_j}(H_0), & k = 1, \ldots, (m-1) \\ \prod_{i=1}^{m} p_i(H_0), & k = m \end{cases},$$

Из формул следует, что вероятность того, что k или более из m экспертов поставят заявке оценки большие или равные H_0, равна:

$$q(m, k, \mathbf{p}, H_0) = q(m, 1, \mathbf{p}, H_0) - \sum_{h=1}^{k-1} q_h(m, \mathbf{p}, \mathbf{q}, H_0).$$

Таким образом, имеется возможность вычислять вероятности принятия заявки при заданных значениях m, k и H_0.

Случай $m = 2$, $k = 1$

Случай, когда $m = 2$ и $k = 1$, достаточно широко распространен на практике, поэтому целесообразно исследовать его более подробно, с использованием статистических материалов, полученных в результате проведения

экспертизы. Для расчетов использовалась выборка объемом 1503 заявки, H = 16.

В этом случае:

$$q(2,1,\mathbf{p},H_0) = 1-(1-p_1(H_0))(1-p_2(H_0)) = \\ = p_1(H_0)+p_2(H_0)-p_1(H_0)p_2(H_0)$$

Явным недостатком условия, который особенно заметен для случая $m = 2$ и $k = 1$ является возможная несогласованность оценок двух экспертов (отсутствие единого мнения экспертов), не оказывающая заметного влияния на принятие решения, что может вызывать сомнение в правильности оценки заявки. Так, если, например, первый эксперт с большой вероятностью принимает заявку ($x_1 \geq H_0$), а второй принимает заявку с гораздо меньшей вероятностью ($x_2 \leq H_0$), решающее значение имеет оценка первого эксперта. На рисунке 1 приведены графики вероятностей принятия заявки каждым из двух экспертов и вероятности принятия заявки по условию.

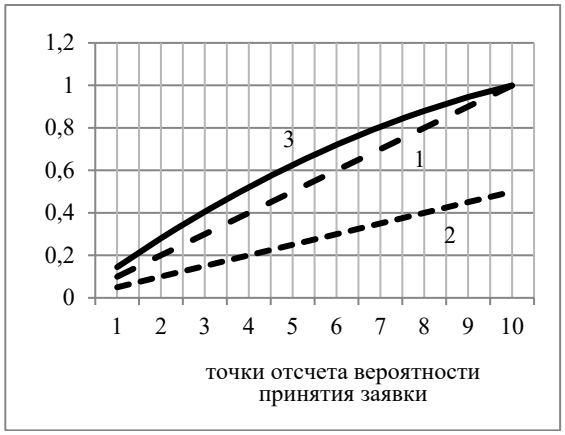


Рис. 1. Вероятности принятия заявки экспертами и по условию: кривая 1 – вероятность принятия заявки экспертом 1; кривая 2 – вероятность принятия заявки экспертом 2; кривая 3 – вероятность принятия заявки по условию и результатам первого и второго экспертов

Из графиков на рисунке 1 видно, что на вероятность принятия заявки в основном влияет вероятность получения только от одного (любого) из экспертов оценки большей или равной H_0.

Отсюда абсолютное преобладание мнения одного из экспертов, поставившего оценку, превосходящую по величине H_0.

Следует отметить еще одно свойство условия, связанное с тем, что с увеличением числа экспертов, при любом значении H_0, вероятность принятия заявки увеличивается. В этом случае привлечение дополнительных экспертов может не привести к повышению качества экспертизы. Эффект объясняется тем, что не требуется согласовывать оценки экспертов, учитывается оценка только одного из экспертов.

Например, для 1, 2 и 3 экспертов вероятности принятия заявки:

$$q(1) = \Pr(x_1 \geq H_0);$$
$$q(2) = 1-(1-\Pr(x_1 \geq H_0))(1-\Pr(x_2 \geq H_0));$$
$$q(3) = 1-(1-\Pr(x_1 \geq H_0))(1-\Pr(x_2 \geq H_0))(1-\Pr(x_3 \geq H_0));$$

Если $x_1 = x_2 = x_3 = x$, то:

$$q(1) = \Pr(x \geq H_0); q(2) = 1-(1-\Pr(x \geq H_0))^2;$$
$$q(3) = 1-(1-\Pr(x \geq H_0))^3.$$

На рисунке 2 даны графики $q(1)$, $q(2)$, $q(3)$ от $\Pr(x \geq H_0)$. Расчеты проводились для случаев, когда $H_0 = 10$.

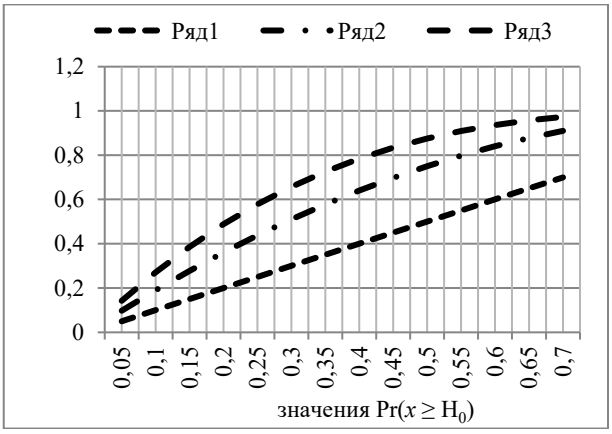


Рис. 2. Вероятности принятия заявки группой экспертов: (ряд 1 – $m = 1$, $q(1)$; ряд 2 – $m = 2$, $q(2)$ ряд 3 – $m = 3$, $q(3)$)

Из рисунка следует, что число экспертов при применении условия, не является значимым при принятии решения.

Принятие заявки экспертизой зависит от заданного числа баллов (оценки), полученных от одного из экспертов, в связи с этим представляет интерес зависимость числа принятых экспертизой заявок от значения требуемого числа баллов H_0. Результаты анализа статистики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Требуемая минимальная оценка одного из экспертов - H_0	**Число принятых заявок**	**Доля принятых заявок**
10	341	0,2268
11	150	0,0998
12	77	0,0512
13	30	0,0199
14	22	0,0146
15	1	0,0006
16	0	0

Из таблицы следует, что с увеличением значения H_0 число и доля принятых экспертизой заявок строго монотонно снижаются. Поэтому, варьируя величиной H_0, можно регулировать число заявок, принятых экспертизой.

Анализ показал, также, что число случаев, когда в принятой заявке один эксперт ставит высокую оценку, а второй низкую: ($x_1 \geq 10$) и ($x_2 \leq 6$) равно 23 (≈ 7%) и ($x_1 \leq 6$) и (($x_2 \geq 10$) равно 48 (≈ 14%). В результате в 71 случае из 341 будут значительные расхождения в оценках экспертов, которые не учитываются при принятии решения. Эти результаты показывают, что мнения обоих экспертов не учитываются в равной мере.

Абсолютное преобладание мнения одного из экспертов, поставившего оценку, превосходящую по величине H_0, подтверждается результатами анализа выборки: получается, что при $H_0 = 10$: $\Pr(x_1 \geq H_0) = 0{,}13$, $\Pr(x_2 \geq H_0) = 0{,}16$.

Здесь записи $\Pr(x_1 \geq H_0)$ и $\Pr(x_2 \geq H_0)$ означают вероятности того, что $x_1 \geq H_0$ и $x_2 \geq H_0$; x_1 и x_2 значения оценок первого и второго экспертов.

Из результатов расчетов видно, что вероятность принятия заявки в основном зависит от решения одного эксперта. Также 95 заявок получили оценки большие или равные 10 сразу у двух экспертов. Отсюда получается: 0,13 + 0,16 – 0,063 = 0,227; и 0,227*1503 ≈ 341.

Был проведен анализ статистики для выявления зависимости числа принятых заявок от суммы оценок двух экспертов. Этот анализ позволяет оценить совместное влияние оценок экспертов на принятие решения.

На рисунке 3 приведен график числа принятых по условию заявок (H_0 = 10) с заданной суммой оценок двух экспертов этих заявок.

Рис. 3. Зависимость числа принятых по условию заявок при заданной сумме оценок экспертов

По условию при H_0 = 10, была принята 341 заявка.

В таблице 2 приведены количественные данные о числе принятых по условию (H_0 = 10) заявок с заданной суммой баллов экспертов.

Таблица 2

Сумма баллов двух экспертов	Число заявок с заданной суммой баллов	Число (доля) принятых заявок
1	**2**	**3**
10	119	0 (0)
11	130	0 (0)
12	123	1 (0,003)
13	111	1 (0,003)
14	103	4 (0,012)
15	105	16 (0,048)
16	102	45 (0,133)
17	59	32 (0,094)
18	65	58 (0,170)
19	52	52 (0,152)
20	48	48 (0,141)
21	26	26 (0,076)
22	31	31 (0,091)
23	14	14 (0,041)
24	5	5 (0,014)
25	3	3 (0,008)
26	3	3 (0,008)
27	2	2 (0,006)
	∑ = 1101	**∑ = 341 (1,0)**

В таблице (столбец 2) учитываются и заявки, не принятые (сумма оценок 10, 11, > 27); если их не рассматривать, то число заявок с заданными суммами оценок равно 852 из них принята, по условию, 341 заявка.

Заключение

Проведенный анализ условия принятия решения позволил сделать следующие выводы:

– условие принятия решения делает неравнозначными оценки экспертов, поскольку преимущества имеет эксперт, поставивший самую высокую оценку;

– увеличение количества экспертов приводит к увеличению вероятности принятия заявки, что не повышает качества экспертизы;

– сумма оценок экспертов по одной заявке может быть более удачным решением при принятии заявки, поскольку учитывает оценки всех экспертов, выравнивая их значимость при принятии решения;

– назначение величины H_0 позволяет регулировать процент принятых экспертизой заявок, что дает возможность управлять процессом экспертизы при ограничениях, связанных с количеством принятых заявок.

– исследованное условие достаточно просто в реализации, требует меньшего количества экспертов.

Также следует отметить, что возможны другие условия принятия решений, которые позволяют снизить влияние отмеченных недостатков.

Таким образом, условия принятия решений играют важную роль при проведении конкурсов заявок и должны предварительно исследоваться для обеспечения объективных и качественных результатов экспертизы.

Литература

1. *Gudkov P.G., Guseva A.I.* Accuracy of Expert Assessments in Evaluating Innovative Projects // Procedia Computer Science. 2021. Т. 190. С. 284-291.

2. *Зеленцова Н.И., Петров А.Н., Гарина С.М., Тузова С.Ю.* Об экспертном рассмотрении заявок на получение бюджетного финансирования в рамках ФЦП "исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы" // Инновации, 2017. №2. С. 86-92.

3. *Тузова С.Ю., Дивненко О.В.* Оптимизация подходов к научно-технической экспертизе конкурсных заявок на получение государственной субсидии: // Модернизация, Инновации, Развитие. 2016. Т. 7, № 4. С. 194-198.

4. Экспертиза инновационных проектов – практика Фонда «Сколково». URL: aviatp.ru.

5. *Ивченко Г.И., Медведев Ю.И.* Введение в математическую статистику: Учебник. М.: ЛКИ, 2010. 600 с. ISBN 978-5-382-01013-7.

6. *Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В.* Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 1965. 512 с.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЯНИЯ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА ТРЕХМЕРНЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ ТЕЛАХ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ДИАГРАММНЫХ УРАВНЕНИЙ

Демин Дмитрий Борисович,
МТУСИ, доцент, к.ф.-м.н., Москва, Россия
d.b.demin@mtuci.ru

Аннотация

В работе представлено дальнейшее обобщение метода диаграммных уравнений для решения задач дифракции и рассеяния звуковых (акустических) волн на трехмерных проницаемых телах. Приводится кратко методика получения численного алгоритма метода. Для проверки сходимости и численной точности показываются результаты расчета таких характеристик рассеяния как диаграмма рассеяния и интегральный поперечник рассеяния на примере сферы и сфероида. Показано сравнение полученных характеристик с такими же, которые были получены другими методами.

Ключевые слова

Метод диаграммных уравнений, проницаемые тела, сфера, сфероид, диаграмма рассеяния, оптическая теорема

Введение

Задача дифракции звуковых волн на телах различной природы имеет большой научный интерес в теории дифракции, и в частности: в акустике. Решение подобных задач на трехмерных телах сопряжена с большой вычислительной сложностью, что является следствием численного решения интегральных уравнений в трехмерном пространстве. В связи с этим возникает необходимость в разработке универсальных и эффективных методов их решения, которые обладали бы легкостью в их применении, а также высокой скоростью сходимости и устойчивостью численного алгоритма. С этой целью был выбран один из таких методов, а именно метод диаграммных уравнений (МДУ), который очень хорошо себя зарекомендовал при решении задач дифракции и рассеяния волн на телах с различными краевыми условиями на границе, размеры которых могут быть как много меньше длины волны падающего поля, так и составлять несколько длин волн.

МДУ, впервые предложенный в работе [1], где рассматривалась двумерная скалярная задача дифракции на телах с импедансными краевыми условиями, впоследствии был распространен на решение широкого круга задач дифракции и рассеяния волн как одиночными телами, так и группой тел. Краткий обзор задач, решенных этим методом, можно увидеть в [2]. В работе [3] было представлено обобщение МДУ для решения задач дифракции акустических волн на трехмерных телах с мягким краевым условием (условие Дирихле). В дальнейшем работа [3] была распространена для решения трехмерной акустической задачи дифракции на телах с импедансными краевыми условиями [4]. С тех пор никаких научных работ, касающихся применения МДУ для решения трехмерных акустических задач дифракции, не выходило. Поэтому моей основной целью было восполнить этот пробел и распространить МДУ на решение задач дифракции акустических волн на трехмерных телах с краевыми условиями сопряжения на границе рассеивателя.

Подобные тела чаще всего как в российской, так и в иностранной литературе называют проницаемыми телами (“penetrable bodies”).

Решение задач дифракции на проницаемых телах ранее проводилось и другими методами, например, методом продолженных граничных условий (МПГУ) [5]. Отличием МДУ от МПГУ является то, что искомой характеристикой является непосредственно диаграмма рассеяния, а не само поле или его токовая характеристика.

Далее будет приведена постановка задачи, кратко изложен способ получения численного алгоритма МДУ для решения поставленной задачи и показаны некоторые результаты вычисления характеристик рассеяния для таких геометрий тел как сфера и сфероид.

Постановка задачи

Пусть на трехмерное тело с замкнутой поверхностью S (см. рис. 1) падает внешнее (первичное) поле $u^0(\vec{r})$ (звуковая или акустическая волна). Вторичное (дифракционное или рассеянное) поле $u^1(\vec{r})$ вне поверхности S будет удовлетворять известному однородному уравнению Гельмгольца:

$$\Delta u^1(\vec{r}) + k^2 u^1(\vec{r}) = 0\,, \tag{1}$$

а также условию излучения на бесконечности:

$$\lim_{r\to\infty} r\left(\frac{\partial u^1}{\partial r} + iku^1\right) = 0\,. \tag{2}$$

Аналогично, поле $u^i(\vec{r})$ внутри рассеивателя (в области D) также удовлетворяет однородному уравнению Гельмгольца вида:

$$\Delta u^i(\vec{r}) + k_i^2 u^i(\vec{r}) = 0\,. \tag{3}$$

В случае проницаемых тел на их поверхности S имеют место следующие краевые условия:

$$u\big|_S = u^i\big|_S\,,\ \gamma\frac{\partial u}{\partial n}\bigg|_S = \frac{\partial u^i}{\partial n}\bigg|_S\,, \tag{4}$$

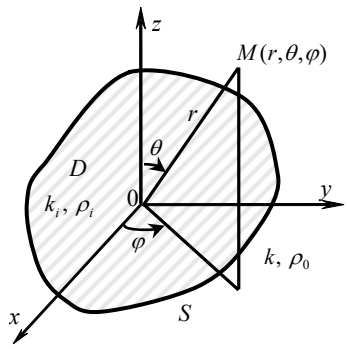


Рис. 1. Геометрия задачи

В уравнениях (1)-(4) были введены следующие обозначения: $\vec{r}$ – радиус-вектор точки наблюдения M в сферической системе координат (r,θ,φ); $\gamma=\rho_i/\rho_0$; k и k_i, а также ρ_0 и ρ_i – волновые числа и оптические плотности во внешней среде и в области D соответственно; $u=u^0+u^1$ – полное поле во внешней среде; $\frac{\partial u}{\partial n}$ – производная вдоль вектора внешней нормали $\vec{n}$ к S.

Описание численного алгоритма МДУ

Основу МДУ составляет сведение исходной краевой задачи (1-4) к интегральному уравнению относительно искомой неизвестной функции – диаграммы рассеяния с дальнейшей алгебраизацией этого уравнения для получения численного решения. Здесь будет изложен несколько иной подход к получению численного алгоритма метода, минуя этап вывода диаграммного уравнения.

Для этого воспользуемся известным соотношением Грина для рассеянного поля $u^1(\vec{r})$:

$$u^1(\vec{r})=-\int_S\left(\frac{\partial u}{\partial n'}-u\frac{\partial}{\partial n'}\right)G_0(\vec{r},\vec{r}')ds', \qquad (5)$$

где $G_0(\vec{r},\vec{r}')=\frac{e^{-ik|\vec{r}-\vec{r}'|}}{4\pi|\vec{r}-\vec{r}'|}$ – функция Грина во внешней среде к поверхности S.

Из (5), с учетом краевого условия (4), получим:

$$u^1(\vec{r})=-\int_S\left(\frac{1}{\gamma}\frac{\partial u^i}{\partial n'}-u^i\frac{\partial}{\partial n'}\right)G_0(\vec{r},\vec{r}')ds'. \qquad (6)$$

По аналогии с (5) для волнового поля $u^i(\vec{r})$, также с учетом (4), придем к интегральному уравнению:

$$u^i(\vec{r})=\int_S\left(\gamma\frac{\partial u}{\partial n'}-u\frac{\partial}{\partial n'}\right)G_0^i(\vec{r},\vec{r}')ds', \qquad (7)$$

где $G_0^i(\vec{r},\vec{r}')$ – функция Грина в области D.

С целью получения численного решения интегральных уравнений (6)-(7), подставим в них разложения полей u^1 и u^i в виде обобщенных рядов Фурье:

$$u^1(\vec{r})=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=-n}^{n}a_{nm}(-i)^{n+1}h_n^{(2)}(kr)P_n^m(\cos\theta)e^{im\varphi}, \qquad (8)$$

$$u^i(\vec{r})=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=-n}^{n}a_{nm}^i j_n(k_ir)P_n^m(\cos\theta)e^{im\varphi}, \qquad (9)$$

и такого же рода разложения для функций Грина $G_0(\vec{r},\vec{r}')$ и $G_0^i(\vec{r},\vec{r}')$ [2-4]. В результате придем к следующей бесконечной алгебраической системе уравнений МДУ:

$$a_{nm}=\sum_{\nu=0}^{\infty}\sum_{\mu=-\nu}^{\nu}a_{\nu\mu}^i G_{nm,\nu\mu}^i,\ n=0,1,2,...;\ |m|\le n \qquad (10)$$

$$a_{nm}^i=a_{nm}^0+\sum_{\nu=0}^{\infty}\sum_{\mu=-\nu}^{\nu}a_{\nu\mu}G_{nm,\nu\mu}^1,\ n=0,1,2,...;\ |m|\le n \qquad (11)$$

где матричные элементы $G_{nm,\nu\mu}^i$ и $G_{nm,\nu\mu}^1$ систем (10)-(11) и коэффициенты правой части a_{nm}^0 системы (11) имеют вид:

$$\begin{aligned}G_{nm,\nu\mu}^i=&-\frac{i^nk}{4\pi}(2n+1)\frac{(n-m)!}{(n+m)!}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Bigg[\frac{1}{\gamma}\Big(k_i\rho^2\sin\theta\, j_\nu'(k_i\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)-\\&-\rho_\theta'\sin\theta\, j_\nu(k_i\rho)\frac{dP_\nu^\mu(\cos\theta)}{d\theta}-\frac{\rho_\varphi'}{\sin\theta}i\mu\, j_\nu(k_i\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)\Big)j_n(k\rho)P_n^m(\cos\theta)-\\&-j_\nu(k_i\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)\Big(k\rho^2\sin\theta\, j_n'(k\rho)P_n^m(\cos\theta)-\\&-\rho_\theta'\sin\theta\, j_n(k\rho)\frac{dP_n^m(\cos\theta)}{d\theta}+\frac{im\rho_\varphi'}{\sin\theta}j_n(k\rho)P_n^m(\cos\theta)\Big)\Bigg]e^{i(\mu-m)\varphi}d\theta d\varphi,\end{aligned} \qquad (12)$$

$$\begin{aligned}G_{nm,\nu\mu}^1=&-\frac{k_i(-i)^\nu}{4\pi}(2n+1)\frac{(n-m)!}{(n+m)!}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Bigg[\gamma\Big(k\rho^2\sin\theta\, h_\nu'^{(2)}(k\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)-\\&-\rho_\theta'\sin\theta\, h_\nu^{(2)}(k\rho)\frac{dP_\nu^\mu(\cos\theta)}{d\theta}-\frac{i\mu\rho_\varphi'}{\sin\theta}h_\nu^{(2)}(k\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)\Big)h_n^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)-\\&-h_\nu^{(2)}(k\rho)P_\nu^\mu(\cos\theta)\Big(k_i\rho^2\sin\theta h_n'^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)-\\&-\rho_\theta'\sin\theta h_n^{(2)}(k_i\rho)\frac{dP_n^m(\cos\theta)}{d\theta}+\frac{im\rho_\varphi'}{\sin\theta}h_n^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)\Big)\Bigg]e^{i(\mu-m)\varphi}d\theta d\varphi,\end{aligned} \qquad (13)$$

$$\begin{aligned}a_{nm}^0=&\frac{k_i}{4\pi i}(2n+1)\frac{(n-m)!}{(n+m)!}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Bigg[\gamma\Big(\rho\sin\theta\frac{\partial u^0}{\partial r}-\frac{\rho_\theta'}{\rho}\sin\theta\frac{\partial u^0}{\partial\theta}-\\&\frac{\rho_\varphi'}{\rho\sin\theta}\frac{\partial u^0}{\partial\varphi}\Big)h_n^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)-u^0\Big(k_i\rho\sin\theta h_n'^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)-\\&-\frac{\rho_\theta'}{\rho}\sin\theta h_n^{(2)}(k_i\rho)\frac{dP_n^m(\cos\theta)}{d\theta}+\\&+\frac{im\rho_\varphi'}{\rho\sin\theta}h_n^{(2)}(k_i\rho)P_n^m(\cos\theta)\Big)\Bigg]e^{-im\varphi}\rho(\theta,\varphi)d\theta d\varphi.\end{aligned} \qquad (14)$$

В формулах (8)-(9) и (12)-(14) были введены следующие обозначения: $h_n^{(2)}$ и j_n – сферические функции Ганкеля 2-го рода и Бесселя порядка n; P_n^m – присоединенные функции Лежандра порядка n,m; $r=\rho(\theta,\varphi)$ – уравнение поверхности S в сферической системе координат.

Системы (10-11) по виду ничем не отличаются от тех, которые ранее были получены в [3, 4], поэтому условия их сходимости будут аналогичны: они сходятся для всех так называемых слабо невыпуклых тел, к которым относятся и все выпуклые тела. При этом, в [4] было продемонстрировано, что решение системы МДУ будет устойчивым и для тел с кусочно-аналитической поверхностью, например, цилиндр-сфера или конус-сфера и т.п.

В соответствии с условием излучения (2), рассеянное поле $u^1(\vec{r})$ связано с диаграммой рассеяния $g(\theta,\varphi)$, как функцией, определяющей это поле в дальней зоне ($r\to\infty$), следующим асимптотическим равенством:

$$u^1(\vec{r})=u^1(r,\theta,\varphi)=\frac{e^{-ikr}}{kr}\cdot g(\theta,\varphi)+O\left(\frac{1}{(kr)^2}\right). \qquad (15)$$

Подставляя (15) в (8) и учитывая асимптотику функций Ганкеля, получим ряд:

$$g(\theta,\varphi)=\sum_{n=0}^{\infty}\sum_{m=-n}^{n}a_{nm}P_n^m(\cos\theta)e^{im\varphi}. \qquad (16)$$

Таким образом, решение исходной краевой задачи свелось к вычислению неизвестных коэффициентов рассеяния a_{nm}, которые могут быть получены из решения систем (10)-(11).

Результаты численного решения

Численное решение исходной задачи может быть проведено путем решения усеченных систем вида (10-11). В данной работе в качестве примеров геометрий тел

рассмотрен частный случай – тела вращения, у которых уравнение поверхности S определяется как $r = \rho(\theta)$. Тогда системы МДУ (10)-(11) примут более простой вид:

$$a_{nm} = \sum_{\nu=|m|}^{N} a_{\nu m}^{i} G_{nm,\nu m}^{i}\ ,\ n = 0,1,2,...,N,\ |m| \le n; \qquad (17)$$

$$a_{nm}^{i} = a_{nm}^{0} + \sum_{\nu=|m|}^{N} a_{\nu m} G_{nm,\nu m}^{1}\ ,\ n = 0,1,2,...,N,\ |m| \le n. \qquad (18)$$

В системах (17)-(18) матричные элементы $G_{nm,\nu m}^{i}$, $G_{nm,\nu m}^{1}$ и коэффициенты правой части a_{nm}^{0} определяются уже через однократные интегралы; N – это максимальное число гармоник, используемых для разложения неизвестных функций в ряды Фурье вида (8), (9) и (16).

Системы (17)-(18) можно переписать и в матричном виде, сведя их к решению одной системы:

$$\overline{a} = \left(E - G^{i} G^{1}\right)^{-1} G^{i} \overline{a}^{0}, \qquad (19)$$

где E – это единичная матрица той же размерности, что и квадратные матрицы G^{i} и G^{1}, т.е. $2N+1$.

Во всех приводимых ниже примерах в качестве падающего поля $u^{0}(\vec{r})$ рассматривалась единичная плоская волна. Именно:

$$\begin{aligned} u^{0}(r,\theta,\varphi) &= \exp(-ik\vec{r}) = \\ &= \exp(-ik\rho(\theta,\varphi)\cdot(\sin\theta\sin\theta_0\cos(\varphi-\varphi_0)+\cos\theta\cos\theta_0)), \end{aligned} \qquad (20)$$

где θ_0 и φ_0 – азимутальные и меридиональные углы падения волны.

Рассмотрим сначала случай сферы. Тогда $r = \rho(\theta) = a$, где a – радиус сферы. В этом случае интегралы всех матричных элементов и коэффициентов правой части в системах (17)-(18) могут быть вычислены аналитически, что приводит к точной формуле вычисления коэффициентов рассеяния a_{nm}:

$$\begin{aligned} a_{nm} &= -i(2n+1)\frac{(n-m)!}{(n+m)!}\times \\ &\times \frac{j_n'(k_i a) j_n(ka) - \dfrac{\gamma k}{k_i} j_n(k_i a) j_n'(ka)}{j_n'(k_i a) h_n^{(2)}(ka) - \dfrac{\gamma k}{k_i} j_n(k_i a) h_n'^{(2)}(ka)} P_n^{m}(\cos\theta_0) e^{-im\varphi_0}. \end{aligned} \qquad (21)$$

Формула (21) соответствует тому результату, который был приведен в работе [6]. В [6] использовался метод Т-матриц (см. [2]) и на его основе были получены конечные формулы вычисления характеристик рассеяния для сферы с различными краевыми условиями на поверхности: мягкие, жесткие и условия сопряжения.

На рисунке 2 приведена величина диаграммы рассеяния $\left|g(\theta,\varphi)/k\right|^{2}$ для сферы с параметрами: $ka = 10$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = \rho_i = 1.5$ при числе гармоник $N = 15$ и углах падения плоской волны $\theta_0 = \varphi_0 = 0$, что полностью совпало с рисунком, приведенном в [6] на стр. 44. Было установлено, что при различных $N \ge 13$ вид диаграммы рассеяния мало чем отличался друг от друга.

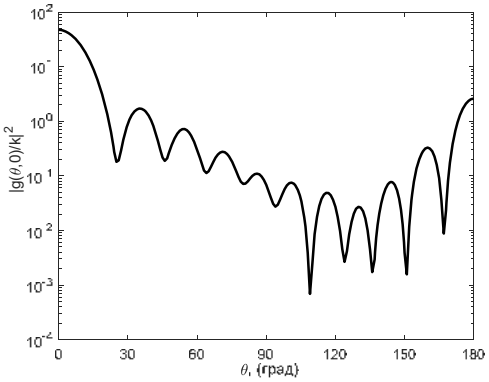


Рис. 2. Диаграмма рассеяния сферы: $ka = 10$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = \rho_i = 1.5$, $\theta_0 = \varphi_0 = 0$, $N = 15$

Для проверки точности вычислений, помимо сравнений диаграмм рассеяния, проводят проверку так называемой оптической теоремы, согласно которой в трехмерном акустическом случае должно выполняться следующее соотношение:

$$\sigma_s + \sigma_a = -\frac{4\pi}{k^2}\mathrm{Im}\left(g(\theta_0,\varphi_0)\right), \qquad (22)$$

где

$$\sigma_s = \frac{1}{k^2}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\left|g(\theta,\varphi)\right|^{2}\sin\theta d\theta d\varphi, \qquad (23)$$

$$\sigma_a = -\frac{1}{k}\mathrm{Im}\oint_S u\overline{\frac{\partial u}{\partial n}}ds.$$

Величина σ_s есть интегральный (полный) поперечник рассеяния. Она имеет размерность площади и соответствует площади сечения некоторой трубки, выделенной в падающем поле, мощность поля в которой совпадает с мощностью, рассеянной препятствием. Величина σ_a есть интегральный поперечник (сечение) поглощения, которая характеризует величину поглощения в рассеивателе. В отсутствии поглощения (или потерь) $\sigma_a = 0$.

В таблице 1 приведены результаты проверки оптической теоремы, в которой величина Δ определялась как:

$$\Delta = \left|\sigma_s + \sigma_a + \frac{4\pi}{k^2}\mathrm{Im}\left(g(\theta_0,\varphi_0)\right)\right|. \qquad (24)$$

Таблица 1

Проверка оптической теоремы для сферы: $ka = 10$, $k_i = \rho_i = 1.5$, $\theta_0 = \varphi_0 = 0$

N	σ_s	σ_a	Δ
13	8.6325709	$4.51\cdot10^{-14}$	$5.15\cdot10^{-14}$
14	8.6325753	$3.89\cdot10^{-14}$	$3.9\cdot10^{-14}$
15	8.6325754	$3.98\cdot10^{-14}$	$4.79\cdot10^{-14}$
16	8.6325754	$4.53\cdot10^{-14}$	$5.32\cdot10^{-14}$

Далее приведены результаты расчета для сфероида. Уравнение поверхности сфероида в сферической системе координат можно записать в виде:

$$r = \rho(\theta) = \frac{ac}{\sqrt{c^2\sin^2\theta + a^2\cos^2\theta}},$$

где a и c – длины полуосей вдоль осей OX (OY) и OZ.

На рисунках 3-5 представлены диаграммы рассеяния для сфероида, а в таблицах 2-3 показана проверка оптической теоремы. На рисунках 3-4 для сравнения расчетов приведены диаграммы рассеяния, полученные при помощи МПГУ (эти расчеты были предоставлены автору данной работы одним из разработчиков МПГУ, а именно, С.А. Маненковым). Как видно из рисунков 3-4, во всех случаях наблюдалось хорошее совпадение диаграмм рассеяния. Из таблиц 2-3 видно, что оптическая теорема выполняется с высокой точностью даже с ростом числа гармоник N, которое выбиралось большим числа $2kd$ (где d – наибольший диаметр рассеивателя), что говорит о хорошей сходимости численного алгоритма МДУ.

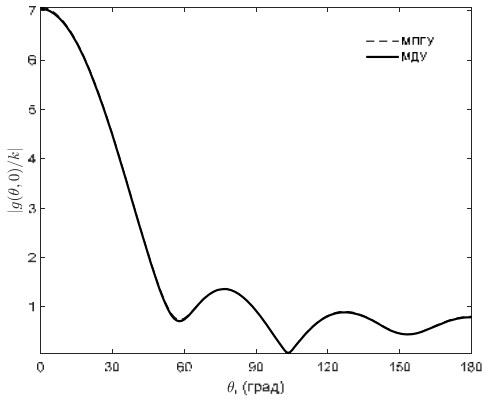


Рис. 3. Диаграмма рассеяния сфероида:
$ka = 2, kc = 4$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = 1.5$, $\rho_i = 2$, $\theta_0 = \varphi_0 = 0$, $N = 15$

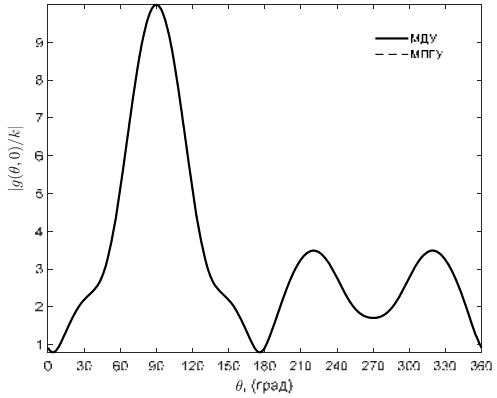


Рис. 4. Диаграмма рассеяния сфероида: $ka = 2, kc = 4$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = 1.5$, $\rho_i = 2$, $\theta_0 = \pi / 2$, $\varphi_0 = 0$, $N = 26$

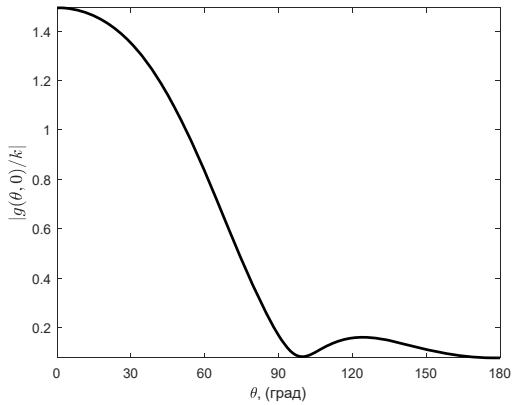


Рис. 5. Диаграмма рассеяния сфероида: $ka = 1, kc = 4$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = \rho_i = 1.5$, $\theta_0 = \varphi_0 = 0$, $N = 24$

Таблица 2

Проверка оптической теоремы для сфероида:
$ka = 2, kc = 4$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = 1.5$, $\rho_i = 2$, $\theta_0 = \pi / 2$, $\varphi_0 = 0$

N	σ_s	σ_a	Δ
22	119.670156	0.361296	$4.26 \cdot 10^{-13}$
24	119.852016	0.253121	$1.13 \cdot 10^{-13}$
26	119.993892	0.174055	$5.82 \cdot 10^{-13}$
28	120.115370	0.106643	$1.73 \cdot 10^{-12}$
30	120.122220	0.114944	$4.32 \cdot 10^{-12}$

Таблица 3

Проверка оптической теоремы для сфероида:
$ka = 1, kc = 4$, $\rho_0 = 1$, $k_i / k = \rho_i = 1.5$, $\theta_0 = \varphi_0 = 0$

N	σ_s	σ_a	Δ
22	5.440801	0.392605	$1.35 \cdot 10^{-13}$
24	5.480245	0.367145	$2.66 \cdot 10^{-15}$
26	5.487928	0.361844	$4.5 \cdot 10^{-13}$
28	5.517474	0.347465	$6.75 \cdot 10^{-13}$
30	5.511115	0.347544	$2.22 \cdot 10^{-12}$

Заключение

Представленный в данной работе численный алгоритм МДУ для решения задач дифракции на проницаемых телах продемонстрировал высокую точность расчета характеристик рассеяния для тел вращения, чьи размеры не превышают нескольких длин волн падающего поля.

В дальнейшем планируется провести исследования характеристик рассеяния для других геометрий тел, таких как: суперэллипсоид вращения, конечный цилиндр, цилиндр со скруглениями, а также для неосесимметричных тел: эллипсоид, куб, суперэллипсоид.

Данный метод может быть обобщен и на случай смешанных краевых условий на границе рассеивателя.

Литература

1. *Кюркчан А.Г.* Об одном новом интегральном уравнении в теории дифракции. Доклады АН, 1992. Т. 325, № 2. С. 273-279.
2. *Кюркчан А.Г., Смирнова Н.И., Клеев А.И.* Методы решения задач дифракции, основанные на использовании априорной аналитической информации. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2022. 304 с.
3. *Кюркчан А.Г.* Об одном методе решения задач дифракции волн на рассеивателях конечных размеров // Доклады АН, 1994. Т. 337, № 6. С.728-731.
4. *Тханг До Дык, Кюркчан А.Г.* Эффективный метод решения задач дифракции волн на рассеивателях, имеющих изломы границы // Акустический журнал, 2004. Т. 49, № 1. С. 51-58.
5. *Крысанов Д.В., Кюркчан А.Г., Маненков С.А.* Два подхода к решению задачи дифракции на сфере Януса // Акустический журнал, 2021. Т. 67, № 2. С. 126-137.
6. *Rother T.* Sound Scattering on Spherical Objects. Heidelberg: Springer, 2020.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ, ОСНОВАННОГО НА МЕТОДЕ TF-IDF, ДЛЯ АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ГРАЖДНСКОГО ПРАВА

Скородумова Елена Александровна,
доцент кафедры ТВиПМ, к.ф.-м.н., доцент, Москва, Россия,
eas@mtuci.ru

Захарьева Диана Витальевна,
МТУСИ, Студентка, Москва, Россия,
Sf_nks@mail.ru

Аннотация

Исследовательская работа фокусируется на оценке эффективности применения дерева решений, созданного с использованием метода TF-IDF, в контексте решения задач гражданского права. В свете стремительного развития информационных технологий и повышения требований к эффективным методам обработки текстов в сфере юриспруденции, данное исследование является актуальным. Оно направлено на разработку и внедрение инновационных подходов к анализу текстов и принятию решений в гражданском праве. Предполагается, что использование дерева решений на основе метода TF-IDF может значительно улучшить эффективность и точность процессов юридической обработки информации, открывая новые перспективы для развития современных практик в области правосудия.

Ключевые слова:

TF-IDF, дерево решений, модель, релевантность, соответствие.

Введение

В современном обществе, где информационные технологии играют ключевую роль, вопросы эффективной обработки и анализа текстов в сфере гражданского права становятся все более актуальными. Данная исследовательская работа фокусируется на оценке применимости дерева решений, построенного с использованием метода TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency) [1], для решения задач в области гражданского права.

С учетом стремительного развития информационных технологий и постоянного увеличения объемов текстовых данных в сфере юриспруденции данная работа нацелена на разработку инновационных подходов к анализу текстов и принятию решений в контексте гражданского права. В частности, метод TF-IDF, используемый в качестве основы для построения дерева решений [2], представляет собой эффективный инструмент для выделения ключевых слов и понятий, что может быть ценно при обработке юридических текстов.

Дерево решений

Дерево решений – это структура данных и метод машинного обучения, используемый для принятия решений на основе последовательности вопросов о данных. Оно представляет собой древовидную модель, где каждый узел представляет собой вопрос или тест на определенное свойство данных, каждая ветвь соответствует возможному ответу на этот вопрос, а каждый лист дерева представляет собой прогноз или решение.

Использование дерева решений при анализе естественного языка (Natural Language Processing, NLP) имеет несколько преимуществ, которые могут сделать этот метод эффективным инструментом для обработки и анализа текстов на естественных языках:

1. Интерпретируемость: Деревья решений легко интерпретировать, что важно в контексте анализа текста. При принятии решений модель строит древовидную структуру, где каждый узел представляет собой правило принятия решения на основе конкретного признака или слова. Это позволяет понимать, какие признаки были использованы для принятия решения, что важно для объяснения результатов анализа текста.

2. Легкость в использовании: Деревья решений могут быть легко визуализированы, что облегчает понимание логики работы модели. Это особенно полезно для специалистов в области естественного языка, которые могут не иметь глубоких знаний в области машинного обучения.

3. Обработка текста: Деревья решений могут эффективно обрабатывать текстовые данные. Они могут учитывать различные признаки, такие как наличие или отсутствие конкретных слов, частота встречаемости терминов и другие текстовые характеристики.

4. Поддержка многоклассовой классификации: Деревья решений хорошо подходят для задач многоклассовой классификации, что делает их полезными для анализа текстов, где необходимо определить принадлежность текста к нескольким категориям или темам.

5. Отсутствие предварительной обработки текста: Деревья решений могут работать с необработанным текстом, что упрощает процесс предварительной обработки данных. В отличие от некоторых других методов, они могут автоматически учитывать значимые признаки в тексте без необходимости явного кодирования.

6. Устойчивость к выбросам: Деревья решений обычно более устойчивы к выбросам в данных, что может быть важным при работе с текстовыми данными, подверженными различным формам шума.

Построение дерева решений на основе алгоритма TF-IDF может быть эффективным для решения различных задач в области анализа текста. Преимущества такого подхода:

1. Учет важности слов: Алгоритм TF-IDF учитывает важность каждого слова в документе по сравнению с общей количественной статистикой по всем документам. Это позволяет дереву решений выделять ключевые термины, которые могут сильно влиять на принятие решения, и делать более обоснованные выводы на основе этих важных признаков.

2. Легкость в использовании текстовых данных: Алгоритм TF-IDF хорошо подходит для работы с текстовыми данными, так как он способен выделить ключевые слова, играющие важную роль в описании содержания документа. Это особенно полезно для задач, связанных с категоризацией, тематическим анализом и классификацией текстов.

3. Устойчивость к часто встречающимся словам: TF-IDF снижает вес часто встречающихся слов, которые могут быть менее информативными. Дерево решений, построенное на основе TF-IDF, способно автоматически фильтровать такие общие термины и фокусироваться на уникальных и информативных словах, что может привести к повышению качества модели.

4. Интерпретируемость: Деревья решений обеспечивают интерпретируемость решений, и когда они используются с TF-IDF, это позволяет анализировать, какие конкретные слова или термины оказывают наибольшее влияние на результат классификации. Это полезно для понимания логики модели и принятия решений на ее основе.

5. Отсутствие необходимости в предварительной обработке: Алгоритм TF-IDF не требует предварительной обработки текста, такой как лемматизация или стемминг [3], и может быть использован сырыми текстовыми данными. Это упрощает процесс обучения модели и позволяет сосредоточить внимание на сути текста.

Результаты применения дерева решений, построенного на основе TF-IDF

С целью проведения анализа эффективности методов был осуществлен процесс сбора данных с веб-ресурса https://sudact.ru/. В рамках данного сбора информации было извлечено двенадцать дел в области гражданского права, которые впоследствии подверглись детальному изучению и анализу.

Извлеченные обвинительные решения по делам были обработаны с целью выделения содержащихся в них мотивировочной части иска и дальнейшем внесении в разработанную программу для проведения дальнейшего исследования.

В конечном итоге программа формирует перечень глав и статей гражданского [4 – 6] и семейного [7] кодексов, и для каждого из них приводится численное значение, отражающее степень соответствия между мотивировочной частью иска и содержанием определенной главы и статьи. Процедура сопоставления и оценки подобия происходит для каждой главы и статьи отдельно.

Дерево решений формировалось в несколько этапов. Сначала проводится расчет значений TF-IDF для кодексов, затем для разделов этих кодексов. Последующие этапы включают расчет TF-IDF для подразделов и, наконец, для глав. Полученные значения TF-IDF на каждом уровне иерархии перемножаются между собой. Затем полученный список проходит процесс упорядочивания, при котором элементы располагаются в порядке убывания значений (рис. 1). Это позволяет выделить те главы, которые наиболее точно соответствуют иску.

3,01E-06	Глава 4. Юридические лица
1,9E-06	Глава 3. Граждане (физические лица)
1,81E-06	Глава 25. Ответственность за нарушение обязательств
1,41E-06	Глава 23. Обеспечение исполнения обязательств
1,29E-06	Глава 1. Гражданское законодательство
1,28E-06	Глава 22. Исполнение обязательств
1,22E-06	Глава 9. Сделки
9,15E-07	Глава 21. Понятие обязательства
8,16E-07	Глава 27. Понятие и условия договора
7,92E-07	Глава 24. Перемена лиц в обязательстве
7,15E-07	Глава 2. Возникновение гражданских прав и обязанностей, осуществление и защита гражданских прав
6,65E-07	Глава 6. Общие положения
6,5E-07	Глава 7. Ценные бумаги
6,32E-07	Глава 12. Исковая давность
5,83E-07	Глава 8. Нематериальные блага и их защита
5,39E-07	Глава 10. Представительство. Доверенность
3,89E-07	Глава 26. Прекращение обязательств
3,18E-07	Глава 9.1. Решения собраний
2,69E-07	Глава 28. Заключение договора

Рис. 1. Расположение соответствующих глав в списке, отсортированном по убыванию метрики релевантности

Перед анализом соответствия статей необходимо выявить соответствующие главы, основываясь на их расположении в списке, отсортированном по убыванию метрики релевантности (рис. 2).

дело 1	дело 2	дело 3	дело 4	дело 5	дело 6	дело 7	дело 8	дело 9	дело 10	дело 11	дело 12
18	17	10	18	18	40	2	52	12	13	21	8
	21	37	52	52		10	63	48	40	52	72
	45					40		59			

Рис. 2. Расположение соответствующих глав в списке, отсортированном по убыванию метрики релевантности

При построении дерева решений на основе алгоритма TF-IDF для нахождения релевантных глав выявлены некоторые факторы, влияющие на качество результатов модели:

1. Отсутствие учета контекста: Алгоритм TF-IDF рассматривает каждое слово независимо от контекста, что может быть ограничивающим фактором при анализе текста. Дерево решений, построенное на основе TF-IDF, может пропустить важные связи и зависимости между словами, что важно для правильного анализа естественного языка.

2. Неэффективность при работе с большими корпусами текста: при работе с большими корпусами текста TF-IDF может привести к большому количеству признаков, что может сделать дерево решений слишком сложным и трудным для обучения.

Эмпирическим путем было выявлено, что построенное дерево решений дает хороший результат при работе с главами 9, 21, 27, 24 ГК РФ [4-6].

Для выявления подходящих статей в каждой главе проводился отдельный анализ блока статей. Такой подход позволял более детально определить соответствие и релевантность статей внутри каждой главы, исключая неактуальные или менее значимые материалы.

При анализе схожести статей и иска после определения соответствующих глав было обнаружено, что статьи, имеющие высокую степень релевантности, расположены в первой половине отсортированного по убыванию метрики списка, который включает все статьи данной главы (рис. 3).

A	B
0,104385	Статья 1072. Возмещение вреда лицом, застраховавшим свою ответственность
0,067052	Статья 1073. Ответственность за вред, причиненный несовершеннолетними в возрасте до четырнадцати лет
0,058587	Статья 1068. Ответственность юридического лица или гражданина за вред, причиненный его работником
0,04397	Статья 1085. Объем и характер возмещения вреда, причиненного повреждением здоровья
0,039583	Статья 1074. Ответственность за вред, причиненный несовершеннолетними в возрасте от четырнадцати до восемнадцат
0,035644	Статья 1090. Последующее изменение размера возмещения вреда
0,035121	Статья 1086. Определение заработка (дохода), утраченного в результате повреждения здоровья
0,03415	Статья 1093. Возмещение вреда в случае прекращения юридического лица
0,032302	Статья 1087. Возмещение вреда при повреждении здоровья лица, не достигшего совершеннолетия
0,032057	Статья 1092. Платежи по возмещению вреда
0,030988	Статья 1089. Размер возмещения вреда, понесенного в случае смерти кормильца
0,030683	Статья 1076. Ответственность за вред, причиненный гражданином, признанным недееспособным
0,029869	Статья 1101. Способ и размер компенсации морального вреда
0,029376	Статья 1065. Предупреждение причинения вреда
0,028688	Статья 1067. Причинение вреда в состоянии крайней необходимости
0,026421	Статья 1079. Ответственность за вред, причиненный деятельностью, создающей повышенную опасность для окружающи
0,025845	Статья 1081. Право регресса к лицу, причинившему вред
0,025268	Статья 1095. Основания возмещения вреда, причиненного вследствие недостатков товара, работы или услуги
0,024008	Статья 1088. Возмещение вреда лицам, понесшим ущерб в результате смерти кормильца
0,023533	Статья 1083. Учет вины потерпевшего и имущественного положения лица, причинившего вред
0,022478	Статья 1075. Ответственность родителей, лишенных родительских прав, за вред, причиненный несовершеннолетними
0,022207	Статья 1098. Основания освобождения от ответственности за вред, причиненный вследствие недостатков товара, работы
0,0219	Статья 1096. Лица, ответственные за вред, причиненный вследствие недостатков товара, работы или услуги
0,02159	Статья 1064. Общие основания ответственности за причинение вреда
0,021329	Статья 1097. Сроки возмещения вреда, причиненного в результате недостатков товара, работы или услуги
0,019082	Статья 1070. Ответственность за вред, причиненный незаконными действиями органов дознания, предварительного сле
0,018438	Статья 1082. Способы возмещения вреда
0,018324	Статья 1091. Индексация размера возмещения вреда
0,01793	Статья 1084. Возмещение вреда, причиненного жизни или здоровью гражданина при исполнении договорных либо иных
0,016921	Статья 1078. Ответственность за вред, причиненный гражданином, не способным понимать значения своих действий
0,014519	Статья 1094. Возмещение расходов на погребение
0,012985	Статья 1100. Основания компенсации морального вреда
0,010782	Статья 1080. Ответственность за совместно причиненный вред
0,010284	Статья 1099. Общие положения
0,009685	Статья 1069. Ответственность за вред, причиненный государственными органами, органами местного самоуправления, а
0,009087	Статья 1071. Органы и лица, выступающие от имени казны при возмещении вреда за ее счет
0,006112	Статья 1066. Причинение вреда в состоянии необходимой обороны

Рис. 3. Расположение соответствующих статей в списке, отсортированном по убыванию метрики релевантности

Таким образом, можно сделать вывод, что использование дерева решений, основанного на алгоритме TF-IDF, позволяет эффективно отфильтровать наиболее несоответствующие статьи и главы. Иными словами, этот метод способен провести отсев примерно половины глав, а в пределах каждой релевантной главы также отбросить около половины статей, исходя из степени их соответствия.

Заключение

Полученные результаты исследования обладают потенциалом для перспективного применения в разработке более точных и автоматизированных систем обработки информации в сфере юриспруденции. Эти системы, в свою очередь, способны улучшить процессы принятия решений и предоставить более эффективную поддержку в контексте гражданского правосудия.

Необходимо отметить выявленные ограничения метода, такие как отсутствие учета контекста и потенциальная неэффективность при обработке обширных корпусов текста. Учитывая эти ограничения, рекомендуется дополнительное исследование и тщательное уточнение методологии с целью улучшения обобщающей способности и применимости данного подхода в различных контекстах.

В целом, научные выводы данного исследования не только вносят значительный вклад в область анализа текстов в рамках гражданского права, но также могут послужить отправной точкой для дальнейших исследований и разработок, направленных на совершенствование методов обработки информации в сфере юридической деятельности.

Литература

1. *Liu Xiaoyong, Croft W Bruce*. Cluster-based retrieval using language models. Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. ACM. 2004, pp. 186-193.

2. *Левитин А.В.* Глава 10. Ограничения мощи алгоритмов: Деревья принятия решения // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. С. 409-417. 576 с.

3. *Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е*. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с. (Серия «Библиотека программиста»).

4. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая): от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от ред. от 24.07.2023) // [Электронный ресурс]. Дата обращения: 20.01.2024 г.

5. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая): от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от ред. от 24.07.2023) // [Электронный ресурс]. Дата обращения: 20.01.2024 г.

6. Гражданский кодекс Российской Федерации (частьтретья): от 26.11.2001 № 146-ФЗ (ред. от ред. от 24.07.2023) // [Электронный ресурс]. Дата обращения: 20.01.2024 г.

7. Семейный кодекс Российской Федерации: от 29.12.1995 № 223-ФЗ (ред. от ред. от 31.07.2023) // [Электронный ресурс]. Дата обращения: 20.01.2024 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ИНДУСТРИИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Инюткина Алина Сергеевна,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия
Inyutkina.alina@gmail.com

Аннотация

Применение машинного обучения и нейронных сетей позволяет оптимизировать разработку и производство во многих сферах бизнеса, в том числе, в сфере смазочных материалов. В данной статье описывается прототип системы статистического моделирования базовых показателей качества рецептур продукции на основе машинного обучения. Описан процесс по первичному сбору данных, их анализу и преобразованию для подготовки обучающего датасета. Но основе полученных данных смоделированы показатели качества рецептур смазочных материалов.

Ключевые слова

Смазочные материалы, машинное обучение, регрессионный анализ, искусственный интеллект, базы данных.

Введение

При создании и тестировании новых рецептур разработчики смазочных материалов основываются на исходной спецификации продукта, необходимом качестве и дополнительных требованиях к продукту. Проводятся лабораторные испытания с последовательным изменением содержания компонентов в отрабатываемой рецептуре и подбором оптимального соотношения компонентов для соответствия требуемым качественным характеристикам. Значимым фактором является время на тестирование рецептуры в лаборатории, т.к. измерение одного показателя может занимать несколько дней или часов, при этом полученный результат может не соответствовать требованиям задания.

Дополнительно проводится сравнение качественных характеристик двух схожих компонентов, что требует внимательности и времени, в виду чего возникает фактор человеческой ошибки, который выявляется только после анализа рецептуры с новым компонентом.

С применением машинного обучения для прогнозирования результатов статистических показателей рецептуры можно сократить затрачиваемое время тестирования и повысить эффективность процесса разработки рецептур, увидеть результаты сравниваемых рецептур сразу, что позволяет уменьшить риск и сократить время на подбор рецептуры.

Результаты исследований

Исследователи в области трибологии обнаружили потенциал использования алгоритмов машинного обучения для прогнозирования свойств смазочных материалов [1]. Специалисты по информатике и трибологи работают вместе, чтобы разработать инструменты для прогнозирования оптимальных смазочных материалов и параметров. Этот подход может существенно уменьшить затраты на тестирование и развить сферу смазочных материалов. На текущий момент многие трибологические исследования посвящены оценке срока службы смазочных материалов [2, 3].

Алгоритмы машинного обучения могут применяться в индустрии смазочных материалов для прогнозирования экспериментальных параметров [4]. Например, для молекулярно-динамического моделирования оценки износа, нагрузки и трибологических свойств [5]; прогнозирования характеристик биосинтетических готовых масел с применением нейронной сети с обратным распространением ошибки и генетическим алгоритмом [6]. Для прогнозирования экспериментальных параметров смазочных материалов также используются методы дискриминантного анализа, байесовского моделирования и трансферного обучения [7].

Целью данной работы является разработка системы математического моделирования базовых показателей рецептуры смазочного материала с применением машинного обучения, а также разработка базы данных для хранения, накопления информации и ее обработки. Для упрощения подготовки первичных данных для обучения модели также необходимо реализовать алгоритмы:

1. Преобразования рецептур (форматирование из long формата в wide, так как модель будет обучаться на основе таблицы wide формата. 1 строка будет соответствовать 1 рецептуре);
2. Отбора рецептур по входящим в ее состав компонентам (компонент должен присутствовать во всех рецептурах не менее 30 раз);
3. Объединение информации по рецептуре компонента, показателей качества данной рецептуры, кинематических параметров.
4. Создания представления – финальной таблицы – из данных п.3 и общих свойств базовых компонентов.

Данные алгоритмы формировались с помощью языка программирования SQL непосредственно в базе данных, что позволяет гибко редактировать и запускать процедуры непосредственно из интерфейса программы.

Для создания системы моделирования физико-химических свойств использовались анонимные данные компании, тестирующей смазочные материалы. Исходный набор данных содержит более 2400 рецептур и результатов тестирования кинематической вязкости при температурах 40°C и 100°C. В ходе анализа было проверено несколько гипотез, с помощью которых можно было бы создать модель машинного обучения:

1. Объединение компонентов рецептуры в несколько групп (кластеризация) и дальнейшее предсказание показателей для рецептуры, содержащее сумму вовлечения каждой группы компонентов.

Эта модель позволила бы обеспечить гибкость для новых компонентов, автоматически относить их к одной группе и прогнозировать результаты на основе схожих рецептур. В ходе проверки данной гипотезы было выявлено, что кластеризация не обеспечивает правильное разбиение компонентов на группы из-за схожести физико-химических показателей, но разной функциональной группы компонентов.

2. Использование конкретных компонентов в качестве исходных данных без их объединения.

Для обучения модели с такой логикой требуется четко обозначать используемые компоненты и указывать их характеристики. Схожие компоненты с одной и той же функцией могут давать разные результаты при отработке, поэтому данная гипотеза позволяет решить проблему неоднозначного результата.

Далее были определены выходные данные – показатели, результаты которых необходимо прогнозировать. Это основные физико-химические характеристики продукта, измеряемые для смазочного материала вне зависимости от его сегмента. Были выбраны показатели, по которым нельзя однозначно определить результат в зависимости от используемого сырья и его ввода в рецептуру, такие показатели приведены в табл.1.

Таблица 1

Показатель	Логика предсказания
Кинематическая вязкость при 40°C	Не существует известной зависимости вязкости от процента вовлечения каждого компонента, можно выделить компоненты, которые оказывают влияние на кинематическую вязкость. Модель машинного обучения должна самостоятельно определить закономерность.
Кинематическая вязкость при 100°C	Данный показатель также не имеет четкой зависимости, так как на них оказывает влияние и качество используемых компонентов, и их взаимодействие, поэтому модель должна самостоятельно определить закономерность.

Исходя из зависимости выходных данных от входных, их прямой корреляцией, в качестве модели машинного обучения использовалась библиотека Scikit-learn с регрессионной моделью. В связи с возможной мультиколлинеарностью данных была выбран метод регрессии Лассо. Исходные данные (количество компонента) частично не оказывают влияния друг на друга, использование лассо-регрессии позволяет обратить некоторые переменные в ноль, что полезно в данном случае. Для показателей, линейно зависимых от компонентов, результат выдается на основе расчета процента вовлечения компонента и его исходных характеристик [9, 10].

Данный метод подразумевает собой введение дополнительных ограничений (регуляризации) за счет добавления к минимизации ошибки суммы квадратов (МНК) штрафа на величину коэффициентов. При использовании функции линейной зависимости:

$$y = X\beta + \varepsilon$$

штраф выражается формулой:

$$loss(\beta, \lambda) = \left\| y - X\beta \right\|_2^2 + \lambda \sum_{i=1}^{k} |\beta_i|,$$

где λ – параметр регуляризации (при $\lambda = 0$ ошибка сводится к обычному МНК) [8].

Для хранения большого массива данных об испытаниях была разработана и реализована структура базы данных, схема таблиц и связи между ними, а также определены основные атрибуты компонентов, которые должны быть сохранены в базе данных. В процессе разработки были учтены как общие принципы проектирования баз данных, так и специфические требования к хранению информации о компонентах. В результате исследования было установлено, что база данных SQL SERVER является подходящим инструментом для хранения и управления информацией о компонентах. Ее функциональность и возможности позволяют эффективно обрабатывать большие объемы данных и обеспечивать быстрый доступ к ним.

Также были реализованы хранимые процедуры для облегчения управления большими данными, необходимыми для обучения модели. За счет хранимым процедур повышена масштабируемость системы, что позволило разделить логику приложения и базы данных на разные уровни. Это позволило легко масштабировать базу данных или изменять логику приложения без необходимости вносить изменения как в базу данных, так и в само приложение. Данный функционал улучшил работу с базой данных.

Для хранения и дальнейшего переобучения модели необходимо сохранять данные о рецептуре и измеренных показателей. На данный момент в программе реализован механизм просмотра всех рецептур и дополнительно указание фактических результатов для этой рецептуры. Также для предсказания некоторых показателей, прямо зависящих от процента вовлечения компонентов, необходимо хранить информацию о качестве компонентов.

Для удобства использования модели был разработан пользовательский интерфейс, спроектированный и написанный с нуля на языке C# и базы данных MS SQL Server, выполняющей локально хранимый алгоритм машинного обучения на языке Python.

Главный экран программы состоит из нескольких блоков, указанных ниже, и приведен на рисунке 1.

1. Выбор компонентов и указание их процента вовлечения;
2. Выбор показателей для предсказания,
3. Результаты предсказания модели.

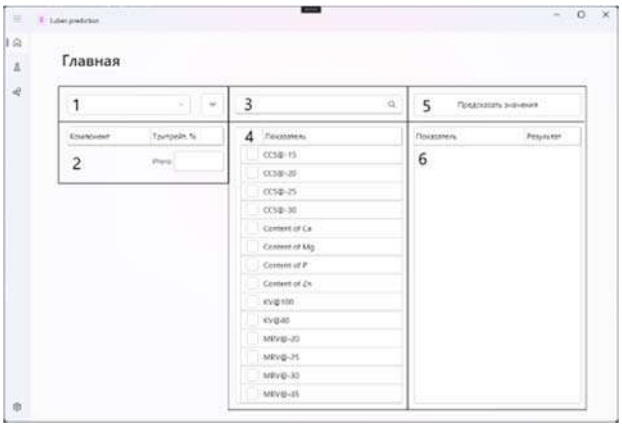


Рис. 1. Главный экран приложения для предсказания свойств смазочных материалов

Окно состоит из следующих блоков:

- В блоке 1 можно выбрать компонент из выпадающего списка;
- Блок 2 представляет собой финальную рецептуру, в которой указывается процент вовлечения для каждого компонент;
- Блок 3 – это поле ввода для фильтрации списка показателей из блока 4, результат которых требуется спрогнозировать;
- Блок 4 – это перечень всех показателей, для которых доступно прогнозирование показателей с помощью

модели машинного обучения, галочкой отмечаются необходимые показатели;

• Блок 5 представляет собой кнопку, при нажатии которой происходит прогнозирование показателей;

• Блок 6 является таблицей, содержащей выбранные показатели и расчет значений с помощью обученной модели.

Следующая вкладка программы представляет собой список всех рецептур с используемыми компонентами. Пример приведен на рисунке 2.

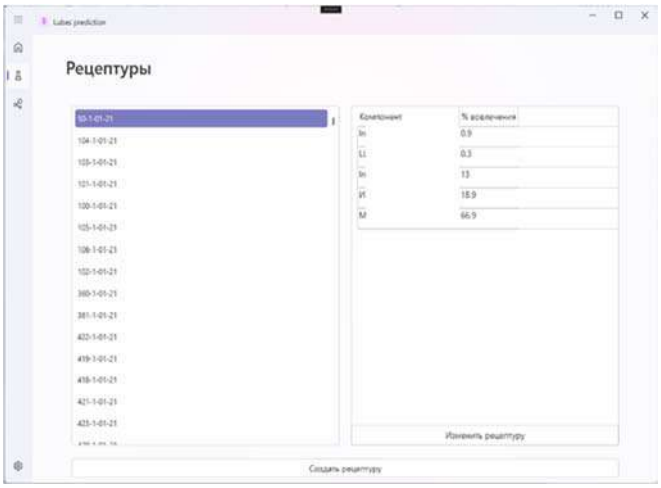


Рис. 2. Окно для управления рецептурами

Для моделирования физико-химических показателей необходимо сделать следующее:

4. Выбрать компоненты из блока 1 и указать их процент вовлечения в блоке 2,

5. Отметить показатели для измерения в блоке 4,

6. Нажать на кнопку в блоке 5.

Результаты, спрогнозированные моделью, отразятся в блоке 6.

Заключение

В ходе реализации системы статистического моделирования свойств смазочных материалов с использованием машинного обучения были достигнуты следующие результаты:

1. Собран первичный набор данных, необходимый для обучения модели, проверена гипотеза по объединению компонентов по функциональной группе для упрощения входных параметров. Данная гипотеза была опровергнута в виду недостаточной достоверности классификации компонентов. Свойства компонентов содержат базовые численные значения, но не отражают взаимодействие входящих в состав молекул и не учитывают функциональную группу компонента;

2. Разработан прототип системы статистического моделирования базовых показателей качества рецептур продукции на основе машинного обучения;

3. Использованы современные методы машинного обучения и статистического анализа данных для создания модели предсказания свойств смазочных материалов, что обеспечивает высокую точность прогнозов. По мере накопления массива данных, точность прогнозирования системы постоянно увеличивается и в будущем позволит моделировать результаты дорогостоящих тестов, проводимых во внешних лабораториях, что позволит сократить издержки Общества при разработке новой продукции.

Данная система является собственной разработкой, не имеющей готовых аналогов на рынке. Поэтому сложно оценить экономическую эффективность разработанной программы, так как ИТ-компании смогут разработать модель искусственного интеллекта и сделать приложение только под заказ, информацию о стоимости в открытых источниках найти не удалось. При разработке данной программы инвестиций не производилось.

Литература

1. *Rosenkranz A., Marian M., Profito F.J., Aragon N., Shah R.* The Use of Artificial Intelligence in Tribology – A Perspective. Lubricants 2021, 9, 2.

2. *Rahman M.H., Shahriar S., Menezes P.L.* Recent Progress of Machine Learning Algorithms for the Oil and Lubricant Industry // Lubricants. 2023. Т. 11. №. 7. С. 289.

3. *Jordan M.I., Mitchell T.M.* Machine learning: Trends, perspectives, and prospects // Science. 2015. Т. 349. № 6245. С. 255-260.

4. *Dan Jia, Haitao Duan, Shengpeng Zhan, Yongliang Jin, Bingxue Cheng, Jian Li*. Design and Development of Lubricating Material Database and Research on Performance Prediction Method of Machine Learning // Scientific Reports. 2019. №9.

5. *Yajing Gong, Ardian Morina, Chun Wang, Yuechang Wang, Yukio Tamura, Akihito Ishihara, Ali Ghanbarzadeh, Anne Neville*. Experimental and numerical study on wear characteristics of steel surfaces involving the tribochemistry of a fully formulated oil. Part II: Computational modelling // Tribology International. 2022. №176.

6. *Yu Tong, Yin Peng, Zhang Wei, Song Yanliang, Zhang Xu*. A compounding-model comprising back propagation neural network and genetic algorithm for performance prediction of bio-based lubricant blending with functional additives // Industrial Lubrication and Tribology. 2020. №11.

7. *Wakiru J. M*. et al. A review on lubricant condition monitoring information analysis for maintenance decision support // Mechanical systems and signal processing. 2019. Т. 118. С. 108-132.

8. *Hastie T*. et al. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. New York: springer, 2009. Т. 2. С. 1-758.

9. Randerson. Machine Learning Simplified [Электронный ресурс] URL: https://randerson112358.medium.com/machine-learning-simplified-407caa414386 (дата обращения: 20.01.2024).

10. *Токарев Д.М., Городничев М.Г.* Обнаружение аномалий на основе машинного обучения с использованием сочетания алгоритмов K-MEAN и SMO // Телекоммуникации и информационные технологии. 2023. Т. 10. № 1. С. 5-13.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Капшин Константин Петрович,
МТУСИ, Москва, Россия
kostya-kapshin@mail.ru

Скородумова Елена Александровна,
доцент кафедры ТВ и ПМ, к.ф.-м.н., доцент, МТУСИ, Москва, Россия
eas@mtuci.ru

Аннотация

В работе представлена информация о целях блокировки Интернет-ресурсов в сети «Интернет», рассмотрены существующие методы блокировки Интернет-ресурсов, а также методы, которые могли бы быть использованы для автоматизации процессов блокировки. Обсуждаются основные Федеральные Законы и правовые нормы, регулирующие публикуемую информацию в сети «Интернет», предполагающие защиту детей от деструктивного контента, который может повлиять на здоровье и правильное развитие молодых граждан Российской Федерации. Этой статьей авторы хотели бы привлечь внимание к проблемам открытости Интернета и необходимости правильной регулировки уже созданных систем, фильтрующих контент, которые не следует отменять, а необходимо лишь немного подправить, используя методы интеллектуального анализа данных, а не опыт или мнение отдельных людей, которое в свою очередь, также может быть использовано как в личных целях, так и абсолютно необоснованно.

Ключевые слова

Фильтрация контента Интернет-ресурсов, единый реестр доменных имен, интеллектуальный анализ данных, обработка естественного языка, защита детей.

Введение

С каждым годом регистрируется все большее количество уникальных доменных имен, количество которых только в зоне. RU на начало 2024 года превышает 5,4 млн. [1]. Количество Интернет-ресурсов растет огромными темпами, отмечается рост профессий, связанных с созданием контента в сети Интернет.

Однако, вместе с тем, растет количество Интернет-ресурсов, с некачественным, недостоверным, а иногда и вызывающим контентом. Некоторые полюса нашего Государства обеспокоены ростом контента, который может нанести вред здоровью и развитию несовершеннолетних детей Российской Федерации (Далее – РФ). В связи с этим РФ вводит новые требования и ограничения к контенту, публикует новые Федеральные Законы, направленные, с одной стороны, на некоторое оздоровление сети «Интернет», с другой стороны, вводя ограничения на определенный контент и контент-мейкеров целом. Примерами положительной направленности могут послужить Федеральные Законы 139-ФЗ [2], 436-ФЗ [3], материал которых направлен на защиту детей от информации, которая может причинить вред их здоровью и развитию.

За последние несколько лет Россией создан ряд инструментов, позволяющих разделять Интернет-ресурсы на те, которые по мнению государства могут повлиять на здоровье и развитие молодых граждан РФ, а также определенное множество «полезных» и социально-значимых Интернет-ресурсов.

С конца 2012 года в РФ действуют Единый реестр доменных имен, указателей страниц сайтов в сети «Интернет» и сетевых адресов, позволяющих идентифицировать сайты в сети «Интернет», содержащие информацию, распространение которой в РФ запрещено [4] (Далее – Реестр).

Основания для включения Интернет-ресурсов в Реестр описаны в [5], а сама система работает в статическом режиме по принципу заполнения заявок на сайте Роскомнадзора (Далее – РКН) [6] для проверки ресурса на наличие неправомерного контента.

В целом, работа разработанных инструментов выглядит следующим образом:

— любой посетитель сайта РКН может оставить обращение (жалобу) на Интернет-ресурс, который, по их мнению, нарушает требования Федеральных Законов;

— представители РКН фиксируют обращение и обязаны отреагировать на заявление;

— информация о потенциальном ресурсе-кандидате направляется в компетентные министерства, которые должны представить свое заключение о необходимости блокировки того или иного ресурса или об отсутствии необходимости блокировки;

— в случае, если ресурс подпадает под ограничения, указанные в [5], то ресурс вносится в реестр заблокированных ресурсов, и одновременно с этим РКН направляет запрос оператору реестра о необходимости блокировки ресурса;

— в свою очередь, оператор направляет уведомление владельцу Интернет-ресурса о необходимости удаления контента и, в случае бездействия со стороны владельца Интернет-ресурса, ресурс блокируется.

После блокировки Интернет-ресурса он может быть разблокирован при условии удаления запрещенного контента и подачи заявления владельцем ресурса в РКН о необходимости разблокировки. В этом случае ресурс будет исключен из реестра запрещенных Интернет-ресурсов, а доступ к нему будет восстановлен.

В свою очередь РКН полагается на несколько других министерств, экспертов в своих областях, которые по задумке должны проверять Интернет-ресурсы на наличие в них запрещенного контента, а также принимать решения о рекомендации блокировки Интернет-ресурсов, которые содержат в себе запрещенную информацию:

— Министерство внутренних дел Российской Федерации;

— Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека;

— Федеральная налоговая служба;

— Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций;

— Федеральная служба по контролю за алкогольным и табачным рынками

— Федеральное агентство по делам молодежи;

— Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения;

— Федеральная служба безопасности Российской Федерации;

— Федеральная служба войск национальной гвардии Российской Федерации;

— Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

— Министерство обороны Российской Федерации;

— Федеральная служба исполнения наказаний;

— Служба внешней разведки Российской Федерации;

— Федеральная служба охраны Российской Федерации;

— Федеральная таможенная служба;

— Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору.

Очевидной проблемой при таком подходе является то, что министерства и федеральные службы не заинтересованы в постоянном поиске ресурсов, которые могут содержать противоправную информацию, а лишь привлекаются к решению о необходимости блокировки Интернет-ресурса в роли экспертов. РКН принимает сообщения от граждан, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, органов государственной власти, органов местного самоуправления о наличии на страницах сайтов в сети "Интернет" противоправной информации [7], но не предполагает постоянного поиска Интернет-ресурсов, которые потенциально могут нарушать законы РФ. Говоря простым языком, система работает на уровне бдительности граждан РФ, которые в целом знают о существовании Реестра и осознают проблемы открытости Интернета.

Интеллектуальные методы анализа Интернет-контента

Одним из популярных решений этой проблемы можно назвать разработку комплексных систем анализа контента, основанных на интеллектуальном анализе данных.

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) представляет собой метод обработки больших данных. К основным методам ИАД относятся:

— нейронные сети;
— деревья решений;
— индуктивные выводы;
— рассуждения на основе аналогичных случаев;
— нечёткая логика;
— генетические алгоритмы;
— логическая (логистическая) регрессия;
— эволюционное программирование.

В качестве методов решения описанной задачи с применением ИАД для поиска текста возможно применение нейронных сетей и алгоритмов поиска ключевых слов. К таким методам можно отнести word2vec и GloVe, которые используются для обучения нейронных сетей.

Даже в наше время проблема восприятия компьютером естественного языка является достаточно значимой. Компьютер сам по себе не сможет понять значимость слов в тексте (отношение слов друг к другу), для чего и необходимо использование моделей, обучающих нейронные сети.

Модель Word2vec подразумевает под собой установление связей (отношений) слов друг к другу, а основными вариантами архитектур являются CBoW (Continuous Bag of Words) и skip-gram. Архитектуры были предложены в 2013 году инженерами из Google, а с помощью word2vec решалась проблема обучения нейронных сетей предсказывать слова, используя естественный язык. В наше время работу этой модели можно увидеть в Google.

Архитектура CBoW предполагает предсказание слова, исходя из текста (словосочетания), а архитектура skip-gram – предсказание других слов текста, исходя из одного слова. В книге [8] отмечается, что модели, полученные в результате обучения нейронных сетей с использованием архитектур CBoW и skip-gram, обучить проще и быстрее, они не такие большие, так как получаемый результат представляется в виде повторяющихся слов в формате “слово – количество входов слова в предложенном тексте”. Особенно высокая эффективность отмечается для языков с богатой морфологией. Авторы также рекомендуют использование word2vec для текстов на русском языке.

Альтернативой модели word2vec является модель GloVe, созданная компанией Global Vectors. При разработке архитектуры GloVe сочетались сильные стороны архитектуры word2vec и нивелировались слабые. По типу она относится к алгоритмам обучения без учителя. GloVe основан на факторизации матриц в формате слово – контекст, а его основной идеей является приближение матрицы слов. Фактически эта модель пытается приблизить не вероятность встретить слово в тексте, а его отношение к другим словам. Результатом такой работы будет так же словарь, но он опишет вероятность встречи случайного слова совместно с другими словами. К примеру, в футболе можно назвать группу спортсменов как футбольным клубом, так и футбольной командой, глобально разницы тут нет (как минимум для системы ее быть не должно) иначе это может увеличить как сам словарь, так и время обучения нейронной сети, что тоже является серьезным фактором в машинном обучении.

Модели word2vec и GloVe можно реализовать с помощью встроенных библиотек, например, в Python, используя библиотеки Keras или Gensim.

Нужно понимать, что модели word2vec и GloVe не являются чем-то новым и решающим задачу семантики естественных языков. Существуют базы данных, где уже есть информация с фактами отношений слов (например, лемматизаторы WordNet или FreeBase). Под лемматизаторами подразумеваются сервисы, приводящие слова к их базовой форме, используя словарь.

В целом, лемматизация является важной составляющей при обработке текста. Помимо нее в обработке текста также используется понятие стемминга. Это немного другой метод обработки текста, который заключается в удалении лишних фрагментов слов (например, окончаний) для приведения слова к его базовой форме.

Дело в том, что поверхностный вопрос поиска контента в сети Интернет достаточно прост. Используя поисковик, можно легко найти слова в тексте и заблокировать ресурс, если он не соответствует нормам законодательства. Однако, если начать погружаться в проблему, то становится ясно, что все немного сложнее. К примеру, для организации словаря со словами, которые могут нарушать вышеупомянутые законы, недостаточно просто собрать экспертов и решить, что, например, слова “тер-

роризм”, “митинг”, “убийство”, “оружие”, “коктейль Молотова” являются нарушающими закон. Нужно понимать, что важно употребление слов в контексте. Весь этот процесс в анализе называется NLP (англ. Natural Language Processing), то есть обработка естественного языка. Для примера, можно сравнить предложения, рассказывающие о зажигательных смесях:

1. Для создания коктейля Молотова в домашних условиях необходимо.

2. Коктейль Молотова является зажигательной смесью.

3. Коктейль Молотова может быть эффективным оружием против танков и бронемашин.

В первом случае явно видно, что статья, в которой описан рецепт создания зажигательной смеси, может навредить всем, как взрослым, так и гражданам, не достигшим 18 летнего возраста.

При этом, если посмотреть на предложения, указанные в пунктах 2 и 3, то их можно отнести к общеразвивающим статьям, и опасности такие статьи не несут, так как, в целом, являются общим пониманием о том, что такое зажигательная смесь и для чего может быть использована, но не призывают использовать или создавать их, что уже не может относиться к Интернет-ресурсу, нарушающему закон.

В свою очередь, если рассматривать тему фильтрации контента достаточно поверхностно, то можно сказать, что все три статьи должны быть заблокированы, так как зажигательные смеси являются оружием. И проблема в этом случае в том, что без соответствующего обучения интеллектуальных моделей можно заблокировать все Интернет-ресурсы, что больше будет являться деструктивным методом фильтрации контента, нежели попыткой немного подрегулировать доступность таких Интернет-ресурсов.

Также для решения проблемы поиска контента можно воспользоваться нечеткой логикой и ее методами как для самостоятельной фильтрации, так и для обучения нейронных сетей с результатами, полученными в виде нечетких логических выводов.

Нечеткая логика представляет собой набор методов обработки данных с нечеткими (размытыми) значениями истинности, которые представляются в виде логических переменных и их термов (значений меры). Этот раздел математики включает в себя множество процедур, которые позволяют работать с четкими значениями переменных, заданных на естественном языке и получать для них результаты с применением к ним некоторого алгоритма обучения (как правило, базы правил). Результаты также могут быть представлены на естественном языке (например, большой, маленький, средний и т.п). Также нечеткая логика может предлагать переход от нечеткости к численному результату (дефаззификацию).

Помимо уже указанных методов и архитектур обработки текста существуют и другие. Для примера можно рассматривать латентно-семантический анализ. Существуют такие работы, в которых методом обработки текста служит дерево зависимостей слов. Идея этого метода состоит в том, чтобы показать структуру слов и выделить зависимость слов друг от друга.

Текущие способы решения задачи фильтрации Интернет-контента

В настоящее время для решения поставленной задачи Реестр использует классификацию по атрибутам при выполнении выгрузки данных, передаваемых оператору Реестра, а классификация подразумевает разделение всех данных, присутствующих в ведении РКН, на информацию, максимально четко описывающую Интернет-ресурс, который необходимо заблокировать.

В свою очередь, блокировка ресурсов ведется по следующим принципам:

— default – блокировка по стандартным правилам;

Под стандартными правилами подразумевается блокировка по указателю ресурса (англ. URL), стандартная блокировка подразумевает точечное исключение ресурса, подпадающего под ограничения, ограничивая к нему доступ у пользователей из РФ. К таким ресурсам относятся определенные статьи на сайте, картинки, музыка, видео.

— domain – блокировка по доменному имени;

блокировка по доменному имени подразумевает, что весь Интернет-ресурс имеет признаки, нарушающие требования Федерального Закона, при такой блокировке весь Интернет-ресурс будет недоступен.

— ip – блокировка по сетевому адресу;

Блокировка по сетевому адресу не сильно отличается от блокировки по доменному имени, разница лишь в том, что некоторые ресурсы могут не иметь доменного имени (не опубликованы на общедоступные ресурсы доменных имен), и доступ к таким ресурсам осуществляется «напрямую», путем ввода в строку браузера сетевого адреса в десятично-точечном формате. Блокировка в таком формате также приводит Интернет-ресурс к полной неработоспособности в сети Интернет.

— domain-mask – блокировка по маске доменного имени.

Блокировка по маске доменного имени подразумевает работу с многоуровневыми доменными именами, когда ресурс расположен не только в зоне. RU, но и подзоне города, к примеру, host1.network.msk.ru (пример маски: *.msk.ru), в этом случае будут заблокированы все интернет-ресурсы, расположенные как в основном имени, так и его поддоменах.

Заключение

В заключении можно сказать, что на данный момент Реестр и разработанная РКН система выполняет свою задачу, то есть блокирует ресурсы, нарушающие законодательные нормы, но с уверенностью сказать об эффективности системы достаточно сложно. Система в существующем виде вносит ряд ограничений в разработку информационных систем. Особенно это относится к сетям беспроводного доступа, а также к работе сети Интернет в целом.

В соответствии требованиями ч. 1 ст. 14 Федерального закона № 436-ФЗ [3] организация доступа к сети «Интернет» в местах, доступных для детей, возможна только при условии применения административных и организационных мер, технических, программно-аппаратных средств защиты детей от информации, причиняющей вред их здоровью и (или) развитию. То есть, если первоначально ответственность за доступ к запрещенным ресурсам достаточно размыта, а все наказания связаны с ограничением доступа в Интернет-ресурсу, то теперь индивидуальные предприниматели и юридические лица уже отвечают за свои общедоступные сети и вынуждены следовать правилам, продиктованным законодательством. Если индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, владеющее общедоступным выходом в сеть

Интернет не следует правилам (бездействует), то индивидуальный предприниматель может быть оштрафован на сумму до 10 000 тысяч рублей, а юридическое на сумму до 50 000 тысяч рублей [7]. Это, безусловно, влияет на количество ресурсов, которое необходимо потратить для организации бизнеса, а в конечном итоге будет перенесено в цену того, что будет производить бизнес.

Таким образом, применение методов интеллектуального анализа данных к задаче фильтрации Интернет-контента является крайне актуальной задачей, решение которой может быть внедрено как на федеральном, так и региональном или частном уровне.

Литература

1. https://tcinet.ru/statistics/ru/ [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
2. Федеральный закон от 28 июля 2012 г. № 139-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" (ред. от 14.10.2014) / [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
3. Федеральный закон от 29 декабря 2010 г. № 436-ФЗ "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию" (ред. от 28.04.2023)/ [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
4. https://eais.rkn.gov.ru/feedback/ [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
5. 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»
6. https://rkn.gov.ru/ [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
7. ст. 6.17 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях от 30 декабря 2001 г. № 195-ФЗ «Нарушение законодательства Российской Федерации о защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и (или) развитию»/ [Электронный ресурс]. Дата обращения: 25.01.2024 г.
8. *Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е.* Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с. (Серия «Библиотека программиста»).

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗЮМЕ КАНДИДАТОВ К ТРЕБОВАНИЯМ ВАКАНТНОЙ ДОЛЖНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Копытько Сергей Максимович,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
fib3301@gmail.com

Соловьев Владимир Игоревич,
Московский технический университет связи и информатики, д.э.н., профессор, Москва, Россия,
vs@ciars.ai

Аннотация

Статья посвящена разработке модели, способная прогнозировать соответствие резюме кандидатов к требованиям вакантной должности с использованием нечеткой логики. Предложенное решение позволяет автоматизировать процесс скрининга резюме, что существенно сокращает трудовые и временные издержки, при этом повышая эффективность подбора квалифицированный кадров. В работе приведён весь процесс разработки модели, а также результаты ее применения, которые демонстрируют эффективность предложенного решения.

Ключевые слова

Скрининг резюме, нечеткая логика, автоматизация процесса, модель прогнозирования, рекрутинг.

Введение

Настоящее исследование посвящено проблеме автоматизации первичного скрининга резюме с использованием методов нечеткой логики. Основная задача заключается в разработке автоматизированных механизмов, способных обеспечивать соответствие между компонентами резюме кандидатов и требованиями вакантных должностей работодателей.

Актуальность данного исследования обусловлена повышенным спросом на подобные автоматизирующие механизмы, что подтверждается статистическим исследованием компании SilkRoad согласно которому 72% специалистов по управлению персоналом считают отсутствие автоматизации в отделе негативно влияющим на продуктивность предприятия [1].

Важно отметить, что в отличии от других работ наша предполагает комплексное рассмотрение кандидата, то есть совокупный разбор ключевых компонентов резюме. Более того, наша модель применима к любым рынкам вакансий, что подчеркивает новизну предложенного исследования.

Таким образом, целью данной работы является разработка модели прогнозирования соответствия резюме кандидатов к требованиям вакантной должности с использованием нечеткой логики.

Для достижения цели исследования предлагается выполнить следующие задачи:

1. Проанализировать ключевые требования вакансии и компоненты резюме.
2. Создать модель, использующую методы нечеткой логики для прогнозирования соответствия резюме кандидата требованиям вакантной должности.
3. Провести экспериментальное тестирование разработанной модели на реальных данных.
4. Оценить эффективность и точность разработанной модели в прогнозировании соответствия резюме кандидата требованиям вакантной должности.

Разработка модели прогнозирования соответствия резюме кандидатов к требованиям вакантной должности с использованием нечеткой логики

Данная работа, как уже отмечалось, направлена на создание автоматизированного механизма первичного скринига резюме.

Первичный скрининг резюме – это первичная и быстрая оценка резюме кандидата на соответствие ключевым критериям, например требованиям по опыту работы, образованию и технологическому стеку [5].

В современном мире быстрый и эффективный первичный скрининг резюме становится ключевым элементом по нескольким причинам [6]. Во-первых, динамичный рост технологий и инноваций создает постоянный спрос на высококвалифицированных специалистов, делая рынок труда более конкурентным. Компании должны оперативно находить и привлекать квалифицированный персонал для поддержания своей конкурентоспособности. Во-вторых, обработка множества поступающих резюме становится трудо- и времязатратной из-за больших ресурсных затрат. В-третьих, подходящий кандидат может быть утрачен из-за длительного процесса отбора. Быстрый скрининг позволяет компаниям оперативно реагировать на потребности рынка труда и ускорять процесс принятия решений, минимизируя риск потери талантливых кандидатов. Поэтому автоматизация первичного скрининга резюме становится важной частью современной стратегии подбора персонала. Сложность и высокая затратность ручных методов анализа каждого резюме подчеркивают необходимость в эффективных автоматизированных решениях, неотъемлемых элементах стратегии оптимизации данного процесса. Все вышеизложенное подчеркивает актуальность данного исследования.

Исходя из этого на сегодняшний момент представляется актуальной проблема автоматизации процесса первичного скрининга резюме с целью повышения эффективности и оперативности бизнес-процессов. В большинстве случаев организации прибегают к ограниченным средствам, таким как Excel, для ручной автоматизации, что лишь частично облегчает процесс, но не обеспечивает полную автоматизацию [4]. Эти средства представляют собой примитивные инструменты, предназначенные для частичной автоматизации. Таким образом, необходимо разработать эффективное средство для прогнозирования соответствия резюме кандидатов требованиям ва-

кантной должности, что становится ключевой задачей в контексте оптимизации рекрутинговых стратегий.

В представленном контексте методы нечеткой логики представляют собой перспективное средство решения настоящей проблемы. Применение нечеткой логики предполагает внедрение более тонкой и гибкой системы оценки соответствия, которая способна моделировать субъективную оценку рекрутера по отношению к кандидату.

Применение нечеткой логики в области управления человеческими ресурсами (HR) и рекрутинга не представляет собой новаторского решения. Ранее было продемонстрировано эффективное использование нечеткой логики в задачах, таких как повышение эффективности [7] и оценка результатов тестирования персонала [2].

Более того, исследование под названием «A fuzzy logic and ontology-based approach for improving the CV and job offer matching in recruitment process» предлагает использование нечеткой логики для автоматизации процесса. В данном контексте нечеткая логика решает задачи, связанные с обработкой качественных параметров, играя важную роль в формировании метаданных и определении их веса за счет способности работы с качественными характеристиками [9].

Тем не менее, указанное исследование обладает некоторыми ограничениями, которые мы учли в нашей работе. В частности, оно ограничивается рассмотрением сферы рекрутинга IT-персонала и неспособно оперировать в нескольких областях. Кроме того, предложенная система не предназначена для обработки обширных объемов данных и экспоненциального роста вакансий на различных платформах. Наша модель нацелена на универсальность, используя при этом базовые, но эффективные инструменты. К тому же, описанная в исследовании модель высоконагруженная. Все эти недостатки описанного исследования указывают на новизну настоящей работы.

Для построения модели мы используем программную среду MATLAB с применением расширения Fuzzy Logic Toolbox. Кроме того, для построения модели необходимо выбрать входные и выходную переменную.

В рамках разработанной модели были выделены шесть ключевых компонентов резюме, которые обладают универсальным характером и применимы для различных рынков вакансий и типов подбора кадров. Эти компоненты рассматриваются как нечеткие переменные, каждая из которых имеет по несколько лингвистических переменных (терм):

1. Возраст: подросток, молодой, средний, зрелый, пожилой.
2. Общий опыт работы: без опыта, средний, опытный.
3. Опыт работы по специальности: без опыта, средний, опытный.
4. Опыт работы в сфере бизнеса компании: без опыта, средний, опытный.
5. Соответствие образования: не соответствует, частично соответствует, соответствует.
6. Частота смены работы: редко, средне, часто.

Эти компоненты представляют собой основные факторы, на которые рекрутеры обращают внимание в процессе скрининга резюме [5,8]. Следует отметить, что в данном контексте мы рассматриваем навыки кандидата не как изолированные параметры, а анализируем их через опыт работы, специализацию и область бизнеса компании, что способствует упрощению и оптимизации модели.

Выходными данными в работе является вывод о соответствии резюме кандидата вакантной должности. Как и при работе рекрутера, в результате первичного скрининга получается три категории вывода (термы): не соответствует, частично соответствует и соответствует [8].

Для каждой термы нечеткой переменной на всей области ее возможных значений была сформирована функция принадлежности. Функции принадлежности для переменной «Возраст» представлена на рисунке 1.

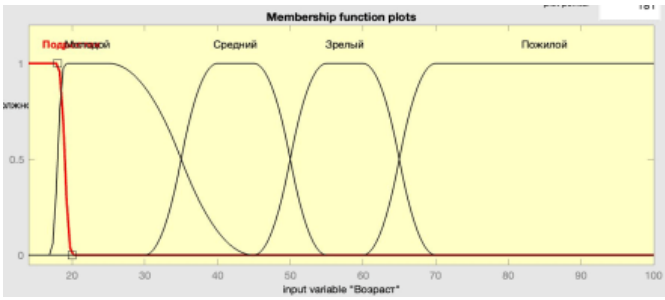


Рис. 1. Функции принадлежности «Возраст»

Поскольку каждый из терминов нечеткой переменной «Возраст» может иметь определенный диапазон, при котором человек абсолютно уверен в соответствии конкретного возраста данному термину, необходима функция принадлежности, которая может иметь прямой отрезок с максимальной степенью уверенности (равной 1). Кроме того, степень уверенности в принадлежности к каждому из терминов в психологии изменяется по форме, аналогичной убыванию или возрастанию Гауссового распределения [3]. Исходя из этого, для каждого центрального терма была использована функция принадлежности PIMF (Piecewise Invariant Membership Function). С её помощью можно явно определить интервал, в пределах которого мы абсолютно уверены в том, что количество лет человека соответствует данному термину. Кроме того, переходы к минимальной степени уверенности осуществляются аналогично Гауссовому распределению. Для первого и последнего термов были выбраны функции принадлежности ZMF (Bell-shaped Membership Function) и SMF (Sigmoidal-shaped Membership Function) соответственно. Это связано с тем, что они представляют граничные условия, охватывающие предельные значения рассматриваемой нечеткой переменной.

На основе вышесказанного такие же функции принадлежности были использованы для всех остальных входных переменных.

На рисунке 2 показаны функции принадлежности для переменной «Общий опыт работы».

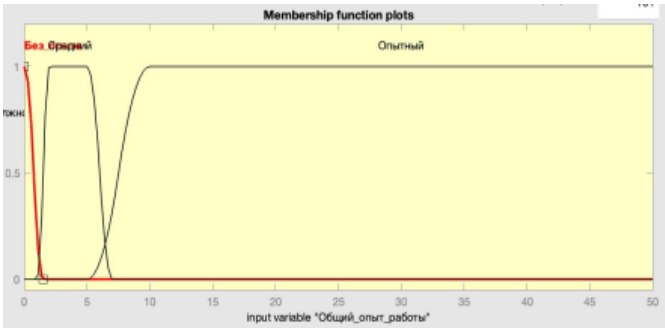


Рис. 2. Функции принадлежности «Общий опыт работы»

Рисунок 3 демонстрирует функции принадлежности для переменной «Опыт работы по специальности».

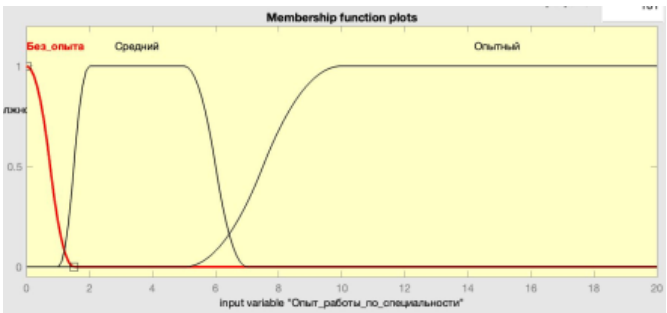


Рис. 3. Функции принадлежности «Опыт работы по специальности»

Функции принадлежности для нечеткой переменной «Опыт работы в сфере бизнеса компании» показана на рисунке 4.

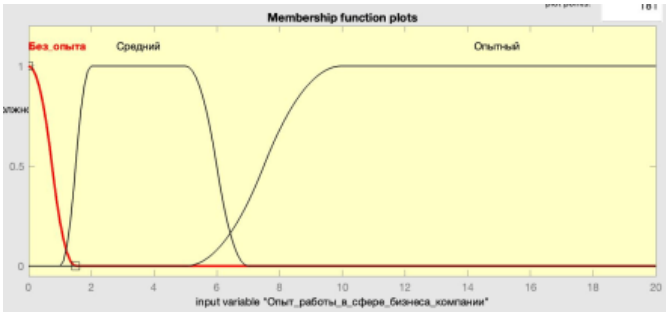


Рис. 4. Функции принадлежности «Опыт работы в сфере бизнеса компании»

На рисунке 5 представлены функции принадлежности для переменной «Соответствие образования».

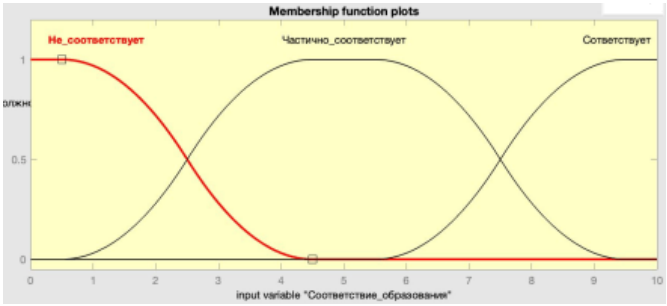


Рис. 5. Функции принадлежности «Соответствие образования»

Рисунок 6 демонстрирует функции принадлежности для переменной «Частота смены работы».

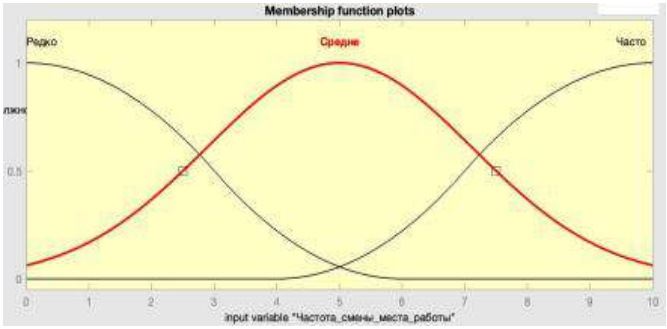


Рис. 6. Функции принадлежности «Частота смены работы»

На рисунке 7 представлены функции принадлежности для выходной переменной «Соответствие резюме кандидата вакантной должности».

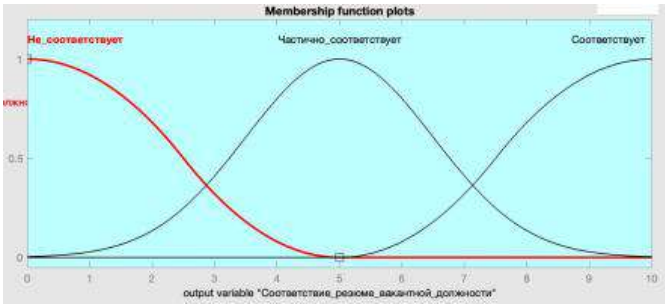


Рис. 7. Функции принадлежности «Соответствие резюме кандидата вакантной должности»

Важным отличием от входных переменных в выходной части является использование центральной функции принадлежности с Гауссовым распределением («gaussmf») при применении метода нечеткого вывода Мамдани. Каждое правило системы формулирует нечеткое утверждение, которые объединяются для формирования окончательного вывода. Этот подход обеспечивает эффективную обработку нечеткой информации и принятие решений на основе нечетких правил.

Следующим этапом была составлена база правил, состоящая из 37 правил. Составленные правила представлены в индексной форме на рисунке 8.

```
1 -3 1 -3 0 0, 1 (1) : 1
1 2 2 -3 0 0, 2 (1) : 1
2 1 1 1 1 0, 1 (1) : 1
2 1 1 1 -1 0, 2 (1) : 1
2 2 2 -3 1 0, 1 (1) : 1
2 2 2 0 -1 -2, 2 (1) : 1
2 2 2 0 -1 2, 1 (1) : 1
2 3 1 0 0 0, 1 (1) : 1
-1 0 0 0 1 0, 1 (1) : 1
2 3 2 1 -1 -2, 2 (1) : 1
2 3 2 1 -1 2, 1 (1) : 1
2 3 2 2 -1 -2, 2 (1) : 1
2 3 2 2 -1 2, 1 (1) : 1
2 3 2 3 -1 -2, 2 (1) : 1
2 3 2 3 -1 2, 1 (1) : 1
2 3 3 0 2 -2, 2 (1) : 1
2 3 3 0 2 2, 1 (1) : 1
2 3 3 0 3 -2, 3 (1) : 1
2 3 3 0 3 2, 2 (1) : 1
-1 0 1 0 0 0, 1 (1) : 1
3 2 2 0 -1 -2, 2 (1) : 1
3 2 2 0 -1 2, 1 (1) : 1
3 3 2 0 -1 -2, 2 (1) : 1
3 3 2 0 -1 2, 1 (1) : 1
3 3 3 0 -1 -2, 3 (1) : 1
3 3 3 0 -1 2, 2 (1) : 1
4 2 2 1 -1 0, 1 (1) : 1
4 2 2 2 -1 -2, 2 (1) : 1
4 2 2 2 -1 2, 1 (1) : 1
4 3 2 1 -1 0, 1 (1) : 1
4 3 2 2 -1 -2, 2 (1) : 1
4 3 2 2 -1 2, 1 (1) : 1
4 3 -1 -1 -1 -2, 3 (1) : 1
4 3 -1 -1 -1 2, 2 (1) : 1
4 3 -1 1 -1 0, 1 (1) : 1
5 -1 -1 0 -1 -2, 2 (1) : 1
5 -1 -1 0 -1 2, 1 (1) : 1
```

Рис. 8. База правил

Данные правила были выделены путем согласования с HR экспертом и могут в будущем быть пересмотрены путем группового рассмотрения. В настоящий момент, данные правила играют больше иллюстрированную роль работы модели.

Также, при составлении правил было обнаружено, что для переменной «Частота смены работы» терма «средне» является избыточной, поэтому было принято решение убрать ее. Функции принадлежности для данной переменной представлены на рисунке 9.

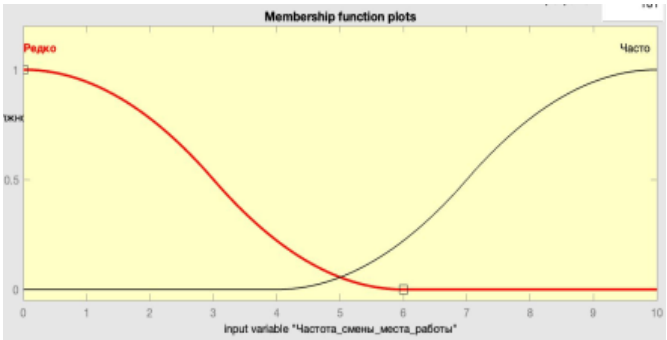


Рис. 9. Функции принадлежности «Частота смены работы» после пересмотра

После проведения различных тестов, и взяв за основу реальные данные (табл. 1) построенная модель на нечетких правилах демонстрирует ожидаемые результаты. Таким образом, можно утверждать, что модель эффективно прогнозирует соответствие резюме кандидатов требованиям вакантной должности.

Таблица 1

Тестирование модели

Возраст	Общий опыт	Опыт по специальности	Опыт в сфере	Образования	Частота смены работы	Соответствие резюме
16	1	1	0	0	9	1.94
22	2	2	1	1	8	1.75
30	10	10	3	9	1	8.2
42	20	18	0	6	3	8.15
47	13	9	3	8	2	8.55
48	15	6	0	5	6	4.62
50	22	15	15	7	1	8.31

Заключение

В ходе проведенного исследования была успешно спроектирована модель прогнозирования соответствия резюме кандидатов требованиям вакантной должности с применением нечеткой логики. Результаты, представленные в таблице 1, подтверждают высокую степень соответствия между прогнозами модели и ожидаемыми результатами, свидетельствуя о ее эффективности.

Важным аспектом подхода, выделенного в данной работе, является возможность пересмотра правил модели HR-группой.

Этот момент подчеркивает гибкость и адаптивность модели к изменениям в требованиях кандидатов, что является критическим фактором для ее успешной реализации в условиях динамично меняющегося рынка труда.

Следует отметить, что предложенная модель, несмотря на свою эффективность, не предназначена для полной автоматизации процесса первичного скрининга резюме. Ее перспективное применение видится в интеграции как составной части более обширной системы, предназначенной для обеспечения комплексного подхода к задачам рекрутинга.

Данное исследование предоставляет базу для дальнейшего развития и усовершенствования механизма, а также для решения более общей задачи автоматизации HR-процессов первичного рекрутинга. Обозначенные направления развития представляют значительный интерес в рамках современных тенденций в области управления персоналом.

Таким образом, можно заключить, что поставленная цель исследования достигнута, а все поставленные задачи успешно выполнены.

Литература

1. Автоматизации HR-процессов / [Электронный ресурс] // JCAT Работа: URL: https://www.jcat.ru/job_vacancy/blog/avtomatizacii-hr-processov/ (дата обращения: 23.12.2023).

2. *Астанин С.В., Жуковская Н.К.* Использование нечеткой логики в оценке результатов тестирования персонала. М.: Современные технологии управления, №6 (54). 2015. С. 1-11.

3. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей. "Юстиция", 2018. 658 с.

4. Как компании используют HR-аналитику: исследование hh.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://hh.ru/article/30591 (Дата обращения 11.08.2023).

5. *Краснопевцева Д.* Что такое скрининг резюме и как его провести / Краснопевцева Д. [Электронный ресурс] // Журнал Хантфлоу. URL: https://huntflow.ru/blog/what-is-resume-screening/ (дата обращения: 23.12.2023).

6. *Кривдин Д.* Управление производством. Нижний Новгород: Автор, 2023. 350 с.

7. *Никитина Н.Ш., Бурмистрова Е.В.* Методика отбора персонала на вакансию на основе нечетких показателей // Университетское управление: практика и анализ. 2004. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otbora-personala-na-vakansiyu-na-osnove-nechetkih-pokazateley (дата обращения: 23.12.2023).

8. Скрининг резюме – как отыскать нужного кандидата среди сотен безликих анкет / [Электронный ресурс] // BG Кадровое агенство: URL: https://bgstaff.ru/news/Skrining-rezyume-kak-otyskat-nuzhnogo-kandidata-sredi-soten-bezlikih-anket/ (дата обращения: 23.12.2023).

9. *Habous A., Nfaoui E. H.* A fuzzy logic and ontology-based approach for improving the CV and job offer matching in recruitment process // International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies. 2021. Т. 15. №. 2. С. 104-120.

БРАХИСТОХРОНА И СКОЛЬЖЕНИЕ С УЧЕТОМ СИЛЫ ТРЕНИЯ

Курилин Александр Владимирович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), доцент, к.ф-м.н., Москва, Россия.
Kurilin@mail.ru

Аннотация

Работа посвящена обобщению известной классической задачи Бернулли о скольжении материальной точки в поле силы тяжести за минимальное время. Учет влияния силы сухого трения скольжения приводит к тому, что циклоида больше не является кривой наибыстрейшего спуска (брахистохроной), что доказано вычислениями при помощи компьютерной программы «Mathcad». Обсуждаются методы расчета времени движения по произвольным дифференцируемым кривым с учетом силы трения.

Ключевые слова

Математика, механика, интегрирование дифференциальных уравнений, «Mathcad», компьютерные вычисления.

Введение

Задачи классической механики лежат в основе современного физико-математического образования и служат своеобразным эталоном для разработки новых методов обучения студентов точным наукам с применением компьютерных технологий. Одним из ярких таких примеров в истории науки является известная задача Иоганна Бернулли о брахистохроне, сформулированная еще в 1696 году [1, 2]. Решением задачи о брахистохроне занимались многие величайшие учёные: Лейбниц, Яков Бернулли, Лопиталь, Ньютон и сам Иоганн Бернулли.

В последние годы задача о брахистохроне стала вновь привлекать к себе внимание многих исследователей в попытках найти её разумные обобщения, учесть влияние сил сопротивления движению, конечные размеры скатываемого тела, релятивистские эффекты и т.п. (см., например [3]). Особо хотелось бы выделить работы, посвященные скольжению вниз по некоторой траектории только под действием силы тяжести и силы сухого трения. Было получено несколько результатов, описывающих искомую кривую наибыстрейшего спуска в неявном, довольно сложном виде, который крайне неудобен для численного анализа [4-8]. В этой связи интересно было бы рассчитать компьютерными методами параметры такого движения и проследить как меняются с течением времени скорость частицы, её координаты и общее время спуска в зависимости от формы траектории и её кривизны.

Другой интерес к задаче о брахистохроне вызван чисто педагогическими целями привлечь внимание студентов к истории развития математики, механики и физики, используя её как полигон для поиска новых методов решения, основанных на современных компьютерных технологиях. В наших работах [9-11] были сделаны расчеты параметров движения как по гладкой траектории без учета силы трения, так и для случая скольжения по параболе и циклоиде с учетом силы сухого трения [12]. В этой работе продолжаются начатые исследования и обсуждаются общие методы решения задачи скольжения с учетом силы сухого трения скольжения.

Результаты исследований

Напомним суть постановки задачи. Даны две точки A и B, лежащие в вертикальной плоскости, которые разделены некоторым расстоянием H по вертикали и расстоянием L по горизонтали. Вопрос: какова траектория точки, движущейся только под действием силы тяжести и силы трения скольжения, которая начинает двигаться из A и достигает точки B за кратчайшее время? Для обсуждения данной задачи вводится декартова система координат, где начальная и конечная точки движения находятся на осях OY и OX соответственно: $A(0;H), B(L,0)$ (см. рис. 1).

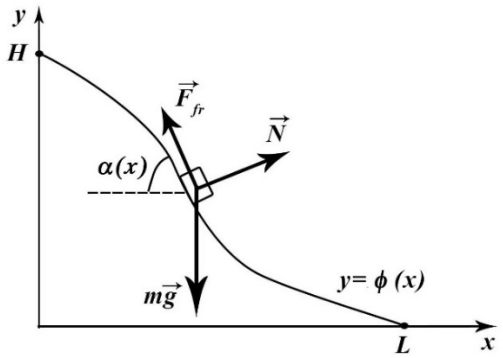


Рис. 1. Скольжение по дважды дифференцируемой гладкой кривой $y = \phi(x)$ в декартовых координатах

Рассмотрим материальную точку массы m, скользящую вниз без начальной скорости по некоторой дважды дифференцируемой кривой линии, заданной уравнением: $y = \phi(x)$. Классические уравнения динамики Ньютона дают связь между углом наклона траектории в данной точке $\operatorname{tg}\alpha(x) = -\phi'(x)$ (см. рис. 1) и тангенциальным ускорением a_τ, определяющим изменения модуля вектора скорости $\upsilon = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}$. Сила сухого трения скольжения $F_{fl} = \mu N$ выражается через коэффициент трения μ и силу нормальной реакции опоры N, которая в свою очередь зависит от радиуса кривизны траектории R в данной точке.

$$\begin{cases} mg\sin\alpha - \mu N = ma_\tau = m\dfrac{d\upsilon}{dt} \\ N - mg\cos\alpha = ma_n = m\dfrac{\upsilon^2}{R} \end{cases} \qquad (1)$$

Выражая параметры траектории движения через уравнение кривой $y = \phi(x)$ в декартовых координатах и предполагая, что функция $\phi(x)$ является дважды дифференцируемой, получаем:

$$\frac{1}{R(x)} = \frac{\phi''(x)}{\left[1+\phi'(x)^2\right]^{3/2}}, \quad \begin{cases} \sin\alpha(x) = \dfrac{-\phi'(x)}{\sqrt{1+\phi'(x)^2}}, \\ \cos\alpha(x) = \dfrac{1}{\sqrt{1+\phi'(x)^2}}. \end{cases} \qquad (2)$$

Подставляем (2) в (1) и выражаем все величины через функцию модуля скорости $\upsilon = \dot{x}\sqrt{1+\phi'(x)^2}$. В итоге приходим к следующему дифференциальному уравнению, описывающему изменение координаты $x(t)$ с течением времени:

$$\ddot{x}(t) = -\frac{\phi'(x)+\mu}{1+\phi'(x)^2}\left(g+\phi''(x)\dot{x}^2(t)\right) \tag{3}$$

Здесь как обычно штрих у знака функции указывает на производную по переменной x, а точкой обозначается производная по времени. Порядок данного дифференциального уравнения можно понизить, если ввести вспомогательную функцию $W(x)$ равную квадрату скорости горизонтального движения:

$$W(x) = \dot{x}^2(t) = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2. \tag{4}$$

Переходим в формуле (3) к дифференцированию по переменной x

$$\frac{1}{2}\frac{dW(x)}{dx} = -\frac{\phi'(x)+\mu}{1+\phi'(x)^2}\left(g+\phi''(x)W(x)\right), \tag{5}$$

и получаем линейное неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка, которое решается в квадратурах методом вариации постоянной

$$W(x) = \frac{K(x)}{1+\phi'(x)^2}\exp\left[-2\mu\cdot\operatorname{arctg}\left(\phi'(x)\right)\right]. \tag{6}$$

С учетом начальных условий $x(0)=0$ и $\upsilon(0)=0$ функцию «истории разгона» $K(x)$ можно записать в виде:

$$K(x) = -2g\int_0^x\left[\mu+\phi'(\xi)\right]\cdot\exp\left[2\mu\cdot\operatorname{arctg}\left(\phi'(\xi)\right)\right]d\xi. \tag{7}$$

Физический смысл данной формулы достаточно очевиден – скорость движения в данной точке траектории определяется локально действием проекции силы тяжести и силы трения, а также нелокальной предысторией движения, учитывающей разгон на более ранних участках траектории. Полное время спуска находим интегрированием закона движения по горизонтальной координате.

$$T_0 = \int_0^L\frac{dx}{\dot{x}(t)} = \int_0^L\frac{dx}{\sqrt{W(x)}}, \tag{8}$$

Набор формул (6-8) позволяет полностью рассчитать время спуска по любой траектории, которая задается некоторой дважды дифференцируемой функцией $y = \phi(x)$.

Поскольку задача поиска экстремума функционала (8) является весьма сложной и заслуживает отдельного рассмотрения предлагается сначала проанализировать два простых случая: скольжение по параболе и скольжение по циклоиде с учётом силы сухого трения, что и было частично сделано в нашей предыдущей работе [12].

Начнем с циклоиды, которая является кривой наибыстрейшего спуска (брахистохроной) при нулевом значении коэффициента трения μ=0. Уравнение циклоиды задается в параметрическом виде формулами,

$$\begin{cases} x(\tau) = C\cdot\left(\tau-\sin\tau\right) \\ y(\tau) = H - C\cdot\left(1-\cos\tau\right) \end{cases} \tag{9}$$

где параметр C в уравнении (9) связан с декартовыми координатами точек $A(0;H)$ и $B(L;0)$ через следующие трансцендентные уравнения:

$$\begin{cases} L = C\cdot\left(\tau_0-\sin\tau_0\right) \\ H = C\cdot\left(1-\cos\tau_0\right) \end{cases}, \tag{10}$$

τ_0 – предельное значение параметра τ, входящего в уравнение циклоиды (9): $0 \le \tau \le \tau_0$.

Для численных расчетов, как и в наших прежних работах [10,11], были взяты следующие значения $H = 5$ м, $L = 4$ м, $g = 9{,}81$ м/с^2 – ускорение свободного падения. Параметры брахистохроны, вычисляемые из трансцендентных уравнений (10), оказались равными:

$$C_0 = 3.40517104\ м, \quad \tau_0 = 2.0582244.$$

После перехода в выражениях (6)-(8) к интегрированию по параметру циклоиды τ получаем формулу зависимости времени спуска по циклоиде от коэффициента трения скольжения μ:

$$T_C(\mu) = \sqrt{\frac{2C_0}{g}\left(1+\mu^2\right)}\cdot\int_0^{\tau_0}\sin\left(\frac{\tau}{2}\right)\frac{d\tau}{\sqrt{\mathrm{H}(\tau)}}, \tag{11}$$

где

$$\mathrm{H}(\tau) = 2\cdot e^{-\mu\tau} - 1 - \left(1-\mu^2\right)\cdot\cos\tau + 2\mu\cdot\sin\tau - \mu^2. \tag{12}$$

Для сравнения теперь выбирается семейство парабол, удовлетворяющих условиям задачи, которое можно определить с точностью до одного свободного параметра ε, отвечающего за кривизну траектории.

$$\phi(x) = \frac{\kappa\varepsilon}{L}x^2 - \kappa\left(1+\varepsilon\right)x + H, \quad \kappa = \frac{H}{L} \tag{13}$$

В случае ε > 0 получаем вогнутую кривую, похожую на циклоиду. Отрицательные значения ε < 0 соответствуют выпуклым траекториям, движение по которым без начальной скорости возможно лишь при ограниченных значения коэффициента трения скольжения $\mu < \kappa(1+\varepsilon)$. Виды траекторий движения показаны на рисунке 2.

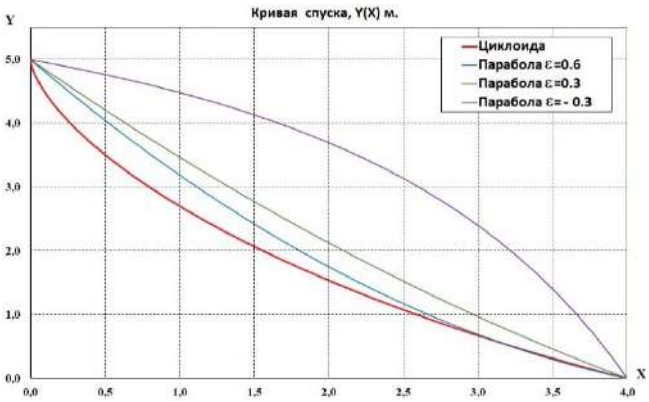


Рис. 2. Форма траекторий спуска в поле силы тяжести, на которых изучалось влияние силы сухого трения

Движение по параболе также более удобно описывать в параметрическом виде, используя угол наклона траектории $\alpha(x)$, изменяющийся в пределах от α_0 до α_F, где

$$\alpha_0 = \mathrm{arctg}\left(\kappa + \kappa\varepsilon\right), \qquad \alpha_F = \mathrm{arctg}\left(\kappa - \kappa\varepsilon\right). \tag{14}$$

Общее время спуска по параболам (13) можно представить в следующем виде:

$$T_0 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{g\varepsilon\kappa}} \cdot \int_{\alpha_F}^{\alpha_0} \frac{e^{-\mu\beta}}{\cos^3\beta} \frac{d\beta}{\sqrt{FP(\beta)}}, \tag{15}$$

где введена специальная вспомогательная интегральная функция «истории разгона»:

$$FP\left(\alpha\right) = \int_{\alpha}^{\alpha_0} \left(\mathrm{tg}\beta - \mu\right) \frac{e^{-2\mu\beta}}{\cos^2\beta} d\beta \tag{16}$$

Численные расчеты по этим формулам проводились в программе «Mathcad» для трех различных парабол с разной степенью кривизны ε=0.6; ε=0.3; ε= –0.3, которые изображены на рис. 2.

Результаты вычислений показаны на рисунке 3, где представлены графики зависимости времени спуска по параболам (13) в сравнении с движением по циклоиде при различных значениях коэффициента трения скольжения μ.

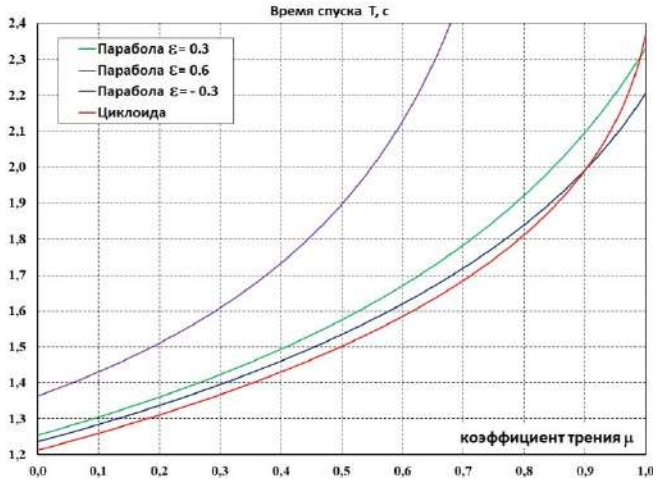


Рис. 3. Времена спуска по разным кривым без начальной скорости в зависимости от коэффициента трения μ

Сопоставляя полученные данные, видим, что при значениях $\mu < 0.9$ время спуска по циклоиде оказывается меньше чем по любой из упомянутых выше парабол, что по-видимому позволяет ей сохранить звание брахистохроны в этой области. Однако при больших значениях коэффициента трения μ парабола с кривизной ε=0.6 может уже претендовать на кривую наибыстрейшего спуска.

Интересно также проследить законы изменения скорости точки на параболе и циклоиде в различные моменты времени при большом значении коэффициента трения. Рассмотрим случай $\mu = 1.0$, когда циклоида уже не является кривой наибыстрейшего спуска. Расчеты времени движения дают следующие результаты:

$$\begin{aligned} &T_C = 2.367\,c, \\ &T_P\left(\varepsilon = 0.6\right) = 2.206\,c,\ T_P\left(\varepsilon = 0.3\right) = 2.331\,c. \end{aligned} \tag{17}$$

Первое число соответствует времени спуска по циклоиде, а вторые два результата соответствуют временам спуска по параболам с разной кривизной. Графики изменения модуля вектора скорости показаны на рисунке 4. Парабола с кривизной ε=0.6, обеспечивающая в данном случае наименьшее значение для времени спуска, выделяется тем, что скорость в середине горизонтального участка траектории достигает наибольшего значения из всех трех упомянутых траекторий. И это происходит несмотря на то, что начальное ускорения точки на циклоиде больше всего. Быстрый разгон приводит к появлению большой силы трения, которая начинает резко тормозить движение и приводит в конечном счете к тому, что точка на циклоиде приходи к финишу последней. Данное наблюдение позволяет усомниться в том, что начальное значения угла наклона графика истинной брахистохроны с учетом силы трения должно быть равно $\alpha_0 = 90°$, как это принято считать некоторыми авторами [4, 8].

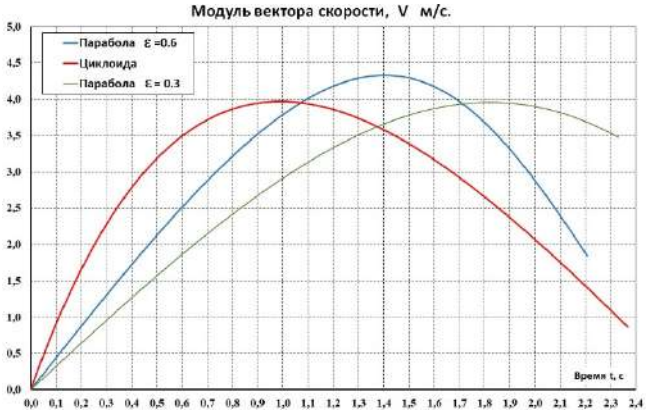


Рис. 4 Графики зависимостей модуля вектора скорости от времени при значении коэффициента трения μ = 1.0

Рассмотрим также законы движения точек на параболе (ε=0.6) и циклоиде при выбранном коэффициенте трения $\mu = 1.0$. На рисунках 5 и 6 изображены графики изменения вертикальной и горизонтальной координат точки на циклоиде и параболе с течением времени. Движение точки вниз по циклоиде идет быстрее чем по параболе вплоть до момента $t_1 = 1.9$ с., что очевидно связано с её быстрым стартом. Однако, влияние силы трения приводит к тому, что на последнем участке движения точка на параболе опережает точку на циклоиде и приходит к финишу раньше.

Что касается горизонтальной X-координаты точки, то, как видно из рисунка 6, вертикальная крутизна графика циклоиды в момент старта ($\alpha_0 = 90°$) приводит к тому, что сначала точка на параболе опережает точку на циклоиде, также, как и для случая с гладкими кривыми [11]. Затем точка на циклоиде набирает большую скорость, как это видно из рисунка 4, и вырывается вперед при $t_2 = 0.6$ с.

Положительная кривизна траектории движения приводит к тому, что с ростом скорости точки растет и влияние тормозящей силы трения. В момент времени $t_3 = 1.95$ с, точка на циклоиде теряет лидерство, и точка на параболе повторно опережает её (см. рис. 6).

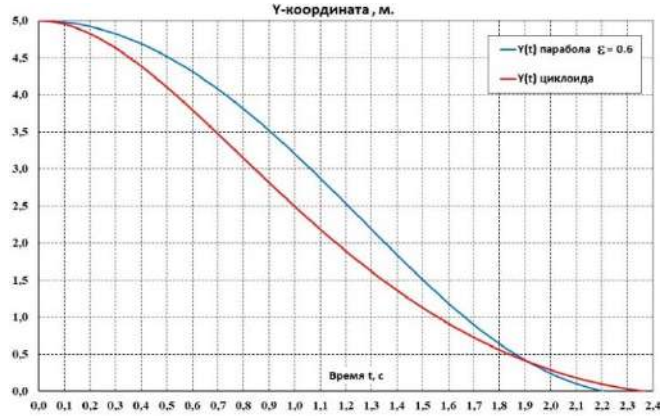


Рис. 5. Изменение вертикальной Y-координаты точки на параболе и циклоиде с течением времени при значении коэффициента трения μ = 1.0

Любопытно, что этот момент «обгона» происходит примерно в той же точке, где пересекаются графики параболы (ε=0.6) и циклоиды, если не считать начальную и конечную точки движения (см. рис. 2). Координаты этой точки пересечения (3.1; 0.6) находятся численно из (9) и (13).

Рис. 6 Изменение горизонтальной X-координаты точки на параболе и циклоиде с течением времени при значении коэффициента трения μ = 1.0

Заключение

Результаты представленных расчетов позволяют детально смоделировать кинематику движения материальной точки по различным кривым. Это может быть использовано как при проведении лабораторных работ по физике [13, 14], так и в виртуальных экспериментах по моделированию физических явлений на компьютере [15, 16]. Разработанный здесь метод решения задачи скольжения с учётом силы трения при помощи программы «Mathcad» может быть применен к исследованию движения по любым другим дифференцируемым кривым. Это может помочь в решении фундаментальной задачи, обобщающей задачу Бернулли о брахистохроне на случай движения вниз по шероховатым поверхностям с учётом силы трения скольжения. Особенность задачи движения с трением скольжения заключается в том, что не существует универсальной кривой способной обеспечить минимальное время спуска при любых значениях коэффициента трения. Для каждого значения коэффициента трения μ существует своя «брахистохрона», зависящая от μ, которая будет обеспечивать минимальное время спуска из точки $A(0; H)$,в точку $B(L;0)$. Кроме того, для некоторых траекторий с положительной кривизной достичь конечной точки движения при нулевой начальной скорости и наличии силы трения оказывается вообще невозможно. Как только начальная потенциальная энергия точки $E_p=mgH$ будет истрачена на работу против силы трения скорость движения на траектории станет равной нулю и дальнейший спуск станет невозможным. Для семейства парабол вида (13) при выбранных параметрах задачи это накладывает ограничения на значения коэффициента трения для которых точка финиша в принципе достижима. Расчеты показывают, что это возможно при $\mu < 0.8321$ для параболы с крутизной ε=1.0, $\mu < 1.0771$ для параболы ε=0.6, и $\mu < 1.2047$ для ε=0.3. Что касается парабол с отрицательной кривизной (ε < 0), то для них возможность движения вниз определяется лишь начальной крутизной графика $\mu < \mathrm{tg}\,\alpha_0$, что можно записать в виде неравенства:

$$\mu < \frac{H}{L}\left(1+\varepsilon\right) \tag{17}$$

Еще один важный вывод, полученный в этой работе, заключается в том, что начальный угол наклона «истинной брахистохроны» также должен зависеть от коэффициента трения μ, $\alpha_0(\mu) \neq \pi/2$, и будет стремиться к 90 градусам только при условии $\mu \to 0$.

Литература

1. *Тихомиров В.М.* Рассказы о максимумах и минимумах. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 192 с. (Библиотечка "Квант". Вып. 56).
2. Курант Р., Роббинс Г., Что такое математика? 7-ое изд., стереотипное. М.: МЦНМО, 2015. 568 с.
3. *Сумбатов А.С.* Задача о брахистохроне классификация обобщений и некоторые последние результаты // Труды МФТИ, 2017, Том 9, №3, https://mipt.ru/upload/medialibrary/820/9_sumbatov_66_75.pdf.
4. *Ashby N., Brittin W.E., Love W.F., Wyss W.* Brachistochrone with Coulomb friction // American Journal of Physics, 1975, 43, pp. 902-906. https://doi.org/10.1119/1.9976
5. *Lipp S.C.* Brachistochrone with Coulomb friction // SIAM J. Control Optim. 1997, 35 (2), pp. 562-584.
6. *Haygen J.C.* Brachistochrone with Coulomb friction // International Journal of Non-Linear Mechanics, 2005, 40, pp. 1057-1075. https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2005.02.004
7. *Голубев Ю.Ф.* Брахистохрона с трением // Изв. РАН. Теория и Системы Управления. 2010, №5. С. 41-52.
8. *Sumbatov A.S.* Brachistochrone with Coulomb friction as the solution of an isoperimetrical variational problem // Int. J. Non-Linear Mech. 2017. Vol. 88, pp. 135-141. https://doi.org/10.1016/j.ijnonlinmec.2016.11.002
9. *Курилин А.В.* Практика использования программы «Mathcad» при обучении студентов технических специальностей // Сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции «Образовательная среда сегодня и завтра». М.: 2014. Изд-во МТИ. С. 57-59.
10. *Kurilin A.V.* Employing the Mathcad program within the course of Theoretical Mechanics // SHS Web Conferences, 2016, 29, 02025. https://doi.org/10.1051/shsconf/20162902025
11. *Курилин А.В.* Брахистохрона и неинтегрируемые задачи аналитической механики // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе, 2023. Т12, №1. С. 55-61.
12. *Kurilin A.V.* Brachistochrone and Sliding with Friction, arXiv: 2305.18345 [physics.class-ph]. http://dx.doi.org/10.48550/ARXIV.2305.18345
13. *Phelps F.M. III, Phelps F.M. IV, Zorn B., Gormley J.* An experimental study of the brachistochrone // Eur. J. Phys. 1982, 3, 1-4; https://doi.org/10.1088/0143-0807/3/1/001
14. *Deshmukh P.C., Rajauria P., Rajans A., Vyshakh B.R., Dutta S.* The Brachistochrone, Resonance, 2017, 22, pp. 847-866; https://doi.org/10.1007/s12045-017-0539-1
15. *Курилин А.В.* Виртуальные физические эксперименты и моделирование механических явлений при помощи программы «Mathcad» // Сборник трудов X Международной научно-практической конференции «Образовательная среда сегодня и завтра». М.: 2015. Изд-во МТИ. С. 382-385.
16. *Velasco N., Vinueza D., Mármol J., Mendoza D., Pérez F.* Experimental demonstration of the Brachistochrone property of the cycloid // J. Phys.: Conf. Ser. 1324, 2019, 012075; https://doi.org/10.1088/1742-6596/1324/1/012075

АНАЛИЗ ОПЕРАТИВНЫХ НОРМ НА ПАРАМЕТРЫ ОШИБОК ПЛЕЗИОХРОННЫХ КАНАЛОВ И ТРАКТОВ

Батенков Кирилл Александрович,
МИРЭА – Российский технологический университет, профессор, д.т.н., Москва, Россия
pustur@yandex.ru

Аннотация

В работе указывается, что если основные цифровые сетевые тракты и цифровые каналы соответствуют нормам по каждому из характеристик ошибок, то они считаются соответствующими оперативным нормам. Представлена последовательность анализа параметров ошибок на соответствие оперативным нормам для плезиохронной цифровой иерархии.

Ключевые слова

Качество функционирования, телекоммуникационная сеть, плезиохронная цифровая иерархия, оперативные нормы, показатели ошибок.

Введение

В рекомендации ITU-T M.2100 [1] отражены нормы на параметры ошибок при начале эксплуатации (BIS – bringing-into-service) и в процессе эксплуатации межгосударственных трактов PDH нескольких операторов с первичной скоростью и выше, а также соединений с меньшими скоростями.

Эталонная модель каналов и трактов соответствует модели, используемой при расчете параметров готовности (рис. 1).

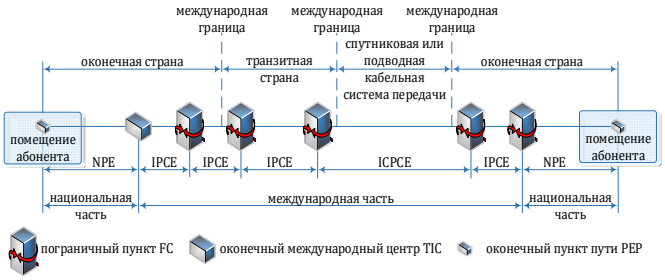


Рис. 1. Пример сквозного пути и его элементов [2]

Для соответствия оперативным нормам цифровых каналов и сетевых трактов необходимо, чтобы они удовлетворяли требованиям по показателям ошибок – ESR (Equivalent Service Rate) и SESR (Severely Errored Second Rate).

Бизис оперативных норм

Определение оперативных норм для канала или тракта основывается на расчетных нормах для сквозного соединения (end-to-end) в отношении показателей ошибок при международном соединении (табл. 1). Важно отметить, что данные нормы практически идентичны нормам по показателям ошибок для каналов и трактов взаимосвязанной сети связи в Российской Федерации.

Таблица 1

Оперативные нормы на характеристики ошибок для межгосударственных каналов и трактов

Тип канала или тракта	ESR $r_e^{'}$	SESR $r_s^{'}$	Скорость, Мбит/с
каналы, использующую аппаратуру разработанную после 14.12.2002	0,04	0,001	0,064–2,048
каналы, использующую аппаратуру разработанную до 14.12.2002	0,02	0,001	0,064–2,048
первичный сетевой тракт	0,02	0,001	2,048
вторичный сетевой тракт	0,025	0,001	8,448
третичный сетевой тракт	0,0375	0,001	34,368
четверичный сетевой тракт	0,08	0,001	139,264

Учет протяженности линии

Длина L элемента тракта соответствует расчетной длине L домена, тыс. км

$$L = \begin{cases} 1,5L_a, L_a < 1, \\ 1,5, 1 \le L_a < 1,2, \\ 1,25L_a, L_a \ge 1,2, \end{cases}$$

где L_a – протяженность воздушной трассы, тыс. км.

Протяженность L_a воздушной трассы (расстояние прямой видимости) определяется на основе координат объектов.

Коэффициенты длины для IPCE

$$k = \begin{cases} 0,01\left(1+\dfrac{L}{0,5}\right), L \le 1, \\ 0,02\left(1+\dfrac{L}{2,5}\right), 1 < L \le 7,5, \\ 0,1, L > 7,5, \end{cases}$$

где L – длина элемента тракта, тыс. км,

для ICPCE, построенного на подводном неоптическом кабеле,

$$k = \begin{cases} 0,03, 0,5 < L \le 1, \\ 0,02\left(1+\dfrac{L}{2,5}\right), 1 < L \le 12,5, \\ 0,08, L > 5, \end{cases}$$

для ICPCE, построенного на подводном оптическом кабеле,

$$k = \begin{cases} 0,01, L \le 0,5, \\ 0,025, L > 0,5, \end{cases}$$

для ICPCE, построенного на спутниковых системах передачи,

$$k = 0,2,$$

для ICPCE, построенного на наземных системах передачи

$$k = 0,5, L < 0,3.$$

Если в составе канала или тракта несколько элементов с коэффициентами длины k_i, $i = 1,2,\ldots,n$, коэффициент длины всего канала или тракта

$$k = \sum_{i=1}^{n} k_i.$$

Виды определения оперативных норм

Нормы, приведенные в рекомендации ITU-T M.2100 [1] используются для указания на необходимость вмешательства при техническом обслуживании и вводе в эксплуатацию. Сеть, удовлетворяющая данным оперативным нормам, должна соответствовать долговременным нормам, изложенным в рекомендациях ITU-T G.821 [3] и G.826 [4]. Статистические колебания моментов возникновения аномалий приводят к неуверенности в соответствии долговременным нормам. При длительности измерений, имеющей четкие ограничения, на основе допустимых границ для числа событий определяют неприемлемые или ухудшенные показатели качества систем передачи и трактов. Единственным способом выявить точное соответствие долговременным нормам в течение длительного периода времени (нескольких месяцев) является проведение непрерывных измерений.

Определены нормативы для трех различных процедур технического обслуживания: процедура ввода в эксплуатацию (BIS – Bringing-Into-Service), процедура технического обслуживания и процедура ввода после ремонта.

При вводе в эксплуатацию измерения проводятся между цифровыми оконечными пунктами при использовании псевдослучайной двоичной последовательности PRBS [5].

Во время эксплуатации для целей контроля необходимы дополнительные нормы [6]. Данный контроль осуществляется при использовании специальной аппаратуры контроля без прекращения связи. Анализ аномалий и дефектов включены в процесс контроля для выявления уровня качества: неприемлемое, ухудшенное или нормальное (табл. 2). Для неприемлемого и ухудшенного качества определены допустимые пределы, в общем случае отличающиеся от допустимых границ при начале эксплуатацию.

Таблица 2

Коэффициент типа эксплуатационного контроля m

Тип испытания	Сетевые тракты, участки, основные цифровые каналы	Системы передачи
ввод в эксплуатацию	0,5	0,1
ввод после ремонта	0,5	0,125
ввод с пониженным качеством	0,75	0,5
вывод из эксплуатации	10	10

Нормы на ввод каналов и трактов после ремонта полностью соответствуют нормам, установленным для процедуры ввода в эксплуатацию.

В рекомендации ITU-T M.2110 [7] определены процедуры испытаний в начале эксплуатации (BIS).

Для проверки соответствия оперативным нормам контроля показателей ошибок в каналах или трактах, проведение этого контроля может осуществляться в различные периоды времени в эксплуатационных условиях, такие как 15 минут, 2 часа или 1 сутки. Для анализа результатов контроля определяются пороговые значения для числа секунд с ошибками ES и числа секунд с существенными ошибками SES за период наблюдения T

$$s_e^- = \max\left(0; mkTr_e^{'} - 2\sqrt{mkTr_e^{'}}\right),$$

$$s_s^- = \max\left(0; mkTr_s^{'} - 2\sqrt{mkTr_s^{'}}\right),$$

где m – коэффициент вида эксплуатационного контроля (табл. 2);

k – коэффициент протяженности канала или тракта.

Если по результатам эксплуатационного контроля за период наблюдения T получено число s_e секунд с ошибками ES или число s_s секунд с существенными ошибками SES, то система передачи или тракт считаются успешно прошедшими испытания только при условии непревышения допустимых порогов, то есть при $s_e \le s_e^-$ или $s_s \le s_s^-$.

Во время эксплуатации для проведения контроля рассчитанные пороговые значения и измерительные данные передаются в операционные системы посредством сети управления электросвязью (TMN – telecommunications management network) как для анализа в реальном времени, так и для долговременного.

Определены две стандартные длительности интервалов измерений при контроле во время эксплуатации (технического обслуживания), каждому из которых соответствуют свои предельные значения показателей.

Первая длительность контроля соответствует 15 минутам и используется при идентификации неприемлемого уровня показателей качества ES $s_e^{''}$ и SES $s_s^{''}$, либо возврате в нормальное состояние. Пороговые значения приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Пороговые значения показателей качества по умолчанию для идентификации состояния их неприемлемости

Коэффициент длины k	Первичный уровень		Вторичный уровень		Третичный уровень		Четверичный уровень	
	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с
$k < 0,35$	80	10	80	10	100	10	120	10
$k \ge 0,35$	120	15	120	15	150	15	180	15

Таблица 4

Пороговые значения показателей качества по умолчанию для возврата в нормальное состояние из неприемлемого

Коэффициент длины k	Первичный уровень		Вторичный уровень		Третичный уровень		Четверичный уровень	
	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с	ES, с	SES, с
$k < 0,35$	1	0	1	0	1	0	1	0
$k \ge 0,35$	2	0	2	0	3	0	4	0

Вторая длительность контроля соответствует одним суткам и используется при идентификации ухудшенного уровня показателей качества ES $s_e^{''}$ и SES $s_s^{''}$. Пороговые значения ухудшенных качественных показателей рассчитываются исходя из 75 % границы для трактов и 50 % для систем передачи (табл. 2).

Пример анализа норм цифрового канала

Цифровой канал со скоростью 384 кбит/с международного соединения, использующий оборудование 1997 года производства, образован из следующих компонентов: два IPCE протяженностью 850 км каждый; два IPCE протяженностью 3500 км каждый; три ICPCE (неоптического подводного кабеля) протяженностью 1450 км каждый. Этот канал предоставляет возможность передачи данных с использованием указанной скорости и связывает различные точки через указанное оборудование. Он состоит из общего количества 7 компонентов, включающих IPCE и ICPCE. Измерения проводились при вводе канала в эксплуатацию сразу после ремонта в течении 15 минут. По заданному интервалу измерения была зафиксирована одна секунда с ошибками, то есть возможными незначительными отклонениями. Однако, не было обнаружено ни одной секунды существенных ошибок. Также в течение данного интервала не было зафиксировано периодов неготовности.

Определить оперативные нормы для характеристик ошибок, которые должны соблюдаться в данном канале.

Дано: $L_1 = 850$ км, $n_1 = 2$, $L_2 = 3500$ км, $n_2 = 2$, $L_3 = 1450$ км, $n_3 = 3$, $T = 15$ мин., $s_e = 1$, $s_s = 0$.

Найти: s_e^-, s_e^+, s_s^-, s_s^+.

Коэффициенты длины IPCE

$$k_i = \begin{cases} 0,01\left(1+\dfrac{L_i}{0,5}\right),\ L_i \le 1, \\ 0,02\left(1+\dfrac{L_i}{2,5}\right), 1 < L_i \le 7,5, i = 1,2: \\ 0,1,\ L_i > 7,5, \end{cases}$$

$$k_1 = 0,01\left(1+\frac{0,85}{0,5}\right) = 0,01(1+2) = 0,03,$$

$$k_2 = 0,02\left(1+\frac{3,5}{2,5}\right) = 0,06.$$

Коэффициенты длины ICPCE

$$k_3 = \begin{cases} 0,03,\ 0,5 < L_3 \le 1, \\ 0,02\left(1+\dfrac{L_3}{2,5}\right), 1 < L_3 \le 12,5, = 0,02\left(1+\dfrac{1,45}{2,5}\right) = 0,04 \\ 0,08,\ L_3 > 5, \end{cases}$$

Коэффициенты длины канала

$$k = \sum_{i=1}^{3} n_i k_i = 2\cdot 0,03 + 2\cdot 0,06 + 3\cdot 0,04 = 0,3.$$

Предельные оперативные нормы (табл. 1)

$$r_e^{'} = 0,04,\ r_s^{'} = 0,001.$$

Пороговые значения s_s^- числа секунд с существенными ошибками SES и s_e^- числа секунд с ошибками ES за период наблюдения $T = 15\cdot 60 = 900$ с при вводе тракта в эксплуатацию сразу после ремонта ($m = 0,5$ – табл. 2)

$$s_e^- = \max\left(0; mkTr_e^{'} - 2\sqrt{mkTr_e^{'}}\right) =$$
$$\max\left(0,\ 0,5\cdot 0,3\cdot 900\cdot 0,04 - 2\sqrt{0,5\cdot 0,3\cdot 900\cdot 0,04}\right) =$$
$$\max(0;1) = 1\,(\text{с}),$$

$$s_s^- = \max\left(0; mkTr_s^{'} - 2\sqrt{mkTr_s^{'}}\right) =$$
$$\max\left(0;\ 0,5\cdot 0,3\cdot 900\cdot 0,001 - 2\sqrt{0,5\cdot 0,3\cdot 900\cdot 0,001}\right) =$$
$$\max(0,\ -1) = 0\,(\text{с}),$$

Следовательно, цифровой канал соответствует нормам (табл. 5).

Таблица 5

Параметры ошибок цифрового канала

Показатель	ES, s_e	SES, s_s
Норма	1	0
Измеренные значения	1	0

Пример анализа цифрового тракта

Третичный цифровой тракт включает один IPCE протяженностью 9250 км. Измерения при техническом обслуживании зарегистрировали за интервал измерения семь секунд с существенными ошибками и восемь секунд с ошибками. Не зафиксировано периодов неготовности.

Определить соответствие итогов измерений характеристик ошибок этого сетевого тракта оперативным нормам.

Дано: $s_e = 8$, $s_s = 7$, $L = 9250$ км, $T = 15$ мин..

Найти: $s_e^{''}$, $s_s^{''}$.

Коэффициенты длины IPCE равный коэффициенту тракта

$$k = \begin{cases} 0,01\left(1+\dfrac{L}{0,5}\right),\ L \le 1, \\ 0,02\left(1+\dfrac{L}{2,5}\right), 1 < L \le 7,5, = 0,1. \\ 0,1,\ L > 7,5, \end{cases}$$

При техническом обслуживании первоначально проверяется приемлемость уровня показателей качества в течении 15 минут. Пороговые значения ES $s_e^{''}$ и SES $s_s^{''}$ для третичного цифрового тракта (табл. 3)

$$s_e^{''} = 100\,(\text{с}),\ s_s^{''} = 10\,(\text{с}).$$

Следовательно, тракт соответствует нормальному состоянию (табл. 6).

Таблица 6

Параметры ошибок третичного сетевого тракта

показатель	ES s_e, с	SES s_s., с
вывод из эксплуатации	100	10
пониженное качество	212	1
измеренные значения	8	7

Далее проверяется уровень показателей качества в течении суток.

Для третичного сетевого тракта предельные оперативные нормы (табл. 1)

$$r_e^{'} = 0,0375,\ r_s^{'} = 0,001.$$

Пороговые значения s_s^- числа секунд с существенными ошибками SES и s_e^- числа секунд с ошибками ES за период наблюдения $T = 24{\cdot}60{\cdot}60 = 86\,400$ с при эксплуатации с пониженным качеством ($m = 0,75$ – табл. 2)

$$s_e^- = \max\left(0; mkTr_e^{'} - 2\sqrt{mkTr_e^{'}}\right) =$$

$$\max\left(0;\ 0,75{\cdot}0,1{\cdot}86\,400{\cdot}0,037\,5 - 2\sqrt{0,75{\cdot}0,1{\cdot}86\,400{\cdot}0,037\,5}\right) =$$

$$\max\left(0;\ 212\right) = 212\left(\text{с}\right),$$

$$s_s^- = \max\left(0; mkTr_s^{'} - 2\sqrt{mkTr_s^{'}}\right) =$$

$$\max\left(0;\ 0,75{\cdot}0,1{\cdot}86\,400{\cdot}0,001 - 2\sqrt{0,75{\cdot}0,1{\cdot}86\,400{\cdot}0,001}\right) =$$

$$\max\left(0, 1\right) = 1\left(\text{с}\right),$$

Поскольку предполагается, что результаты измерений идентичны, тракт находится в состоянии пониженного качества (табл. 6).

Литература

1. Rec. M.2100. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections. 2003-04. Geneva : ITU-T, 2003. 50 p.
2. Rec. G.827. Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths. 2003-09. Geneva : ITU-T, 2003. 26 p.
3. Rec. G.821. Error performance of an international digital connection operating at a bit rate below the primary rate and forming part of an Integrated Services Digital Network. 2002-12. Geneva : ITU-T, 2002. 18 p.
4. Rec. G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections. 2002-12. Geneva : ITU-T, 2002. 34 p.
5. *Батенков К.А.* Анализ и синтез структур сетей связи методом перебора состояний. Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2022. Т. 18. № 3. С. 300-315. https://doi.org/10.21638/11701/spbu10.2022.301
6. Rec. M.20. Maintenance philosophy for telecommunication networks. 1992-10. Geneva : ITU-T, 1993. 23 p.
7. Rec. M.2110. Bringing into service international multi-operator paths, sections and transmission systems. 2002-07. Geneva: ITU-T, 2002. 18 p.

АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УЧЕТА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Галицкий Максим Викторович,
Московский технический университет связи и информатики, доцент кафедры СИТиС МТУСИ, к.т.н., Москва, Россия
m.v.galickiy@mtuci.ru

Кузин Антон Алексеевич,
Московский технический университет связи и информатики, старший преподаватель кафедры МКиИТ МТУСИ, Москва, Россия
anton-ars@mail.ru

Шафеев Рамиз Михайлович
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
shafeev.ramiz@mail.ru

Аннотация
Целью данной статьи является комплексный анализ различных автоматизированных систем учета продуктов питания в индустрии общественного питания, исследование их функциональных особенностей, преимуществ и недостатков, а также эффективности их применения для оптимизации бизнес-процессов.

Ключевые слова:
Системы автоматизированного учета для предприятий общественного питания, учет продуктов питания, складской учет, партии, серии, сроки годности, iiko, r-keeper, трактиръ, мой склад.

Введение

Эта статья затрагивает аналитический обзор систем учета пищевых продуктов в индустрии общественного питания, акцентируя внимание на применении автоматизированных технологий. Освещаются характеристики и функционал данных систем, а также их преимущества и ограничения.

В эпоху рыночной экономики и интенсивной конкуренции в секторе общественного питания (далее – общепит) актуально становится улучшение и оптимизация процессов управления и учета продуктов питания, направленные на повышение их экономической эффективности, безопасности и качества. Параллельно, развитие информационных технологий и переход к цифровой экономике открывают новые перспективы и задают новые стандарты для систем учета пищевых продуктов, что требует их глубокого изучения и аналитического подхода [1].

Концепция системы автоматизации учета

Системы автоматизированного учета продуктов в сфере общественного питания предлагают интегрированные решения, обеспечивающие автоматизацию учета запасов и складской работы с продовольственными товарами. Они также важны для мониторинга качества продуктов, соблюдения сроков их годности, а также для контроля за расходом и доходностью. Эти системы значительно улучшают эффективность и конкурентоспособность предприятий общественного питания, включая кафе, рестораны, бары, столовые и фаст-фуд заведения, способствуя оптимизации их работы.

Основные преимущества систем автоматизации учета

Автоматизированные системы в области общественного питания, включая столовые и рестораны, предлагают ряд важных преимуществ:

– улучшение эффективности работы сотрудников;

– минимизация ошибок при приеме и обработке заказов;

– значительное снижение риска хищений или неправомерных действий со стороны персонала;

– контроль за остатками продуктов и ингредиентов на баре, кухне и складах в реальном времени;

– предоставление точной и полной информации для управления предприятием, вносящей коррективы в кадровую и ценовую политику, а также координирующей деятельность каждого члена команды [2].

Эти преимущества способствуют устранению многих ключевых проблем, с которыми сталкивается сфера общественного питания.

Структурные единицы и процессы учета

В сфере общепита важными компонентами являются разнообразные структурные подразделения: от складов до баров [3]. Ключевой аспект работы этих подразделений - взаимосвязь через процессы, которые можно оптимизировать благодаря автоматизации, особенно в учете продовольствия. В этих процессах можно выделить несколько этапов:

– прием продовольствия, обозначающий регистрацию поступления товаров на склад или в производство;

– управление запасами, включающее в себя контроль за состоянием, расходом и остатками продукции на складе;

– создание технологических карт, предусматривающих определение состава, необходимого количества и цены ингредиентов для блюд;

– транспортировка продуктов в производственные зоны, то есть перенос товаров со склада на кухни или в цеха;

– производство полуфабрикатов, преобразующее продукты в полуфабрикаты для последующего использования в кулинарии или продажи;

– учет затрат на продукты при изготовлении полуфабрикатов, включая расходы и ценовую оценку;

– мониторинг полуфабрикатов на складе, с учетом их наличия, расхода и остатков;

– распределение стоимости продуктов и полуфабрикатов на конечную стоимость готовых блюд;

– фиксация доходов в зависимости от формы оплаты, включая наличные, безналичный расчет и платежи по карте;

Независимо от изменений в процессе, контроль за движением продуктов является неотъемлемым [3].

Большинство систем в этой области имеют схожие функции, особенно в аспекте учета материальных затрат, включая продовольственные товары. Рассмотрим, как происходит списание материальных затрат, в частности, продуктов питания, в таких системах.

Анализ списания материальных затрат и актуализация данных в системах автоматизации учета

Процесс управления продуктовыми запасами в заведениях общественного питания начинается с формирования базы данных рецептур, где указывается необходимое количество ингредиентов для каждого блюда. Квалифицированные технологи применяют разные методы нормирования, включая использование стандартных рецептур или актов проработки. Эти рецепты затем ассоциируются с конкретными блюдами в меню заведений. Процесс продолжается автоматическим списанием продуктов со склада на основе заказов клиентов, принятых и выполненных в обеденном зале. Списание производится согласно расходным нормам, прописанным в рецептах.

Для обеспечения гибкости в управлении запасами, реализована функциональность замены ингредиентов. Это активируется в случаях, когда на складе отсутствует требуемый продукт, и повар использует его аналог. Кроме того, предусмотрена опция ручного внесения изменений в ингредиенты по согласованию с технологом.

Регулярно проводятся инвентаризации для контроля остатков на складе и анализа пересортицы. Важным элементом управления является контроль материальной ответственности сотрудников кухни, склада и снабжения [4].

Отличительными чертами программных решений для управления этими процессами являются удобство интерфейса, эффективность работы и, что наиболее важно, аналитические функции. Эти аналитические инструменты обеспечивают важную информационную поддержку управленческих решений в сфере общественного питания, способствуя развитию бизнес-аналитики.

Программный и аппаратный уровни системы автоматизации учета

Автоматизированная система учета продуктов питания включает в себя совокупность программных и аппаратных ресурсов, которые эффективно осуществляют сбор, обработку, сохранение, передачу и визуализацию данных о продуктах питания на предприятиях общественного питания. Эта система состоит из нескольких ключевых компонентов:

1. База Данных – фундамент системы, в которой аккумулируется вся информация о продуктах: их количество, стоимость, качество, сроки годности, информация о поставщиках, складах, заказах и отчетах.

2. Программное Обеспечение – элемент отвечает за взаимодействие с базой данных, включая ввод, обработку, анализ и контроль информации о продуктах питания. Он также используется для формирования различных документов, отчетов и статистических данных.

3. Аппаратное Обеспечение – компьютеры, терминалы, сканеры, принтеры, весы, электронные витрины и RFID-метки. Эти устройства обеспечивают взаимодействие с базой данных и программным обеспечением, а также помогают в фиксации и идентификации продуктов питания.

4. Сетевое Обеспечение, которое создает связь между разными элементами системы и обеспечивает доступ к информации о продуктах питания как внутри предприятия, так и извне.

Все эти компоненты синергетически работают вместе, чтобы выполнять многочисленные задачи, связанные с управлением и контролем продуктов питания на предприятиях общественного питания.

Программные решения для автоматизации учета продуктов

На рынке программных решений для сферы общественного питания выделяется система iiko, которая представляет собой комплексное решение для автоматизации управления ресторанами. Эта система включает в себя несколько ключевых компонентов:

– iikoRMS, предназначенная для оперативного управления ресторанами, включая обработку заказов и управление персоналом;

– iikoChain, обеспечивающая управление ресторанными сетями и предоставляющая инструменты для консолидированного контроля финансов, персонала и закупок;

– iikoCRM, сфокусированная на повышении лояльности клиентов через различные маркетинговые инструменты, включая системы скидок и программы лояльности.

Эти системы управления основаны на автоматизации и обладают следующими важными функциями:

– отслеживание доходов от продаж блюд для контроля доходности и выручки предприятия;

– улучшение уровня обслуживания клиентов, что ускоряет и упрощает процессы приема и выдачи заказов;

– надзор за действиями сотрудников для обеспечения фиксации всех операций сотрудников и подготовки соответствующих отчетов;

– снижение количества ошибок в сервисе, что позволяет уменьшить влияние человеческого фактора благодаря автоматизации;

– единое регулирование меню, позволяющее учитывать гибкое изменение ассортимента и цен, учет сезонности и спроса;

– стимулирование интереса у посетителей через реализацию акций, скидок и бонусных программ;

– составление аналитических отчетов для мониторинга бизнес-процессов в реальном времени и оптимизации деятельности предприятия.

iiko также включает в себя учет товаров по партиям, отслеживание сроков годности и предупреждение о необходимости списания просроченных товаров. В системе фиксируются подозрительные операции и подготавливаются соответствующие отчеты, что повышает контроль и безопасность управления.

В целом, iiko представляет собой многофункциональное решение, позволяющее комплексно автоматизировать процессы управления в сфере общественного питания, способствуя повышению эффективности и прибыльности предприятий. Отметим, что система не поддерживает серийный учет.

Система R-Keeper – инструмент, который обеспечивает полное управление залом, складом и отслеживание рабочего времени команды, предоставляя ключевую помощь владельцам ресторанов и финансовым директорам для успешного руководства. R-Keeper может функционировать как на одной кассе, так и на множестве терминалов, без каких-либо ограничений. Разработанная компанией UCS, программа RKeeper StoreHouse улучшает учет запасов и управление производственным процессом в заведениях общественного питания, включая рестораны, кафе и точки фаст-фуда. StoreHouse интегрируется с 1С: Бухгалтерия, позволяя автоматизировать создание операционных журналов и бухгалтерских записей в 1С на основе документов из StoreHouse. Благодаря специализированному OLE-серверу 1С: Бухгалтерия получает прямой доступ к данным StoreHouse, облегчая взаимодействие между этими системами.

Функционал системы включает в себя:

– организация логистики товаров включает в себя процессы приемки, распределения, списания и упаковки товаров;

– компьютеризированный подсчет стоимости приготовления блюд определяет автоматически затраты на ингредиенты для каждого блюда;

– электронное учетное списывание продуктов и полуфабрикатов при продаже блюд включает возможность замены используемых ингредиентов альтернативными продуктами;

– выполнение инвентаризационных процедур с учетом разнообразных параметров охватывает также подсчет полуфабрикатов;

– регистрация и сохранение данных о всех применяемых материалах включает информацию о мерах, контактных лицах, валютных значениях, налоговых тарифах и бухгалтерском учете.

Подобно упомянутой системе, здесь также используется учет по партиям без серийного учета. Базовый модуль, включающий учет сроков годности товаров, позволяет вести складской учет и анализировать продажи, давая возможность указывать срок годности при добавлении партии товара в систему и получать отчеты о просроченных товарах.

Трактиръ: Стандарт представляет собой специализированное ПО, созданное для удовлетворения потребностей ресторанов высокого класса, сетевых заведений быстрого питания и уютных бистро. Этот продукт обеспечивает комплексное решение для ведения бухгалтерского учета в сфере общественного питания. В его состав входит всеобъемлющая система бухгалтерии, включая план счетов, базы данных и исходные документы, а также инструменты для составления калькуляционных карточек, финансовых операций и отчетности. Программа обладает функционалом для формирования калькуляционных карточек на различные блюда, ведения учета продуктов и готовых блюд в количественно-стоимостном выражении, анализа расхода ингредиентов и финансовых результатов, реализации процессов инвентаризации и списания товаров, разработки меню и ценников, учета питания персонала, составления товарных отчетов и управления номенклатурой.

Важно подчеркнуть, что эффективность Трактиръ: Стандарт достигается только при интеграции с модулем Бухгалтерский учет в рамках системы 1С: Предприятие.

Как и в упомянутой ранее системе, здесь также применяется метод складского учета по партиям, исключая использование серийных номеров.

Облачная система Мой склад – это многофункциональный инструмент для управления товарами, охватывающий закупки, продажи, клиентскую базу, складскую логистику, финансовые операции и взаимодействия с поставщиками. Эта платформа предлагает широкий спектр возможностей для торговли, как в розничном, так и в оптовом формате, а также в онлайн и офлайн режимах, обеспечивая эффективное управление клиентскими отношениями и складскими запасами.

Программа позволяет точно отслеживать наличие товаров на складе, включая зарезервированные позиции. Пользователи имеют возможность работать с контрактами, ценовыми листами, клиентскими базами и формировать различные типы документации, включая товарные накладные. В системе Мой Склад реализован учет продаж, финансовый анализ и поддержка мультивалютных операций.

Кроме того, платформа предоставляет функционал для учета товаров с использованием серийных номеров и штрих-кодов, обработки заказов, резервирования товарных позиций, ведения документооборота, анализа статистики продаж и контроля взаиморасчетов с клиентами, а также возможность проведения email-рассылок через почтовые сервисы.

На данный момент в Мой Склад отсутствует функционал для розничных продаж, и система использует традиционный учет по партиям, не включающий серийные номера, что влечет за собой необходимость регулярных инвентаризаций. Разработчики в свою очередь планируют скоро реализовать функционал розничных продаж.

Заключение

Итогом проведенного анализа систем автоматизированного учета предприятий общепита, таких как iiko, R-Keeper, Трактиръ и Мой Склад, является понимание, что успешный выбор зависит от уникальных потребностей и целей каждого предприятия. Основываясь на их различных функциях, стоимости и потенциале интеграции, настоятельно рекомендуется учитывать легкость обслуживания и масштабируемость системы при ее выборе. Таким образом, идеальное программное решение будет зависеть от специфики и ресурсов каждого конкретного предприятия, подчеркивая важность индивидуального подхода в процессе выбора.

Литература

1. Автоматизированные системы учета на предприятиях ресторанного бизнеса [Электронный ресурс]. URL: https://www.rea.ru/ru/org/cathedries/pitkaf/Documents/%D0%9F%

D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8/%D0%90%D0%A1%D0%A3%D0%BD%D0%B0%D0%9F%D0%A0%D0%91.pdf (Дата обращения: 05.12.2023).

2. Автоматизация заведений общепита как универсальный помощник [Электронный ресурс]. URL: https://vkusologia.ru/osnashhenie/avtomatizaciya/ (Дата обращения: 04.12.2023).

3. *Кисилевич Т.И., Митрюшкин Я.Ю., Хвистани Г Р.* Автоматизация деятельности предприятий общественного питания: теория и опыт // Инновационное развитие экономики. 2018. № 6-1(48). С. 161-166.

4. *Чигвинцев В.В., Замбржицкая Е.С.* Проблемы выбора варианта автоматизации деятельности предприятий общественного питания // Закономерности, тенденции и перспективы развития информационной экономики XXI века: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 30 марта 2021 года. Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. С. 159-163.

5. *Шихатов П.И.* Автоматизация учетных процессов на предприятиях общественного питания и ее роль в формировании современной модели управленческого учета // Вестник Международного института экономики и права. 2017. № 2(27). С. 21-24.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ И СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫМ В ЦЕЛЯХ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Грычкин Сергей Евгеньевич,
старший преподаватель, МТУСИ, Москва, Россия,
sg@radiotest-mtuci.ru

Строганова Елена Петровна,
д.т.н., профессор МТУСИ, Москва, Россия,
es@radiotest-mtuci.ru

Аннотация

Рассмотрено специальное инфокоммуникационное оборудование и системы связи, управления и мониторинга, применяемые в целях технического регламента Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 050/2021 «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», в том числе те показатели и основные требования к ним, которые определяют безопасность продукции в таких условиях применения. Приведены схемы сертификации, используемые для подтверждения установленных требований ТР ТС 050/2021. Подчеркнута важность применения инфокоммуникационных технологий для целей ТР ЕАЭС 050/2021. Подробно рассмотрены основные требования к средствам управления, связи и оповещения об опасностях, а также средства мониторинга чрезвычайных ситуаций. Перечислены основные показатели оборудования и систем, испытываемые при сертификации, в том числе требования к программному обеспечению систем мониторинга.

Ключевые слова: гражданская оборона, чрезвычайные ситуации, мониторинг, испытания, сертификация.

Введение

В настоящее время обострения конфликтов на границах России особенно важны основные положения федеральных законов «О гражданской обороне», «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1], [2]. Из-за особенностей использования в экстремальных условиях требуются специализированное техническое и информационно-коммуникационное оборудование. В 2021 году был принят, а 1 июня 2023 г. вступил в силу технический регламент Евразийского экономического союза (ЕАЭС) ТР ЕАЭС 050/2021 «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [3].

Целями принятия данного технического регламента, являются установление обязательных требований к продукции, предназначенной для гражданской обороны (ГО) и защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, выпускаемой в обращение на территории ЕАЭС, так что принятие ТР ЕАЭС 050/2021 создало практическую основу для обеспечения безопасного применения продукции в рассматриваемых условиях. Если продукция подпадает под действие других технических регламентов [4-7], то все такие технические регламенты применяются к ней совместно.

ТР ЕАЭС 050/2021 распространяются на широкий перечень защитных средств, сооружений и специального оборудования, в том числе аварийно-спасательных робототехнических средств, и на другие технические средства и системы.

Инфокоммуникационные технологии чрезвычайно важны для обеспечения ГО и защиты от ЧС, так что в настоящей работе рассматриваются основные требования к средствам управления, связи и оповещения об опасностях в целях ГО и защиты от ЧС, и средствам мониторинга чрезвычайных ситуаций.

Технические средства управления, связи и оповещения, применяемые в целях гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций

При чрезвычайных ситуациях важнейшие задачи решают средства связи и устройства оповещения. Так что в ТР 050/2021 именно этому оборудованию уделяется особое внимание. Такое оборудование, встроенное в инфокоммуникационные системы, имеет единое управление с центральным сервером и пультом управления оперативного дежурного, и оконечным оборудованием, например устройствами звукового и видео оповещения, которое, в свою очередь должно иметь возможность автоматического иди ручного запуска. Таким образом, именно к инфокоммуникационным системам и оборудованию таких систем описанного выше вида устанавливаются требования безопасности в рамках ТР 050/2021.

Обсуждаемые технические средства должны удовлетворять требованиям по функционированию в заданных условиях (открытая местность, закрытые помещения), аппаратной и программной совместимости, приему и передаче команд управления, а также информационной безопасности.

Технические средства должны в условиях чрезвычайных ситуаций принимать и передавать сообщения по защищенным от несанкционированного доступа сетям с дублированием видов сетей связи и дублированием технологий сетей, а также видам сигналов в таких сетях (аналоговым и цифровым). При этом, если система оповещения интегрирована в систему связи, то подобные требования по дублированию и комбинированию применимы и к той части системы, которая отвечает за систему оповещения.

Для сбора данных и контроля функционирования в функции систем включают необходимо включать формирование базы данных, ведение журналов событий и др.

Испытания технических средств, помимо испытаний функциональных параметров, обязательно включают в себя также испытания по электромагнитной совместимости, по стойкости к внешним климатическим факторам, а для устройств, устанавливаемых на открытом воздухе – по степени защиты по оболочкам (код IP) по ГОСТ 14254-2015 [8].

Для средств оповещения чрезвычайно важно проводить испытания по разборчивости речи ГОСТ Р 50840-95 [9].

Изготовитель должен обеспечивать надежность технических средств, указывать в эксплуатационной документации срок службы.

Подтверждение соответствия требованиям Евразийского союза по ТР ЕАЭС 050/2021 осуществляется через процедуру сертификации. Для продукции, которая производится серийно, применяются схемы 1с и 2с. Если речь идет о партии устройств, то используется схема 3с. Для единичных устройств применяется схема 4с.

Осуществление мониторинга в условиях чрезвычайных ситуаций

Мониторинг в условиях чрезвычайных ситуаций является важным инструментом для обеспечения безопасности населения, снижения рисков, а также для оптимизации действий спасательных служб. Технические средства для осуществления мониторинга, обязательно включают в себя периферийные датчики извещения и контроля, ядро системы мониторинга в виде вычислительного комплекса, а также устройства для передачи данных.

Формой подтверждения соответствия для данной группы продукции также является сертификация, применяются те же схемы, которые перечислены в предыдущем разделе.

Проведение испытаний технических средств и систем мониторинга предполагает испытания их функциональных параметров в условиях внешних электромагнитных, климатических и механических воздействий. Применяются положения стандарта ГОСТ Р 22.1.16-2015 [10]. Например, одним из важных показателей, является коэффициент готовности, который требуется определять при испытаниях.

Испытания систем мониторинга предполагает испытания программного обеспечения таких систем. Для этой цели используются стандарты серии «Информационные технологии. Системная и программная инженерия», например, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017 [11], которые содержат требования к ПО и методы испытаний ПО и оценки качества информационных систем.

Важнейшими оцениваемыми показателями являются возможности интеграции различных объектовых устройств, средств обмена информацией, а также возможностей централизованного управления.

Заключение

В статье проанализированы вопросы применения технических средств и систем инфокоммуникационных технологий, применяемых в целях ГО и защиты от ЧС. Отмечено, что в рассматриваемом техническом регламенте установлены специальные требования к программному обеспечению.

Установлен двухлетний переходной период обязательного применения технического регламента ТР ЕАЭС 050/2021, что позволит обеспечить переход производств на технологические циклы, основанные на техническом регламенте. Введение и контроль положений ТР ЕАЭС 050/2021 будет осуществляться с 01 января 2025 г.

Бурное развитие технологий на настоящий момент диктует необходимость актуализации национальных и межгосударственных стандартов касающихся технических средств и систем инфокоммуникаций, применяемым в целях ГО и защиты от ЧС.

Литература

1. Федеральный закон № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
2. Федеральный закон № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Технический регламент ТР ЕАЭС 050/2021 «О безопасности продукции, предназначенной для гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. *Строганова Е.П., Грычкин С.Е.* Испытания на помехоустойчивость аппаратуры связи, устанавливаемой в промышленных зонах и на энергетических объектах. // Сборник трудов XII Международной отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», Москва, 14-15 марта 2018. М.: Медиа Паблишер. Т. 1. С. 86 -87.
5. *Грычкин С.Е., Строганова Е.П.* Основные требования к энергоэффективности инфокоммуникационного и электрического оборудования. // Сборник трудов XIV Международной отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», Москва, 18-19 марта 2020. М.: Медиа Паблишер. С. 29 -30.
6. *Исаева Л.Н., Строганова Е.П.* Обязательные требования к ограничению применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники. // Сборник трудов XIV Международной отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», Москва, 18-19 марта 2020. М.: Медиа Паблишер. С. 47 -48.
7. *Грычкин С.Е., Строганова Е.П.* Сертификация и испытания телекоммуникационного оборудования, предназначенного для применения на объектах ПАО "Газпром". // Сборник трудов XIII Международной отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», Москва, 20-21 марта 2019. М.: Медиа Паблишер. С. 12 -14.
8. ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) "Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)".
9. ГОСТ Р 50840-95 "Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости".
10. ГОСТ Р 22.1.16-2015 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Технические средства мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Методы испытаний.
11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017 "Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Требования к качеству готового к использованию программного продукта (R.USP) и инструкции по тестированию".

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Дроговоз Виктор Анатольевич,
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской Академии Наук, старший научный сотрудник, кандидат технических наук, Москва, Россия
vdrog@mail.ru

Аннотация
Рассмотрена онтология категории интероперабельности гетерогенных информационно-управляющих систем. На основе анализа моделей оценки и подходов к обеспечению интероперабельности представлены рекомендации по формулированию требований интероперабельности. Предложены элементы научного базиса для оптимизации требований по интероперабельности.

Ключевые слова
Интероперабельность, требования по интероперабельности, открытые системы, стандартизация.

Введение

Одной из особенностей цифровой среды является создание на основе разнородных информационно-управляющих систем (ИУС) единого информационного пространства. Главной проблемой при организации хранения и доступа к информации выступает гетерогенность (неоднородность) имеющихся ресурсов. Проблема взаимодействия между разнородными компонентами, получившая собственное название «проблема интероперабельности», увеличивает свою актуальность при добавлении новых экземпляров ИУС.

Согласно определениям, ГОСТ Р 55062-2021 [1], ISO/IEC/IEEE 24765:2010 [2] интероперабельность – это способность двух или более информационных систем (ИС) или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена. В ГОСТ Р 59853-2021 [3] аналогичное определение дано в отношении автоматизированных систем (АС), одной из разновидностей которых являются автоматизированные системы управления (АСУ).

С ростом неоднородности компонентов единое информационное пространство (ЕИП) трансформируется в сложную систему, то есть распределенную систему систем, состоящую из ИС, АС, ИУС и т.п.

1. Анализ онтологии категории интероперабельности

В работах [4, 5] был проведен анализ развития категории интероперабельности для АСУ и ИС (могут являться элементами ИУС) широкого класса в связи с процессами цифровой трансформации в экономической, производственной и других сферах деятельности.

Тенденции развития гетерогенной среды диктуют необходимость задания и обеспечения интероперабельности как комплексной характеристики функциональной совместимости подсистем и элементов ИУС, которую целесообразно задавать в техническом задании (ТЗ) на создание или модернизацию ИУС. Основные отечественные нормативно-технические документы, регламентирующие категории интероперабельности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Документы, регламентирующие категории интероперабельности

Наименование документа	Онтология категории интероперабельности
ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015	Интероперабельность как одна из характеристик качества систем и программных продуктов в системной и программной инженерии
ГОСТ Р 55062-2021	Представлена методика достижения интероперабельности для ИС широкого класса
ГОСТ Р 34.602-2020, ГОСТ Р 59853-2021	Прикладные стандарты, содержащие возможность задавать требования по интероперабельности для АС
ГОСТ Р 70569-2022	Методика обеспечения интероперабельности для сетецентрических информационно-управляющих систем
ГОСТ Р 59797 - 2021	Методика обеспечения интероперабельности для сложных систем

Согласно ГОСТ Р 55062-2021 интероперабельность считается обеспеченной, если преодолены значимые барьеры, располагающиеся на трех уровнях эталонной модели (технический, семантический, организационный).

Блок-схема методики обеспечения интероперабельности для ИС широкого класса согласно ГОСТ Р 55062-2021 [1] представлена на рисунке 1.

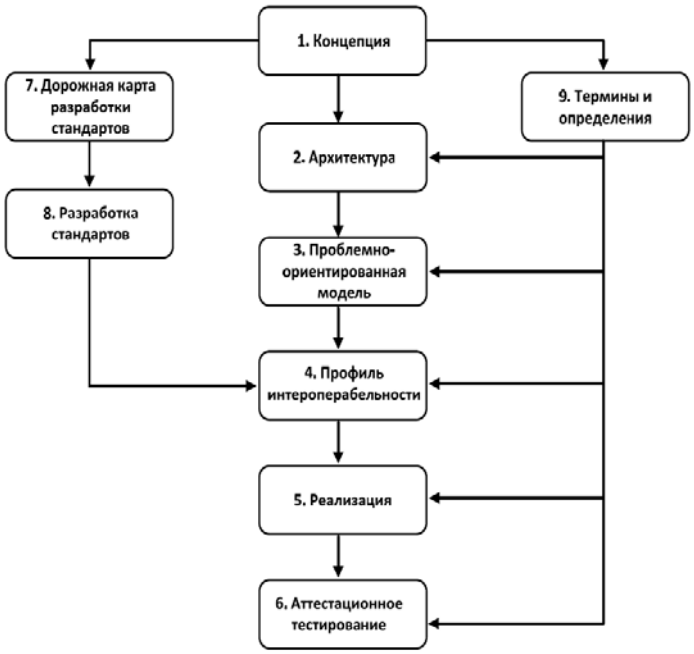


Рис. 1. Методика обеспечения интероперабельности для информационных систем широкого класса

В мире существует достаточно большое количество методик оценки «зрелости» интероперабельности, ориентированных в основном на тестирование или экспертную оценку соответствия интероперабельности некоему заранее заданному или известному качественному уровню.

Помимо метода функциональной стандартизации и принципов открытых систем к обеспечению интероперабельности можно отнести метод, основанный на моделях (Model Driven Interoperability), который по сути является развитием архитектурного подхода (Model Driven Architecture).

В аналитическом обзоре [6] рассмотрены основные международные модели, а также отечественный подход к обеспечению интероперабельности. Анализ иностранных публикаций [7] показывает, что существует большое число качественных моделей оценки интероперабельности (LISI, SCOPE, фреймворк DODAF и т.п.), но методов количественной оценки интероперабельности систем значительно меньше [8-13]. В работах [8, 10] помимо метода количественной оценки показателя интероперабельности предлагается алгоритм оптимизации барьеров и оценки разнообразия компонентов исследуемых информационных систем. Уязвимостью данного подхода является оператор-зависимый (субъективный) метод оценки барьеров интероперабельности и трудоемкий процесс построения графа информационных потоков и подготовки расчетных матриц для большого количества взаимодействующих ИУС, что ограничивает аналитические возможности данного подхода

2. Методические рекомендации по формированию требований по интероперабельности ИУС

Анализ документов из таблицы 1 показал, что не проработан механизм формулирования требований к интероперабельности, а методика обеспечения интероперабельности носит рамочный, обобщенный характер.

К основным предлагаемым подходам по заданию требований и обеспечению интероперабельности ИУС широкого класса относятся следующие:

– расширение целеполагания ИУС с включением требований по интероперабельности в техническое задание на создание или модернизацию изделий;

– выработка единого подхода к заданию требований по интероперабельности;

– создание алгоритма локализации барьеров интероперабельности для создаваемой (модернизируемой) ИУС;

– нормирование (количественная оценка) показателя интероперабельности, характеризующего состояние интероперабельности ИУС;

– исследование и оптимизация требований по интероперабельности ИУС

– разработка метода выбора рациональной технологии достижения интероперабельности;

– рекомендации по использованию подходов функциональной стандартизации и технологии открытых систем как наиболее рациональной технологии для обеспечения интероперабельности;

– рекомендации по использованию технологий искусственного интеллекта (ИИ) для обеспечения интероперабельности;

– рекомендации по обеспечению интероперабельности для подсистем ИУС, использующих технологии искусственного интеллекта;

– минимизация рисков снижения интероперабельности исходя из требований информационной безопасности;

– разработка типовых программ и методик для проведения испытаний в части интероперабельности;

– создание методических материалов и указаний по конструированию в части задания требований и обеспечения интероперабельности ИУС на всех этапах жизненного цикла изделий.

При выборе описаний требований по интероперабельности для ИУС целесообразно принимать во внимание и метод достижения интероперабельности, который эти требования обеспечит. Если заказчик планирует использовать подходы функциональной стандартизации при обеспечении интероперабельности, то и требования должны быть сформулированы на основе созданной проблемно-ориентированной модели интероперабельности. В таком случае созданная для ЕИП (формируемого из разнородных систем) проблемно-ориентированная модель будет содержать характеристики и диапазоны значений, при выполнении которых конкретными реализациями ИУС, интероперабельность входящих в ЕИП ИУС, будет считаться обеспеченной.

Объединяя в программном обеспечении отечественный подход по декомпозиции интероперабельности по трем уровням (организационный, семантический, технический) эталонной модели согласно ГОСТ Р 55062-2021 [1] и методы [8, 10] представляется возможным провести оценку показателя интероперабельности на каждом из трех уровней для дальнейшей оптимизации и внесения этого показателя в техническое задание.

Применяя программное обеспечение, позволяющее сделать расчет численного показателя интероперабельности для ИУС на этапах жизненного цикла, представляется возможным контролировать данный показатель, подтверждая реализацию требований ТЗ.

3. Научно-методический базис, используемый при исследовании категории интероперабельности

В таблице 2 представлены основные элементы научного базиса, используемые при исследовании интероперабельности в том числе для оптимизации требований интероперабельности ИУС.

Таблица 2

Основные элементы научного базиса, используемые в задачах исследования и оптимизации требований интероперабельности

Научный базис	Что позволяет исследовать (создавать)
Теория массового обслуживания, системы массового обслуживания	Обобщенную математическую модель интероперабельности ИС широкого класса. Для платформы интероперабельности рассчитать количество каналов обслуживания, вероятность немедленного обслуживания заявки и т.д.
Теория графов и матричных вычислений	Граф-ориентированную модель для расчета численного коэффициента интероперабельности по циклограмме управления. Количественный показатель интероперабельности для каждого из уровней (технический, организационный, семантический)
Функциональная стандартизация	Оптимизировать применение технологии открытых систем для обеспечения интероперабельности и информационной безопасности. Рекомендации по использованию технологий ИИ в обеспечении интероперабельности и интероперабельность ИИ как подсистемы ИУС.
Теория рисков	Оптимизировать риски снижения интероперабельности из-за учета требований по информационной безопасности.

В таблице 3 представлены основные элементы технологий искусственного интеллекта (ИИ), используемые в исследованиях интероперабельности

Таблица 3

Основные элементы технологий ИИ, используемые в задачах исследования и оптимизации требований интероперабельности ИУС

Элемент технологии ИИ	Что позволяет исследовать (создавать)
Технологии экспертных систем (частный случай технологий ИИ)	Модель интероперабельности в виде программной платформы, использующая алгоритмы экспертных систем. Исследовать процессы интероперабельности при помощи программного обеспечения на основе вводимых экспертных правил
Нечеткие логические вычисления (частный случай технологий ИИ)	Интеллектуализировать процесс выбора требований по совместимости и интероперабельности для ИУС Оптимизировать требования по интероперабельности. Интеллектуализировать процесс выбора технологии обеспечения интероперабельности Исследовать и создавать методику синтеза гетерогенных ИУС. Интеллектуализировать процесс выбора стандартов в профиль в условиях неполной информации. Создать нейро-нечеткую модель выбора требований и документов в профиль интероперабельности. Исключить вероятный конфликт требований по интероперабельности с требованиями по информационной безопасности.

Заключение

При создании требований по интероперабельности как для новых, так и для модернизируемых ИУС, необходимо минимизировать вероятность конфликта и дублирования требований интероперабельности с другими требованиями, например, видами совместимости или требованиями информационной безопасности.

Требования по интероперабельности в большей степени актуальны для изделий ИУС, запланированным к включению в единое информационное пространство различного подчинения. Для изделий с установленной схемой деления по ГОСТ Р 2.711-2019 [14] необходимо проводить согласование требований совместимости и интероперабельности для минимизации конфликтов и избыточности.

На этапе предпроектных исследований и создания технического задания целесообразно использовать как программу поиска и локализации барьеров, так и аппараты нечетких логических вычислений и логических правил для поиска оптимального перечня требований.

Для сложных ИУС, которые являются системой систем с высокими требованиями по информационной безопасности и интероперабельности, целесообразно применение подходов функциональной стандартизации, а именно применения технологий открытых систем с созданием документа «профиль интероперабельности».

Нормативные документы, располагающиеся в профиле интероперабельности должны быть упорядочены по уровням проблемно-ориентированной модели ИУС.

Литература

1. ГОСТ Р 55062-2021.Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения.
2. ISO/IEC/IEEE 24765:2010 Systems and software engineering – Vocabulary.
3. ГОСТ Р 59853-2021 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.
4. *Михневич С.Ю., Тежар А.А.* Эволюция понятия интероперабельности открытых информационных систем. Цифровая трансформация. 2023;29(2):60-66. https://doi.org/10.35596/1729-7648-2023-29-2-60-66
5. *Козлов С.В.* Эволюция требований по комплексированию функциональных подсистем АСУ: совместимость, интероперабельность, интеграция // Материалы 7-й Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения № 10 Российской академии ракетных и артиллерийских наук. В 3-х томах. Том 1. Москва, 2022 Издательство: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет). Москва. С. 291-296.
6. *Макаренко С.И., Олейников А.Я., Черницкая Т.Е.* Модели интероперабельности информационных систем // Системы управления, связи и безопасности. 2019. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-interoperabelnosti-informatsionnyh-sistem (дата обращения: 19.01.2024)
7. *Jabin Joseph, Dimyadi Johannes, Amor Robert.* 2019. Systematic literature review on interoperability measurement models. 10.13140/RG.2.2.33957.35047.
8. *Ford Thomas, Colombi John, Jacques David, Graham Scott*. 2009. A General Method of Measuring Interoperability and Describing Its Impact on Operational Effectiveness. The Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology. 6, pp. 17-32. https://www.researchgate.net/publication/249841408_A_General_Method_of_Measuring_Interoperability_and_Describing_Its_Impact_on_Operational_Effectiveness, дата обращения 19.01.2024.
9. *Ford Thomas*. 2008. Interoperability Measurement. https://www.researchgate.net/publication/235208208_Interoperability_Measurement, дата обращения 19.01.2024.
10. *Ford Thomas, Colombi John, Graham Scott, Jacques David*. 2008. Measuring System Interoperability (An i-Score Improvement). https://www.researchgate.net/publication/242487006_Measuring_System_Interoperability_An_i-Score_Improvement, дата обращения 19.01.2024.
11. *Батоврин В.К., Королев А.С.* Способ количественной оценки интероперабельности. // Информационные технологии и вычислительные системы, 2009, № 5. С. 91-96.
12. *Гришенцев А.Ю., Коробейников А.Г., Дукельский К.В.* Метод численной оценки технической интероперабельности. // Кибернетика и программирование, 2017, №3. С. 23-38. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=23540, дата обращения 19.01.2024.
13. *Рейнгольд Л.А., Волков А.И., Копайгородский А.Н., Пустозеров Е.Ю.* Семантическая интероперабельность в решении финансовых задач и способы ее измерения // Прикладная информатика, 2016, №4(64), URL: https://cyberleninka.ru/article/n/semanticheskaya-interoperabelnost-v-reshenii-finansovyh-zadach-i-sposoby-ee-izmereniya, дата обращения: 19.08.2023.
14. ГОСТ Р 2.711-2019 Единая система конструкторской документации. Схема деления изделия на составные части.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СЕТЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СВЯЗИ В ЭКСТРАОРДИНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ермаков Алексей Валентович,
ЛОНИИР, начальник отдела системных исследований, кандидат экономических наук, Санкт-Петербург, Россия,
ermakov-it@yandex.ru

Соколов Николай Александрович,
ООО «ПРОТЕЙ СТ», директор по науке, доктор технических наук, Санкт-Петербург, Россия,
sokolov@protei.ru

Федоров Александр Владимирович,
ЛОНИИР, начальник отдела разработки и тестирования инфокоммуникационных систем и средств измерений, Санкт-Петербург, Россия,
a.fedorov@loniir.ru

Аннотация

Предлагаются принципы использования инфокоммуникационных ресурсов сетей производственной связи в экстраординарных условиях. В таких условиях сеть связи общего пользования нуждается в дополнительных ресурсах. Возможность их заимствования осложняется проблемами совместимости, касающихся технических характеристик инфокоммуникационных сетей. Рекомендуемые решения базируются на используемых правилах взаимодействия инфокоммуникационных сетей и новых возможностях.

Ключевые слова

Инфокоммуникационная сеть, экстраординарные условия, взаимодействие, совместимость, заимствование, ресурсы.

Введение

Современные сети производственной связи создаются на основе пакетных технологий передачи и коммутации, что позволяет поддерживать обмен сообщениями разной природы за счет использования единого комплекса аппаратно-программных средств. Сеть связи общего пользования (ССОП) также развивается на базе пакетных технологий передачи и коммутации. Как правило, она отстает от того уровня, который характерен для большей части современных инфокоммуникационных сетей производственной связи.

В экстраординарных условиях, когда в сети связи общего пользования наблюдаются отказы оборудования и перегрузки, один из возможных путей ее частичного восстановления заключается в заимствовании инфокоммуникационных ресурсов. Источниками такого заимствования могут стать современные сети производственной связи. Эффективность заимствования ресурсов, в значительной мере, будет определяться качеством превентивной подготовки взаимодействующих инфокоммуникационных сетей в экстраординарных условиях разного характера.

Подобные задачи связаны с обеспечением совместимости по стандартам, определяющим телекоммуникационные и информационные процессы в сетях электросвязи. Особое внимание должно уделяться совместному взаимодействию систем управления и обеспечению информационной безопасности. Еще одним важным вопросом становится поддержка максимально возможного уровня качества предоставляемых услуг за счет введения алгоритмов для ограничения тех видов трафика в ССОП, которые не являются важными с точки зрения решения проблем, порождаемых последствиями экстраординарных условий (например, интерактивные игры и иные развлечения).

Модель взаимодействия двух сетей электросвязи

Для анализа основных аспектов заимствования ресурсов, имеющихся в сетях производственной связи, можно использовать модель, приведенную на рисунке 1. В этой модели показаны элементы только одной сети производственной связи (СПрС), которой присвоен индекс «А». Индекс «В» идентифицирует элементы ССОП. Взаимодействие между одноименными элементами ССОП и СПрС показано при помощи пунктирных линий. На этих линиях расположены соответствующие интерфейсы – I_j. Предполагается, что эти интерфейсы являются идентичными для ССОП и СПрС, но для выполнения процедур изъятия инфокоммуникационных ресурсов и их последующего возвращения потребуется доработка используемых протоколов.

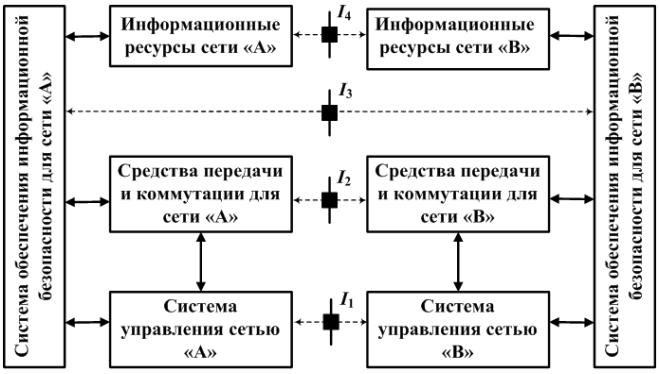


Рис. 1. Модель взаимодействия сетей «А» и «В»

Модель взаимодействия сетей электросвязи обычно включает большее количество элементов [1], но для рассматриваемых ниже задач можно ограничиться только теми, которые приведены на рисунке 1. Аспекты использования инфокоммуникационных ресурсов при возникновении экстраординарных условий рассмотрены в [2] для иной задачи: передача ресурсов ССОП в телекоммуникационную сеть специального назначения. Тем не менее, методологический подход, разработанный в [2], частично может быть применен и для рассматриваемой модели.

Взаимодействие систем управления сетей «А» и «В» служит залогом успешного выполнения операций, которые реализуют функции заимствования ресурсов и их последующего возвращения. Для корректной совместной работы обеих систем управления должны быть превентивно разработаны соответствующие алгоритмы. Их реа-

лизация потребует дополнения программного обеспечения в сетях «А» и «В».

Средства передачи и коммутации будут заимствованы в редких случаях. Транспортные ресурсы (средства передачи) могут быть переданы в ССОП в тех случаях, когда СПрС представляет собой распределенную инфокоммуникационную систему. Иными словами, в тех случаях, когда оборудование СПрС размещено в нескольких зданиях, удаленных друг от друга. Если в СПрС реализована концепция «W+W» [3], то часть транспортных ресурсов, основанных на беспроводных технологиях, также может быть передана в ССОП.

Средства коммутации могут оказаться полезными, если аналогичные устройства ССОП, расположенные вблизи СПрС, не работоспособны. Тогда узлы коммутации СПрС могут выполнять функции аналогичных элементов в составе ССОП.

Использование системы обеспечения информационной безопасности, созданной в СПрС, представляется разумным решением. Оно подтверждается тем, что в СПрС система обеспечения информационной безопасности, как правило, будет более эффективным средством, нежели в ССОП [4].

Задействование информационных ресурсов, созданных в составе СПрС, представляется одним из самых перспективных вариантов для обеспечения эффективной работы инфокоммуникационной системы общего пользования. Это утверждение основано на том факте, что перспективные вычислительные мощности (в частности, центры обработки данных и суперкомпьютеры) обычно принадлежат современным производственным предприятиям.

В экстраординарных условиях сотрудники экстренных оперативных служб могут находиться в тех географических точках, которые расположены на территории, обслуживаемой СПрС. Тогда могут быть полезны ресурсы сетей доступа [5]. Соответствующая возможность будет эффективной при условии, что места размещения резервного оборудования [6] выбраны с учетом характеристик территории, для которых возникновение экстраординарных условий весьма вероятно. К этому следует добавить, что оперативность принятия решений возрастает при использовании общей инфраструктуры для инфокоммуникационных сетей разного назначения [7].

Управление ресурсами ССОП и СПрС

Типичный пример управления ресурсами ССОП и СПрС приведен на рисунке 2. Он иллюстрирует основные идеи, которые могут быть реализованы за счет не столь существенных коррекций программного обеспечения в узлах коммутации и в системах управления обеих сетей.

Предполагается, что на отрезке времени от t_0 до t_1 обеспечивается поддержка всех видов услуг, которые специфицированы для ССОП. Ресурсы, которыми располагает ССОП, обозначены как $R(t_0)$.

В момент времени t_1 фиксируются последствия, обусловленные возникновением экстраординарных условий. Практически сразу же ССОП перестает поддерживать услуги, входящие в некое множество $\{G\}$. В основном речь идет о развлекательных услугах, отказ от поддержки которых не влияет на эффективность работы экстренных оперативных служб и ремонтных бригад, восстанавливающих работоспособность оборудования ССОП. По этой причине и выбрано обозначение «G» – от «game» в английском языке (игра).

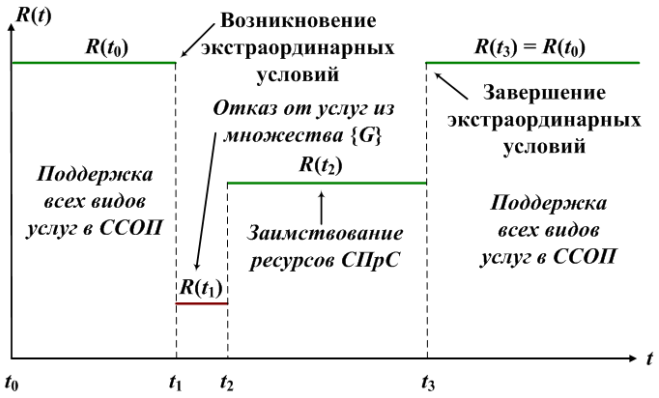


Рис. 2. Процесс управления ресурсами ССОП и СПрС

На отрезке времени от t_1 до t_2 для ССОП доступны ресурсы $R(t_1)$. Предположим, что эти ресурсы не достаточны для обслуживания трафика ССОП. Тогда заимствуются ресурсы СПрС. Это позволяет повысить уровень доступных ресурсов ССОП до уровня $R(t_2)$. Они остаются в составе ССОП вплоть до момента времени t_3.

Завершение экстраординарных условий, происходящее в момент времени t_3, позволяет отказаться от заимствованных ресурсов. Это означает, что ССОП способна обеспечить поддержку всех специфицированных для нее инфокоммуникационных услуг.

Рассмотренный пример управления ресурсами ССОП и СПрС отражает одно из возможных решений, не касаясь некоторых деталей. Например, переходы между разными значениями ресурсов могут быть реализованы не в виде скачкообразного изменения исследуемой функции, а с использованием принципов гистерезисного управления [8]. Отдельного обсуждения заслуживают аспекты изменения трафика при отказе от поддержки услуг, входящих в состав множества $\{G\}$.

Изменение трафика ССОП

При отказе от поддержки услуг из множества $\{G\}$ уменьшается интенсивность потока IP-пакетов – заявок в терминах теории телетрафика. Это, естественно, снижает нагрузку на оборудование ССОП. Кроме того, как показали измерения трафика, меняется его характер [9].

Пакетному трафику, в общем случае, присуще свойство фрактальности, которое оценивается при помощи показателя Херста [10]. При отказе от услуг, входящих в состав множества $\{G\}$, величина показателя Херста снижается до уровня, который свидетельствует об отсутствии свойства фрактальности. Это означает, что операция целенаправленного прореживания потока заявок, в котором исключен трафик из множества $\{G\}$, улучшает характеристики качества предоставления совокупности инфокоммуникационных услуг, поддерживаемых вплоть до момента времени t_3.

Следует подчеркнуть, что данный вывод был получен на основании измерений трафика, проведенных более пяти лет назад. Не исключено что некоторые новые виды инфокоммуникационных услуг значительно изменят профиль трафика. По этой причине необходимо периодически проводить измерения пакетного трафика, получаемого при отказе от поддержки некоторых видов инфокоммуникационных услуг. Это позволит оценить эффективность предложенной в предыдущем разделе процедуры управления ресурсами ССОП и СПрС. При необходимости, следует разработать новые алгоритмы управления ресурсами ССОП и СПрС.

Направления дальнейших исследований

Предложения, сформулированные в предыдущих разделах, могут быть использованы на практике уже в ближайшее время. Вместе с тем, следует провести дальнейшие исследования, которые можно свести к пяти основным направлениям.

Первое направление связано с исследованием тех изменений трафика, которые обусловлены различными причинами. В первую очередь, следует ожидать заметных изменений трафика по мере практической реализации концепции «Сеть-2030» [11]. Несомненно, будет существенно расти интенсивность трафика; станут меняться и его стохастические характеристики.

Второе направление обусловлено актуальностью разработки и применения адаптивных алгоритмов управления ресурсами ССОП и СПрС. Весьма продуктивным подходом к решению подобных задач считается применение аппарата искусственных нейронных сетей [12]. Не исключено, что разумным компромиссом станет совместное использование нескольких вариантов разработки и совершенствования адаптивных алгоритмов управления ССОП и СПрС.

Третье направление базируется на методологическом подходе, названным авторами в одном из докладов «the way it should be» – так, как должно быть. Суть этого подхода состоит в том, что следует выбрать решение задачи так, чтобы оно обеспечило достижение поставленной цели в течение жизненного цикла анализируемых технических средств и/или технологий. Обычно анализируется текущая ситуация, которую на английском языке часто называют «as is» – как есть [13]. При решении только первоочередной задачи используется подход вида «how it needs to be tomorrow» – как надо завтра. Как правило, такой подход не позволяет получить эффективное решение на длительную перспективу.

Четвертое направление основано на проведении междисциплинарных исследований [14]. Они позволяют найти причинно-следственные связи, которые невозможно обнаружить в рамках одной дисциплины. По этой причине важно не просто разработать принципы взаимодействия ССОП и СПрС при возникновении экстраординарных условий, но и уяснить закономерности их появления, а также спрогнозировать наиболее вероятные последствия.

Пятое направление – создание цифровых двойников, объединяемых в одноименную сеть [15]. В некотором смысле сеть цифровых двойников может рассматриваться как один из инструментов для проведения междисциплинарных исследований. С другой стороны, сеть цифровых двойников представляет собой своего рода когнитивную базу знаний, которая непрерывно пополняется за счет анализа положительного и отрицательного опыта взаимодействия ССОП и СПрС при возникновении экстраординарных условий. При этом может использоваться концепция «Измененная реальность» [16], позволяющая исключить из процесса исследования элементы, которые не представляют практического интереса, а также ввести условные (отсутствующие и в ССОП, и в СПрС) объекты, если они существенно упрощают решение поставленных задач.

Перечисленные положения не исчерпывают направления дальнейших исследований. Они формируют своего рода необходимый перечень работ, который будет и уточняться, и дополняться по мере накопления и анализа полученной информации.

Заключение

Возникновение экстраординарных условий может приводить к отказам части технических средств ССОП. Для полного и частичного восстановления работоспособности ССОП могут – на некоторое время – использоваться ресурсы, которые созданы в ряде СПрС. Эти ресурсы включают, в основном, средства передачи и коммутации, а также обработки информации.

Практическая реализация возможности по заимствованию ресурсов СПрС требует создания нормативной базы и доработки аппаратно-программных средств и ССОП, и СПрС. Такая доработка подразумевает коррекцию программного обеспечения, что позволит реализовать на практике предложенный процесс управления ресурсами ССОП и СПрС или иные процедуры аналогичного характера.

При решении поставленной задачи уместно использовать те функциональные возможности, которые свойственны концепциям «W+W» [3], «Сеть цифровых двойников» [15] и «Измененная реальность» [16]. Их совместное применение позволит получить ощутимый эффект для решения поставленной задачи.

Важным условием оперативного восстановления ресурсов ССОП станет превентивная подготовка к работе при возникновении экстраординарных условий. С этой точки зрения удачным подходом к разработке нового поколения инфокоммуникационного оборудования можно считать идеи, предложенные в [17]. Они учитывают аспекты долгосрочной эволюции инфокоммуникационных систем разного назначения.

Литература

1. *Соколов Н.А.* Телекоммуникационные сети. Глава 3. М.: Альварес Паблишинг, 2004. 190 с.
2. *Федоров А.В., Тынянкин С.И., Ступницкий М.М.* Задачи использования телекоммуникационных ресурсов при возникновении экстраординарных событий // Электросвязь, 2022, №10. С. 30-33.
3. *Ермаков А.В., Коломенский К.Ю., Соколов Н.А.* Эволюция концепции W+W для развития телекоммуникационной системы при переходе к цифровой экономике // Электросвязь, 2022, №2. С. 42-46.
4. *Ермаков А.В., Соколов Н.А.* Метод повышения уровня информационной безопасности за счет использования конвертора "Изображение – Данные" // Информация и космос, 2022, №4. С. 28-31.
5. *Соколов Н.А., Федоров А.В.* Задачи комплексного использования ресурсов в сетях доступа // Первая миля, 2023, №1. С. 22-28.
6. *Федоров А.В.* Метод выбора мест размещения резервного оборудования в сети связи общего пользования // Электросвязь, 2023, №9. С. 22-28.
7. *Ермаков А.В., Соколов Н.А., Федоров А.В.* Задачи создания общей инфраструктуры для сетей разного назначения // Информация и космос, 2020, №2. С. 6-11.
8. *Красносельский М.А., Покровский А.В.* Системы с гистерезисом. М.: Наука, 1983. 272 с.
9. *Леваков А.К.* Сеть связи следующего поколения в чрезвычайных ситуациях. Анализ моделей телетрафика. М.: ИРИАС, 2019. 124 с.
10. *Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В.* Фрактальные процессы в телекоммуникациях. М.: Радиотехника, 2003. 480 с.
11. *Росляков А.В.* СЕТЬ-2030: архитектура, технологии, услуги. – М.: ИКЦ «Колос-с», 2022. 278 с.
12. *Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М.: Горячая линия – Телеком, 2013. 384 с.
13. *Соколов Н.А.* Задачи планирования сетей электросвязи. СПб.: Техника связи, 2012. 432 с.
14. *Repko A., Szostak R.* Interdisciplinary Research: Process and Theory Third Edition. SAGE, 2017. 464 p.
15. *Seilov Sh. Zh., Kuzbayev A.T., Seilov A.A., Shyngisov D.S., Goikhman V.Yu., Levakov A.K., Sokolov N.A., Zhursinbek Y. Sh.* The Concept of Building a Network of Digital Twins to Increase the Efficiency of Complex Telecommunication Systems // Complexity (Special Issue), vol. 2021. 9 p.
16. *Ermakov A., Sokolov N., Fedorov A.* Concept of the "modified reality" for the sustainable development and environmental technologies // Proceedings of the EMMFT-2023. Vol. 458. 8 p.
17. *Куликов Н.А., Пинчук А.В., Соколов Н.А.* Особенности разработки инновационных решений на длительную перспективу // Первая миля, 2019, №5. С. 48-53.

ПРОЦЕССЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Ефимушкин Владимир Александрович,
ООО «Фирма «СВЕТЕЦ», директор по работе с государственными программами, к.ф.-м.н., Москва, Россия
v.efimushkin@ svetets.ru

Ледовских Татьяна Владимировна,
ООО «Фирма «СВЕТЕЦ», директор по взаимодействию с органами государственной власти, к.ф.-м.н., Москва, Россия,
t.ledovskikh@svetets.ru

Чукарин Андрей Валерьевич,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», директор департамента нормативного и методического обеспечения, к.фарм.н., Москва, Россия
a.chukarin@aigov.ru

Аннотация

Рассмотрены процессы стандартизации в области искусственного интеллекта (ИИ), реализуемые международными стандартизирующими организациями. Стандартизация в области ИИ все еще находится на ранней стадии. Хотя некоторые аспекты ИИ или вспомогательных технологий уже довольно давно входят в сферу компетенции существующих организаций и групп по стандартизации, в настоящее время формируются новые группы для рассмотрения области ИИ с более широкой точки зрения.

Ключевые слова

Стандарт, стандартизация, искусственный интеллект, ИИ, ML

Введение

Процессы стандартизации в области ИИ, реализуемые международными стандартизирующими организациями, в целом отражают процессы развития и применений методов, технологий и решений ИИ в реальной жизни, в экономике и социальной сфере. Международные стандартизирующие организации ISO, IEC, ITU, ETSI, IEEE проводят большую работу в целях создания нормативной структуры, упрощающей взаимодействие предприятий – производителей технологических решений в области ИИ и организаций, внедряющих эти решения.

Влияние стандартизации, особенно на международном уровне, обеспечивает, помимо упрощения взаимодействия, существенные дополнительные возможности для всех игроков рынка ИИ.

Область ИИ быстро развивается, и усилия по стандартизации наращиваются. Помимо крупнейших международных стандартизирующих организаций значительный вклад вносят международные консорциумы, ассоциации и форумы, объединяющие организации исследователей, разработчиков, внедренческие компании. Существенную роль вносят национальные стандартизирующие организации, разрабатывающие новые и адаптирующие международные стандарты [1,2].

Влияние стандартов ИИ

Стандартизация ИИ является важной областью, включающей в себя разработку и внедрение стандартов, способствующей международной кооперации и обмену технологиями в этой области. Стандарты ИИ могут оказывать значительное влияние на развитие всех отраслей экономики и социальной сферы, и, прежде всего, промышленности, обеспечивая унификацию, безопасность, регулирование, обучение и финансирование, что в свою очередь способствует созданию более эффективных, надежных и безопасных систем ИИ для промышленного использования.

Унификация технологий: Стандарты ИИ обеспечивают унифицированный подход к разработке и использованию технологий ИИ, что упрощает взаимодействие между различными устройствами, гарантирует беспрепятственную совместную работу различных моделей и систем ИИ, позволяет обмениваться данными, моделями и алгоритмами, способствует интеграции технологий ИИ в деятельность организаций, быстрому развитию и внедрению ИИ в промышленность.

Безопасность: Стандарты, помогая укрепить доверие к технологиям ИИ, могут устанавливать нормы и требования к безопасности систем ИИ, обеспечивая корректную работу систем ИИ и минимизируя угрозы для пользователей или промышленных процессов, устанавливают передовые методы разработки, тестирования и развертывания ИИ, гарантируя, что системы ИИ дают точные результаты.

Регулирование: Стандарты служат основой для разработки и внедрения регуляторных норм и правил развития ИИ, предоставляя законодателям, регулирующим органам и политикам общий язык для определения и регулирования технологий ИИ. Стандарты позволяют разработать эффективную политику, гарантируя использование ИИ в соответствии с законодательством и этическими принципами.

Обучение и сертификация: Стандарты также могут определять требования к обучению и сертификации специалистов в области ИИ, что стимулирует развитие кадрового потенциала и повышает качество профессиональной подготовки специалистов.

Инвестиции и финансирование: Стандарты, устанавливающие критерии качества и уровня безопасности систем ИИ, способствуют широкому внедрению технологий ИИ за счет снижения барьеров для входа, привлечению инвестиций и финансирования развития технологий ИИ, ускорению внедрения новых технологий и решений ИИ, инновациям и конкуренции в индустрии ИИ. Стандартизированные модели и интерфейсы ИИ также способствуют разработке новых приложений и услуг, расширяя рынок и стимулируя экономический рост.

Этика и справедливость: Стандартизация ИИ помогает установить принципы этической разработки и внедрения ИИ, беспристрастность, прозрачность и подотчетность систем ИИ, снижая риск дискриминационных или несправедливых результатов. Стандарты способствуют ответственному использованию ИИ и защищают конфиденциальность и права людей на данные.

Тенденции развития стандартизации ИИ

Ключевыми тенденциями развития стандартизации ИИ являются:

– *Интероперабельность:* растет потребность в совместной работе систем ИИ и беспрепятственном обмене данными. Стандарты совместимости разрабатываются для эффективного взаимодействия и обмена информацией систем на базе различных технологий ИИ.

– *Этические соображения:* все большее внимание уделяется этическим соображениям и ответственному развитию ИИ. Разрабатываются стандарты для решения таких проблем, как предвзятость, справедливость, конфиденциальность и прозрачность в системах ИИ.

– *Качество данных и управление:* ключевой задачей в разработке ИИ является обеспечение качества и надежности данных, используемых для обучения моделей ИИ, что требует разработки стандартов.

– *Устойчивость и надежность:* системы ИИ должны быть надежными и устойчивыми, чтобы работать стабильно и точно в реальных сценариях. Разрабатываются стандарты для определения показателей производительности, методологий тестирования и процессов обеспечения качества систем ИИ.

– *Объяснимость и интерпретируемость:* системы ИИ часто характеризуются природой «черного ящика», что затрудняет понимание того, как они принимают решения. Разрабатываются стандарты для улучшения объяснимости и интерпретируемости моделей ИИ, что позволяет лучше понимать их результаты и доверять им.

– *Межсекторальное сотрудничество:* стандартизация ИИ – это междисциплинарная работа, требующая межсекторального сотрудничества для обеспечения того, чтобы стандарты были всеобъемлющими, адаптируемыми и широко принятыми.

Тенденции развития стандартизации ИИ соответствуют цели создания ответственных, надежных и заслуживающих доверия систем ИИ, которые можно эффективно развертывать и регулировать в различных областях и отраслях.

Ключевые международные организации в области стандартизации ИИ

Существует ряд международных организаций по стандартизации в области ИИ:

ISO. Международная организация по стандартизации (ISO, International Organization for Standardization), в лице Технического комитета ISO 164, является одним из ключевых игроков в этой области, разрабатывая стандарты для различных аспектов ИИ, таких как терминология ИИ, надежность и безопасность, управление данными и системами ИИ, функциональность и этика, обеспечение совместимости. Например, ISO разработала стандарт ISO/IEC 20546, который определяет требования к безопасности и приватности для систем ИИ [3].

Несколько Технических комитетов ISO занимаются подготовкой стандартов, связанных с приложениями ИИ:

– TC 22 «Дорожные транспортные средства» формулирует основные стандарты для дорожных транспортных объектов, изучает проблемы стандартизации, связанные с интеллектуальными и подключенными автомобилями;

– TC 68 «Финансовые услуги» работает над стандартизацией финансового и банковского сектора. Новые тенденции, ИИ, отражены в 58 стандартах TC 68;

– TC 299 «Робототехника» охватывает стандартизации робототехники и применения ИИ для многих целей.

IEC. Международная электротехническая комиссия (IEC, International Electrotechnical Commission) в лице объединенного технического комитета ISO/IEC JTC 1 по вопросам ИТ, в течение длительного времени работает в области терминологии ИИ.

Несколько комитетов IEC рассматривают ИИ как один из элементов, влияющих на их программы работы. Это SC 45A «Контрольно-измерительные приборы, системы управления и электроэнергетические системы ядерных установок», TC 100 «Аудио, видео и мультимедийные системы и оборудование» и TC 124 «Носимые электронные устройства и технологии».

ISO/IEC JTC 1. Поскольку деятельность ISO и IEC в области ИИ сильно увязана, остановимся подробнее на Комитете ISO/IEC JTC 1. Объединенный технический Комитет ISO/IEC JTC 1 по вопросам ИТ уже долгое время выполняет работу в области терминологии ИИ. Бывшая рабочая группа по словарю JTC 1 ранее выпустила серию международных стандартов по терминологии ИИ: ISO/IEC 2382-28/29/31/34 объединенных затем в общий стандарт словаря по ИТ JTC 1 ISO/IEC 2382:2015.

Подкомитет ISO/IEC JTC 1/SC 42 был создан в ноябре 2017 года для рассмотрения конкретных требований стандартизации ИИ. В задачу JTC 1/SC 42 входит выполнение функций основного органа и инициатора программы стандартизации JTC 1 в области искусственного интеллекта, а также предоставление рекомендаций для подкомитетов JTC 1, IEC и ISO, разрабатывающих приложения, связанные с искусственным интеллектом [3].

JTC 1/SC 42 учредило три исследовательские группы:

– SG1: Вычислительные подходы и характеристики систем ИИ для изучения различных технологий, используемых системами ИИ (например, алгоритмы ML), включая их свойства и характеристики, существующие специализированные системы ИИ (например, компьютерное зрение, обработка естественного языка) для понимания и определения лежащих в их основе вычислительных подходов, архитектур и характеристик, а также отраслевые практики, процессы и методы применения систем ИИ.

– SG2: Вопросы надежности и исследования подходов к установлению доверия к системам ИИ посредством обеспечения прозрачности, проверяемости, объяснимости, управляемости и т.д., инженерные ловушки и оценка типичных связанных с ними угроз и рисков для систем ИИ с их методами смягчения последствий; подходы к достижению устойчивости, надежности, точности, безопасности, защищенности, конфиденциальности и т.д. в системах ИИ; типы источников систематических ошибок в системах ИИ с целью их минимизации, включая статистическую ошибку в системах ИИ и при принятии решений с помощью ИИ.

– SG3: Варианты использования и приложения для определения различных областей применения ИИ (социальные сети, встроенные системы, …) и различных контекстов их использования (здравоохранение, умный дом, автономные автомобили, …), сборки репрезентативных вариантов использования и описания приложений, используя терминологию и концепции, определенные в ISO/IEC 22989 и ISO/IEC 23053, расширения терминологии по мере необходимости.

Действующие и разрабатываемые стандарты ISO/IEC в области ИИ насчитывают более 40 документов.

Поскольку ИИ является сквозной технологией, затрагивающей многие другие области и приложения ИТ, другие подкомитеты JTC 1 проводят работу по стандартизации, рассматривая ИИ как вспомогательную технологию:

– JTC 1/SC 24: Компьютерная графика, обработка изображений, данные об окружающей среде;

– JTC 1/SC 27: Методы ИТ-безопасности;

– JTC 1/SC 35: Пользовательские интерфейсы;

– JTC 1/SC 37: Биометрия;

– JTC 1/SC 38: Облачные вычисления и распределенные платформы;

– JTC 1/SC 40: Управление ИТ-услугами;

– JTC 1/SC 41: IoT и сопутствующие технологии.

ITU. Международный союз электросвязи (ITU, International Telecommunication Union), занимается разработкой стандартов для телекоммуникационных приложений, основанных на ИИ. Эти стандарты охватывают различные аспекты ИИ, включая терминологию, архитектуру, алгоритмы, этику и конфиденциальность. ITU создал рабочие и исследовательские группы, занимающиеся стандартизацией ИИ, где эксперты со всего мира вместе работают над разработкой этих стандартов [4].

ITU тесно сотрудничает с другими организациями по стандартизации: ISO, IEC для обеспечения согласованности и функциональной совместимости между различными стандартами и структурами.

В секторе стандартизации ITU действует Оперативная группа по машинному обучению (ML) для будущих сетей, включая 5G (FG-ML5G). В ее задачи входит:

– помощь во внедрении ML в будущих сетях, включая архитектуру, интерфейсы, варианты использования, протоколы, алгоритмы, форматы данных, совместимость, производительность, оценку, безопасность и защиту личной информации;

– изучение и анализ существующих технологий, платформ, руководств и стандартов ML в будущих сетях;

– определение аспектов, обеспечивающих безопасное и надежное использование структур ML;

– обзор и изучение процессов обучения, адаптации, сжатия и обмена алгоритмами ML в будущих сетях, а также вопросов взаимодействия алгоритмов друг с другом;

– определение возможных требований ML к будущим сетям с учетом различных стеков фиксированной и мобильной связи, а также содействие разработке новых методов ML, удовлетворяющих этим требованиям;

– определение возможных требований к функциональности сети, интерфейсам и использованию ML;

– выявление проблем стандартизации в ML для телекоммуникаций;

–анализ пробелов и дорожной карты ML для определения рекомендаций по этим темам.

ETSI. В Европейском институте стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI, European Telecommunications Standards Institute) действует Группа отраслевых спецификаций (ISG) по экспериментальному сетевому интеллекту (ENI), целью которой является разработка стандартов для системы управления когнитивными сетями, включающей вариант управления с обратной связью. Подход основан на модели «мониторинг-анализ-планирование-выполнение» и дополняется возможностями обучения.

Предусмотренная система управления когнитивной сетью позволяет управлять использованием доступных сетевых ресурсов и услуг в соответствии с изменением потребностей пользователей в режиме реального времени, условий окружающей среды и бизнес-целей. Решения, принимаемые системой, основаны на подробной информации о сложных состояниях сетевых ресурсов и политиках, выражающих предпочтения операторов.

Подход ISG ENI включает также введение метрик и количественную оценку опыта операторов, оптимизацию и корректировку опыта операторов с течением времени с использованием преимуществ машинного обучения. С целью тиражирования ISG ENI ставит задачу анализа существующих стандартизированных решений для сетевых функций, таких как управление ресурсами и услугами, оркестровка и управление политиками.

IEEE. Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers) разрабатывает стандарты для различных областей ИИ, таких как ML и глубокое обучение, а также принял серию стандартов IEEE P7000, направленных на решение этических вопросов при проектировании, разработке и развертывании систем ИИ [5].

Ассоциация стандартов IEEE SA создала множество комитетов и рабочих групп, занимающихся стандартизацией ИИ для технологий, инфраструктур и приложений ИИ, по вопросам управления данными, этике, прозрачности, совместимости и безопасности системы ИИ.

Кроме того, IEEE SA сотрудничает с другими организациями, государственными органами и заинтересованными сторонами в отрасли для гармонизации стандартов ИИ и содействия их принятию во всем мире. Они активно работают над тем, чтобы технологии ИИ соответствовали определенным критериям безопасности, справедливости, прозрачности и подотчетности.

Заключение

Стандартизация ИИ – жизненно важный инструмент использования потенциала ИИ, максимизации его преимуществ для компаний, организаций и общества.

Ключевые тенденции развития стандартизации ИИ сегодня: интероперабельность, этика, качество данных и управление, устойчивость и надежность, объяснимость и интерпретируемость, межсекторальное сотрудничество, полностью соответствуют цели создания ответственных, надежных и заслуживающих доверия систем ИИ для эффективного внедрения в отраслях социально-экономической сферы.

Международные стандартизирующие организации ISO, IEC, ITU, ETSI, IEEE проводят большую работу в целях создания нормативной структуры, упрощающей взаимодействие предприятий – производителей решений в области ИИ и организаций, их внедряющих, обеспечивая, помимо упрощения взаимодействия, существенные дополнительные возможности для игроков рынка ИИ [6].

Литература

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утв. Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».

2. Анализ действующей нормативно-правовой базы, регулирующей обращение продуктов рынка «Искусственный интеллект» // Альманах «Искусственный интеллект». Ноябрь 2020. М.: Изд-во МФТИ. 100 с.

3. ISO/IEC JTC1/SC42 AI standardization landscape. V.12.1. 2023–04-02. SC42_N1457.

4. ITU-T Y.3000-series – Artificial intelligence standardization roadmap. URL: https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=15249 (дата обращения: 25.01.2024).

5. IEEE portfolio of AIS technology and impact standards and standards projects. URL: https://standards.ieee.org/initiatives/ autonomous-intelligence-systems/standards/ (дата обращения: 25.01.2024).

6. *Хохлов Ю.Е.* Стандарты работы с данными для искусственного интеллекта: ландшафт стандартизации искусственного интеллекта // Информационное общество, 2023. № 3.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ СИСТЕМ СЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Князев Кирилл Григорьевич,
ГП "Космическая связь", к.т.н., с.н.с., Москва, Россия
k.g.kn@yandex.ru

Аннотация

Рассмотрены особенности развития технологий сетевого управления на современном этапе. Выделены основные факторы, по которым определяется целесообразность применения технологий сетевого и системного управления. Намечены основные перспективные технологии сетевого управления и драйверы их развития в информационной, телекоммуникационной и бизнес-областях.

Ключевые слова

Инфокоммуникации, сетевое управление, технология управления, система управления сетью (СУС), самоорганизация, IoT (интернет вещей).

Введение

За прошедшие 30 лет технологии сетевого управления прошли большой путь от вспомогательной подсистемы сети связи к её органической составляющей, которая определяет в значительной степени возможности и характеристики сети.

Происходящая уже сегодня трансформация облика СУС и расширение спектра используемых в них специальных технологий требует осмысления путей развития и модификации принципов построения и функционирования СУС.

Драйверы развития СУС

Движущие силы, определяющие развитие СУС, можно классифицировать по трём основным группам технологий: сетевые, информационные и бизнес.

Сетевые технологии определяют построение объекта управления. Они претерпели в последние годы глубокую трансформацию на пути создания нового сетевого облика, который Международный союз электросвязи определяет как сеть следующего (нового) поколения [1, 2]. Основные черты этого облика, наиболее существенные с точки зрения управления, следующие:

• Глубокая интеграция и конвергенция сетевых технологий на основе высокоскоростной пакетной связи; при этом в тотальной новой цифровой сети должны быть интегрированы не только сети известной стандартизированной архитектуры (прежде всего – стационарные сети Интернет и VoIP, сети сотовой связи), но и относительно новые для интеграции классы сетей – Wi-Fi, сети вещания, IoT/IIoT, сети спутниковой связи [9].

• Доминирующая роль средств и технологий подвижной связи [4], тесно интегрированных со связью стационарной; завершающееся массовое внедрение систем 4G и 5G, планируемое в перспективе 2030-х годов развертывание систем 6G, а в более отдаленной перспективе – систем 6G [6,7].

• Повышение гибкости всех компонентов сети связи на основе широкого использования программируемых средств и платформ – «программизация» (softwarization) средств связи, описываемая часто термином SDx (software defined everything) – программно определяемое «всё».

• Виртуализация сетевых ресурсов и информационных ресурсов, доступных по сети [5]; требование к сетям 5G обеспечить возможность сетевого «слайсинга», т.е. динамического создания и управления подсетями, обладающими заданными свойствами и характеристиками.

• Создание облачных инфраструктур с широким коллективным использованием ресурсов.

• Появление Интернета вещей (IoT – Internet of Things, и промышленного интернета вещей – Industrial IoT) – нового класса массовых терминалов и инфраструктуры для их обслуживания, как выделенной, так и интегрированной с инфраструктурой для других услуг.

Информационные технологии, которые с самого начала развития СУС были основой для их реализации, также существенно изменились, и основные направления этих изменений состоят в следующем:

• Конвергенция ИТ и сетей: здесь мы отметим прежде всего проникновение передовых технологий ИТ не только в такие очевидно пригодные для внедрения объекты, как сервисные и контентные сетевые платформы, в устройства ядра сети, но также и в радиоподсистему подвижной и стационарной связи – в виде C-RAN (облачной и/или централизованной архитектуры).

• Распределенная обработка, базирующаяся на дешевых вычислительных средствах общего применения (в англоязычной практике используется термин «off the shelf»), с возможностью гибкого адаптивного планирования функциональных блоков и их частей по физическим или виртуальным вычислительным ресурсам.

• Виртуализация вычислительных ресурсов, облачные вычисления в различных вариантах, xaaS.

• Широкое применение технологий сервисно-ориентированной архитектуры SOA при реализации распределенной обработки; интернет-программирование с использованием открытых стандартов (XML, SOAP, NETCONF, REST API).

• Повышение открытости архитектуры СУС и их программного обеспечения на основе использования стандартизованных программных интерфейсов API и программного обеспечения с открытым кодом.

Наконец, в области бизнес-среды развития СУС также происходят существенные изменения:

• Значительно возросло экономическое и конкурентное давление на поставщиков услуг телекоммуникаций, проявляющееся в постоянно увеличивающемся разрыве между лавинообразно растущим объемом трафика и практически неизменной платежеспособностью потребителей.

• Обострилась необходимость, в связи с вышеизложенным, существенного снижения капитальных и экс-

плуатационных затрат поставщиков услуг телекоммуникаций как в части сетевого оборудования, так и в части сетевого управления и эксплуатации; в частности, это может быть реализовано широким использованием методов аутсорсинга, методов совместного использования пассивного и активного оборудования связи.

• Существенно (в разы) выросли требования к скорости ввода новых услуг.

• В цепочках создания стоимости появились новые бизнес-роли (виртуальные операторы, брокеры приложений и данных, операторы наложенных услуг), носители которых предъявляют требования к высокой скорости и гибкости предоставления функционала управления для своих ресурсов и услуг; диверсификация бизнес-ролей определила также необходимость динамичной поддержки новых разнообразных бизнес-моделей взаимодействия участников рынка.

Сегодня действие перечисленных факторов предельно активизировалось в связи с потребностями цифровой экономики в телекоммуникационной инфраструктуре с радикально лучшими характеристиками.

Суммируя, можно констатировать: перспективная цифровая экономика требует системы управления сетями, обеспечивающие радикальное расширение функциональности управления, повышение его оперативности, повышение уровня автоматизации управления при возможно низких затратах на него.

Интеллектуализация сетевого управления

При всем многообразии движущих сил развития СУС можно всё-таки выделить ключевой тренд – повышение уровня интеллектуальности. Этот тренд проявляется во всех трех рассмотренных выше категориях движущих сил и на всех уровнях управления.

Уже сейчас можно выделить ряд основных аспектов интеллектуализации:

- сквозная автоматизация процессов управления, которая предполагает соответствующую информационную инфраструктуру, базирующуюся на открытых интерфейсах и технологиях обмена сообщениями шинного типа (Kafka, MQTT или подобные).
- Элементы полной автоматизации ряда алгоритмов управления; наиболее удачным комплексным подходом здесь может служить активность консорциума 3GPP в области самоорганизующихся сетей 4G/5G [3].
- Комплексная автоматизация высокоуровневых задач управления и, по возможности, общей инфраструктуры управления, на основе методов и средств искусственного интеллекта [8]; так, уже проведенный анализ показал, что использование различных методов искусственного интеллекта перспективно при решении таких задач сетевого управления, как:
  - предсказание и локализация неисправностей,
  - планирование мер по устранению последствий отказов и перегрузок,
  - адаптивное планирование ресурсов и конфигурирование услуг,
  - предсказание трафика,
  - корреляционный анализ качества услуг и качества их восприятия,
  - обнаружение аномалий информационной безопасности.

Учитывая комплексный характер влияния интеллектуализации на архитектуру управления, целесообразно уточнить эталонную уровневую модель сетевого управления ITU-T [1], введя третье измерение и выделенную в нем плоскость поддержки принятия решений (DSS – Decision Support Systems), как это показано на рисунке 1.

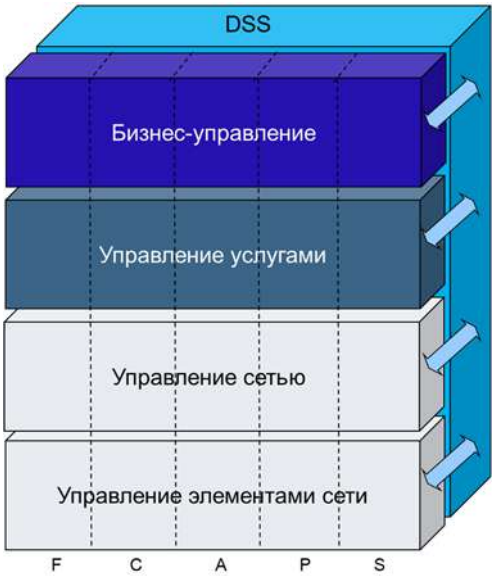


Рис. 1. Уточненная эталонная модель сетевого управления

Такое уточнение позволит системно определить направления дальнейшей стандартизации сетевого управления, которое сегодня развивается достаточно фрагментарно.

При этом «горизонтальные» интерфейсы между плоскостью OSS и плоскостью DSS должны на каждом уровне обеспечить доступ управляющих приложений СУС/OSS к соответствующим функциям DSS. С учетом достаточно высокой ожидаемой логической сложности функционала DSS и отсутствия необходимости непосредственного сопряжения функциональных блоков DSS с оборудованием, целесообразно эти интерфейсы реализовать по технологии REST API.

Что касается внутренней структуры слоя DSS, разумной сегодня представляется его реализация в виде двух подуровней, нижний из которых реализует низкоуровневые аналитические функции (например, корреляцию событий), а верхний – высокоуровневые функции (например, функционал на базе машинного обучения).

Основные проблемные вопросы развития СУС

Идущее уже сегодня активное развитие технологий сетевого управления ставит ряд проблемных вопросов, от решения которых зависит в значительной степени эффективность будущих сетей.

Обозначим некоторые из этих вопросов, наиболее актуальные сегодня:

1. Каков оптимальный уровень интеграции технологий сетевого управления и чем он определяется? Накопленный сегодня опыт показывает, что интеграция СУС, не подкрепленная конкретными расчетами капитальных и операционных доходов и расходов, приводит в средне- и долгосрочной перспективе к значительным немотивированным затратам. С другой стороны, фраг-

ментация СУС приводит к не меньшим затратам и к утере стратегического фокуса.

2. Чем в первую очередь должны определяться архитектурные и технические решения СУС: возможностями предоставления новых услуг (в том числе услуг сетевого управления) или соображениями минимизации затрат? Этот вопрос должен решаться путем конкретных расчетов и прогнозов на уровне как общей, так и технической стратегии соответствующего субъекта бизнеса.

3. Приносит ли интеграция или конвергенция сетевого управления новые бизнес-возможности? Имеющийся опыт говорит в пользу прежде всего экономии операционных расходов; при этом, однако, часто недооцениваются возможности увеличения доходов от новых услуг управления, подход к чему должен осуществляться методами инновационной экономики, а не традиционным маркетингом.

4. Каким должен быть оптимальный набор инструментов интеграции систем сетевого управления – протоколов и информационных моделей? Складывающаяся сегодня ситуация в этой области характеризуется, на наш взгляд, избыточным количеством не всегда совместимых решений и стандартов; при этом следует приветствовать активное продвижение стандартов типа REST/openAPI не только в область управления услугами и бизнесом, но в более низкоуровневые области управления.

5. В какой степени рационально обеспечивать распределенность ресурсов СУС? Ответ здесь вытекает из решения оптимизационной задачи, балансирующей достоинства распределенных архитектур (производительность, живучесть, масштабируемость) с их потенциальными проблемами (сложность программного обеспечения, проблемы обеспечения безопасности).

6. В какой степени допустимо и эффективно использование в СУС свободного программного обеспечения? Решение данного вопроса находится в зоне ответственности двух функций: обеспечения безопасности и минимизации стоимости СУС, из которых первая представляется более важной.

Заключение

Основным направлением очередных изменений представляется интеллектуализация управления на базе использования методов и средств самоорганизации и искусственного интеллекта, с широким использованием ИТ стандартов открытой распределенной обработки.

Ожидаемые изменения в облике будущих систем сетевого управления обещают открыть новые возможности для инновационных отечественных продуктов, поскольку требуют высоких системных и программистских компетенций, имеющихся в нашей стране сегодня и планируемых к развитию в рамках программ создания цифровой экономики.

Литература

1. ITU-T Recommendation M.3010: Principles for a telecommunications management network.
2. ITU-T Recommendation M.3060/Y.2401: Principles for the Management of Next Generation Networks.
3. LTE Self-Organizing Networks (SON). Editors S. Hamalainen et.al. // John Wiley & Sons Ltd, 2012.
4. 3GPP TS 32.101: Telecommunication management; Principles and high level requirements.
5. ETSI GS NFV-MAN 001. Network Functions Virtualisation (NFV); Management and Orchestration // ETSI. 2014.
6. Бородин А.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пятого поколения как основа цифровой экономики // Электросвязь. 2017. №5. С. 45-49.
7. Network Management in 5G // EURESCOM Message. 2017. Summer, pp. 7 – 14.
8. Ayoubi S., Limam N. et al. Machine Learning for Cognitive Network Management // IEEE Communications Magazine. 2018. №1, pp. 158-165.
9. Росляков А.В. Поколения сетей фиксированной связи F1G – F5G // Первая миля. 2023. №1. С. 36-46.

УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ КАК СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ВИД УГРОЗ

Гарбузов Георгий Валерьевич,
Аспирант, Москва, Россия

Теренин Алексей Алексеевич,
МТУСИ, доцент, к.т.н., Москва, Россия
g.garbuzov@mail.ru

Аннотация

В настоящей статье рассматриваются некоторые базовые вопросы защиты информации ограниченного доступа от утечки и разглашения. В частности, отмечается недостаточность проработки терминологии в отечественном законодательстве и её противоречивость в отраслевом, которое предлагает различные, подчас противоречащие друг другу определения. Авторы предлагают целевой подход к определению утечки информации и его взаимосвязи с разглашением информации ограниченного доступа, кроме того, в статье определены подходы к определению объектов защиты – информации ограниченного доступа – ценностный и регуляторный, а также определены ключевые аспекты, которые должны быть учтены в дальнейшем при разработке комплексной системы защиты информации ограниченного доступа от утечек.

Ключевые слова

Информация ограниченного доступа, утечки информации, защита от утечки информации, разглашение информации, нематериальный актив, коммерческая тайна.

Введение

Информация занимает важное место в структуре экономики любого современного предприятия, выступая в роли как товара, так и ресурса. Информация как средство производства способна снизить себестоимость продукции и избежать излишних издержек, при этом она не уничтожается в процессе личного или производственного потребления, являясь неисчерпаемым и неограниченным ресурсом. Расширение использования информации как производственного ресурса в постиндустриальном (информационном) обществе коренным образом изменяет экономическое пространство, способствует формированию так называемой "новой» или цифровой экономики, под которой понимают макроэкономическую среду, сформировавшуюся под влиянием новых технологий. Использование информации в качестве объекта публичных, гражданских и иных правовых отношений предусмотрено Российским законодательством [1]: «информация может свободно использоваться любым лицом и передаваться одним лицом другому лицу, если федеральными законами не установлены ограничения доступа к информации либо иные требования к порядку ее предоставления или распространения».

В цифровой экономике, в противовес классической (промышленной), производство и потребление смещается в сторону услуг, а информация является одновременно и товаром, и средством производства. Информация как товар (информационный продукт, например, программное обеспечение, базы данных, или услуга, например, образовательные услуги, консультирование) способна удовлетворить запрос потребителя, при этом источнику информации могут обратиться неограниченное количество потребителей и неограниченное количество раз. Особую ценность при этом имеет так называемая информация ограниченного доступа, которая определяется как информация, доступ к которой ограничен федеральными законами [1].

Целью авторов в настоящей статье является попытка системного взгляда на организацию защиты информации от специфического вида угроз, называемых утечками, формирование базового понятийного аппарата и определение основных подходов к защите.

Определение объекта защиты

Основным способом вовлечения информации в производственный процесс в качестве производственного ресурса или товара является перевод её в разряд нематериальных активов, которые согласно [2] определяются как:

1. Не имеющие материально-вещественной формы;
2. Предназначенные для использования организацией в ходе обычной деятельности при производстве и (или) сбыте ею продукции (товаров), при выполнении работ или оказании услуг, для предоставления за плату во временное пользование, для управленческих нужд либо для использования в деятельности некоммерческой организации, направленной на достижение целей, ради которых она создана;
3. Предназначены для использования организацией в течение периода более 12 месяцев или обычного операционного цикла, превышающего 12 месяцев;
4. Способны приносить организации экономические выгоды (доход) в будущем (обеспечить достижение некоммерческой организацией целей, ради которых она создана), на получение которых организация имеет право (в частности, в отношении таких активов у организации при их приобретении (создании) возникли исключительные права, права в соответствии с лицензионными договорами либо иными документами, подтверждающими существование права на такие активы) и доступ иных лиц, к которым организация способна ограничить;
5. могут быть выделены (идентифицированы) из других активов или отделены от них.

Следует отметить, что [3] предлагает уточненную формулировку, полагая нематериальным активом (объектом оценки) «исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности и (или) приравненные к ним средства индивидуализации юридических лиц, товаров, работ, услуг и предприятий, которым предоставляется правовая охрана (интеллектуальная собственность), указанные в статье 1225 Гражданского кодекса Российской Федерации, или права использования таких результатов интеллектуальной деятельности и (или) средств индивидуализации, являющиеся объектами гражданских прав, в отношении которых законодательством Российской Федерации установлена возможность их участия в гражданском обороте, а также аналогичные права на совокупность таких объектов», а также «исключительное право на сложный объект (в соответствии со статьей 1240 Гражданского

кодекса Российской Федерации), включающий несколько охраняемых результатов интеллектуальной деятельности или право использования таких объектов. Права (исключительное право и (или) право использования) на отдельные охраняемые результаты интеллектуальной деятельности, входящие в состав сложного объекта, могут выступать в качестве самостоятельных объектов оценки». Оба этих определения существенны для обозначения объекта и понимания методов его защиты.

На реальное обесценивание нематериального актива (прежде всего секрета производства, информации, составляющей коммерческую тайну) влияет иной набор факторов, нежели на активы материального мира. Информация может испытывать как внутреннее, естественное воздействие (устаревание, утрата актуальности, «моральный износ»), так и внешнее, к которому следует отнести классические угрозы безопасности информации (угрозы конфиденциальности, достоверности, целостности и доступности), при этом с точки зрения невосполнимой утраты ценности нематериального актива одной из наиболее актуальных для конкурентной экономической среды угрозой следует считать угрозу конфиденциальности, поскольку в случае разглашения информации, т.е. действия или бездействия, в результате которых эта информация становится известной третьим лицам без согласия обладателя или вопреки условиям договора (в редакции ФЗ-98 «О коммерческой тайне» от 29.07.2004), полностью разрушается её ценность, необходимым условием которой как раз является неизвестность третьим лицам. Последствия реализации угрозы влияют не только на репутацию и финансовое состояние обладателя информации, но и на её потребителя.

Помимо аксиологического (ценностного) аспекта информации, следует также учесть и её правовой статус: в отношении определенных видов информации, таких как персональные данные, профессиональные тайны. Законодательством Российской Федерации прямо введены императивные нормы защиты их конфиденциальности, а также определена ответственность различных субъектов информационного взаимодействия, например ст.13.11 КоАП РФ устанавливает ответственность за «действия (бездействие) оператора, повлекшие неправомерную передачу (предоставление, распространение, доступ) информации», а ст.183 УК РФ - за «собирание сведений, составляющих коммерческую, налоговую или банковскую тайну» и «незаконные разглашение или использование сведений, составляющих коммерческую, налоговую или банковскую тайну, без согласия их владельца лицом, которому она была доверена или стала известна по службе или работе. Новый законопроект № 502113-8 «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации» от 04.12.2023 вводит уголовную ответственность за «незаконные использование и(или) передачу, сбор и (или) хранение компьютерной информации, содержащей персональные данные, а равно создание и (или) обеспечение функционирования информационных ресурсов, предназначенных для ее незаконного хранения и (или) распространения», а законопроект № 502104-8 «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 04.12.2023 предусматривает применение оборотных штрафов, составляющих до 3% выручки организации, за «действие (бездействие) оператора, повлекшие неправомерную передачу (предоставление, распространение, доступ) информации, включающей персональные данные».

Таким образом, при планировании мер по снижению рисков причинения ущерба вследствие реализации угроз конфиденциальности, следует рассматривать объект защиты (информацию) как минимум с двух аспектов:

1. Как **нематериальный актив**, имеющий коммерческую ценность в силу неизвестности третьим лицам и теряющий её в случае разглашения.
2. Как сведения, которые должны быть защищены apriori, **в соответствии с требованиями закона**, и разглашение которых влечет репутационный ущерб и наложение штрафных санкций, вплоть до приостановки деятельности организации. В этом случае система защиты должна выстраиваться с учетом требований закона.

Утечки информации как специфический вид угроз

Реализацию угрозы конфиденциальности информации мы будем называть утечкой информации. Примером последних лет является утечка данных бронирования около 500 миллионов гостей сети отелей Marriott Starwood, обнаруженная в ноябре 2018 года[1], которая привела к выплате штрафа в 23,8 млн. долл. США, кроме того против компании было подано несколько коллективных гражданских исков и она согласилась оплатить замену паспортов клиентов, ставших жертвами утечки. В результате её капитализация (по данным биржевой аналитики[2]) в результате утечки всего за месяц снизилась на 17% (с 41,6 до 34,5 млрд. долл.). В дополнение к прямому ущербу, в 2019 году снизились показатели удовлетворенности клиентов Marriott Starwood: по этому показателю бренд сравнялся с Hilton, что свидетельствует о нанесении долгосрочного ущерба лояльности гостей.

Причиной описанной утечки, как показало проведенное расследование, явилось стечение факторов как технического, так и организационного характера: устаревшая система бронирования, увольнение ИТ персонала и нехватка контроля за попытками атак, выявленных еще в 2015 году. Анализ ситуации со стороны экспертного сообщества показал, что утечка из Marriott была вопросом времени и, если бы руководство должным образом реагировало на определенные маркеры, ущерба удалось бы избежать.

Описанный случай далеко не единственный, хотя и один из самых масштабных. Согласно данным западных аналитических агентств[3], средняя стоимость утечки в США в 2023 году достигла рекордного уровня 4,45 миллиона долларов США (на 2,3 % больше, чем в 2022 году) и в долгосрочной перспективе она увеличилась на 15,3 % по сравнению с 2020 годом (3,86 млн долларов США), а 74 % всех нарушений связаны с человеческим фактором – ошибками и халатностью персонала, злоупотреблением

[1] https://news.marriott.com/news/2018/11/30/marriott-announces-starwood-guest-reservation-database-security-incident
[2] https://www.allstockstoday.com/MAR-market-cap.html
[3] 1. Cost of a Data Breach Report 2023, IBM Security, https://www.ibm.com/reports/data-breach
2. 2023 DATA BREACH REPORT, WASHINGTON STATE ATTORNEY GENERAL'S OFFICE, https://newsletter.radensa.ru/wp-content/uploads/2023/12/DBR2023-FINAL.pdf
3. 2023 Data Breach Investigations Report, Verizon, https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/

привилегиями или социальной инженерией. В России[4] больше всего утечкам были подвержен промышленный сектор и в 70% случае утечки имели умышленный характер, при этом количество утечек коммерческих секретов выросло более чем вдвое.

Однако, необходимо отдельно остановиться на смысле и определении самого понятия - «утечка информации». В законодательстве РФ понятие «утечка информации» на сегодняшний день отсутствует, определено лишь понятие «разглашение информации» (их взаимосвязь рассмотрим чуть позже), терминология утверждена лишь на уровне государственных и отраслевых стандартов. Так, [4] вводит понятие «Защита информации от утечки», которое определяется как «защита информации от неконтролируемого распространения защищаемой информации в результате ее разглашения и несанкционированного доступа к ней, а также на исключение (затруднение) получения защищаемой информации иностранными разведками и другими заинтересованными субъектами», к числу которых относят «государство, юридическое лицо, группу физических лиц, отдельное физическое лицо». Данный подход очевидно сужает круг потенциальных нарушителей: в контексте данного определения утечка информации всегда является следствием ее разглашения и несанкционированного доступа, поэтому случаи неконтролируемого распространения защищаемой информации в результате действий инсайдеров, имеющих вполне легитимный доступ к защищаемой информации и получивших его в соответствии с трудовыми обязанностями или договором, не подпадают под смысл данного определения утечки информации.

В РС БР ИББС-2.9-2016 [5] утечка информации определена как «несанкционированное предоставление или распространение информации конфиденциального характера, не контролируемое организацией БС РФ», при этом рассматриваются только «случаи утечки информации, реализуемые в результате действия работников организации БС РФ и (или) иных лиц, обладающих легальным доступом к информации или легальным доступом в помещения, в которых осуществляется обработка информации», таким образом не только определяя утечки информации только в отношении организаций БС РФ, но и исключая из рассмотрения, внешних нарушителей, т.е. лиц, получивших к информации несанкционированный доступ (промышленный шпионаж, иностранные разведки и прочие третьи лица).

Поскольку из смысла определений утечки (неконтролируемое распространение информации) ясно, что в основе лежит некий технологический процесс – распространение, всегда подразумевающий наличие канала распространения, можно констатировать, что утечка сама по себе создает условия и предпосылки для **разглашения** (т.е. **ознакомления** кем-либо), предшествует ему, при этом неважно, как именно информация была разглашена - даже если она была просто «выболтана», разглашению в данном предшествовала утечка информации в виде допуска нелояльного (в этом проявляется критерий недостатка контроля) субъекта к конкретным секретам.

Уже упомянутый законопроект № 502104-8 «О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 04.12.2023 в качестве нарушения рассматривает «действие (бездействие) оператора, повлекшие неправомерную передачу (предоставление, распространение, доступ) информации, включающей персональные данные». Фактически имея в виду утечку информации, данное определение опускает фактор контроля за распространением информации, упоминаемое в двух предыдущих, что позволяет сделать вывод о потенциальной возможности контролируемого (т.е., исходя из смысла понятия «контроль» - наблюдаемого), несанкционированного распространения. Это, на наш взгляд, противоречит смыслу, изначально вкладываемому в понятие «утечка информации», предполагающему утрату контроля за информацией и отсутствие каких-либо данный о её перемещении, копировании, сохранении и т.д.

Итак, окончательно определим утечку информации как **несанкционированное и не контролируемое обладателем предоставление или распространение информации конфиденциального характера**, которые в свою очередь, могут быть определены как **действия, направленные на получение этой информации ограниченным или неограниченным кругом лиц** (соответственно). Отметим также, что в зависимости от мотивации утечки могут быть умышленными (корыстные мотивы, промышленный шпионаж, социальный протест и др.) и неумышленными (неосведомленность о правилах безопасности, ошибки интерпретации или саботаж требований по защите информации). Следует признать, что этот вопрос недостаточно проработан в законодательстве – ответственность за утечки была установлена только в части персональных данных, само понятие «утечка информации» не определено, а его статус в отношении разглашения (как правонарушения) не установлен. Полагаем целесообразным включение понятия «утечка информации» как самостоятельного правонарушения, создающего предпосылки для совершения разглашения информации ограниченного доступа различных видов, в законодательные акты, а до введения соответствующих поправок и доработок организациям, выстраивающим комплексную систему защиту информации, стоит предусмотреть необходимые положения в своих внутренних нормативных документах и договорах с третьими лицами.

Таким образом, принимая во внимание ключевые критерии понятие «утечка информации» (несанкционированность и неконтролируемость), важнейшими элементами процесса защиты от утечек информации как специфического вида угроз являются следующие:

- Управление доступом к информации конфиденциального характера (принцип «правильная информация в правильных руках»);
- Точность и полнота выявления информации конфиденциального характера во внутренних и исходящих информационных потоках;
- Проработанные процедуры управления выявленными инцидентами утечек;
- Соблюдение правовых и этических норм для воздействия на нарушителей.

[4] Оценка ущерба вследствие утечек информации, Infowatch, https://www.infowatch.ru/analytics/analitika/otsenka-uscherba-vsledstvie-utechek-informatsii

Заключение

Защита от утечек информации является критически важным элементом безопасности для всех участников цифровой экономики и должна осуществляться комплексно, включая в себя меры правового, организационного и технического характера. Как отмечено в [8] цифровая экономика формирует новые вызовы, которые требуют пересмотра «технологического» взгляда на решение проблем защиты конфиденциальности. Построение комплексной, масштабируемой и эффективной в долгосрочном горизонте системы защиты конфиденциальности должно осуществляться с учетом всех ключевых аспектов, а именно:

- **Правового**: юридический статус субъекта и противоправного действия, установление ответственности на уровне закона или «внутри» трудовых и гражданских отношений;
- **Социального**: согласно концепции Zero Trust, сегодня каждый субъект (работник организации, партнер, официальное лицо) должен рассматриваться как потенциальная угроза и нарушитель конфиденциальности;
- **Технического**: меры защиты информации от утечки должны быть реализованы на всех этапах её жизненного цикла, при этом особое внимание следует уделить надежной идентификации объекта защиты (информации). Всё большее значение в борьбе с утечками приобретают высокие технологии, такие как искусственный интеллект, который на сегодняшний день является наиболее перспективным решением и всё чаще используется в построении режимов коммерческой и иной тайн в организации. [6, 7]. Подробнее данный аспект будет рассмотрен в следующих публикациях.
- **Организационного**: прежде всего, работа с персоналом, включая входной скрининг, обучение, выявление девиантного поведения, а также развитие процессов управления информационной безопасности, включая разработку и применение передовых методов оценки рисков информационной безопасности [9].
- **Этического**: использование технологий в процессах, имеющих юридические последствия и влияющих на процесс принятия решений в отношении прав и свобод человека, должно оцениваться с этической точки зрения. В частности, внедрение новых цифровых технологий, в том числе технологий искусственного интеллекта, требует установления особого правового режима [10].

Каждый из перечисленных аспектов нуждается в тщательной проработке и отдельном исследовании, при этом, по нашему мнению, исследованиям в области применения технологий искусственного интеллекта должно быть уделено особое внимание. Предлагаемая программа подтверждает тезис о требовании междисциплинарности к профессиональной подготовке специалиста по информационной безопасности в цифровую эпоху.

Литература

1. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации".
2. Приказ Минфина России от 30.05.2022 N 86н "Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 "Нематериальные активы" (Зарегистрировано в Минюсте России 28.06.2022 N 69031).
3. Приказ Минэкономразвития России от 30.11.2022 N 659 "Об утверждении федерального стандарта оценки "Оценка интеллектуальной собственности и нематериальных активов (ФСО XI)".
4. ГОСТ Р 50922-2006 «Защита информации. Основные термины и определения».
5. РС БР ИББС-2.9-2016 «Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации. Предотвращение утечек информации».
6. *Гарбузов Г.В., Теренин А.А., Бабак Н.Г.* Использование технологий искусственного интеллекта в построении режима коммерческой тайны на предприятии. «Кибрарий» https://www.sberbank.ru/ru/person/kibrary. М.: Сбербанк, 2021.
7. *Гарбузов Г.В., Теренин А.А.* ИИ на страже банковских данных – 2: опыт «Сбербанка». BIS JOURNAL. № 2. 2020.
8. *Швыряев П.С.* Утечки конфиденциальных данных: главный враг внутри. Государственное управление. Электронный вестник Выпуск № 91. Апрель 2022 г. DOI: 10.24412/2070-1381-2022-91-226-241 SPIN-код РИНЦ: 6531-8970
9. *Jawon Kim, Chanwoo Lee, Hangbae Chang*. The Development of a Security Evaluation Model Focused on Information Leakage Protection for Sustainable Growth, Department of Convergence Security, Chung-Ang University, Seoul 06974, Korea, Sustainability 2020, 12(24), 10639; https://doi.org/10.3390/su122410639
10. Проблема правового обеспечения защиты персональных данных при использовании технологий искусственного интеллекта, Добробаба М.Б., доктор юридических наук, доцент, профессор кафедры информационного права и цифровых технологий Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА), Материалы X Московского Юридического Форума, XXIII Международная научно-практическая конференция.

КАК ПРИДАТЬ СЕТЯМ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ (АВТОНОМНОСТЬ И ЧЕЛОВЕКОПОДОБНОСТЬ)

Нетес Виктор Александрович,
МТУСИ, профессор, доктор технических наук, Москва, Россия
v.a.netes@mtuci.ru

Аннотация
В последние годы некоторые международные организации предложили концепции построения перспективных сетей связи, предусматривающие наделение их «самостоятельностью», т.е. такими возможностями, как самоконфигурирование, самооптимизация, самозащита, самоконтроль и т.п. В статье рассмотрены автономные сети, которым посвящен ряд документов ETSI и IRTF, и человекоподобные сети, описанные в Рекомендации МСЭ-Т Y.3680.

Ключевые слова
Сети связи, сценарии развития, МСЭ-Т, человекоподобная сеть, IRTF, ETSI, автономная сеть, сетевые архитектуры.

Введение

В последние годы несколько международных организаций по стандартизации предложили свои сценарии развития сетей связи. В частности, МСЭ-Т разработал концепцию «Сеть 2030», а ETSI – пятое поколение фиксированной сети F5G. Их описанию и анализу был посвящен ряд публикаций, в частности [1-3].

Однако концепция «Сеть 2030» не нашла отражения в Рекомендациях, являющихся основными нормативными документами МСЭ. Между тем, в 2022 году МСЭ-Т принял Рекомендацию Y.3680 [4], в которой описана еще одна инновационная сетевая концепция, названная человекоподобная сеть (human-like networking). При этом делается отсылка к идее автономной сети, рассмотренной Исследовательским комитетом Интернета (Internet Research Task Force, IRTF). Активная работа в области автономных сетей ведется также ETSI.

Автономные и человекоподобные сети предполагают наличие самоуправления и других способностей, начинающихся на «само» (self). Поэтому такие сети можно назвать «самостоятельными», что объясняет заглавие этой статьи. В ней описываются и анализируются разработки в области автономных и человекоподобных сетей и основные принципы их построения.

Автономные сети

Идея автономной системы была предложена еще в 2001 году IBM [5]. Она предполагает исключение внешних систем из контуров управления системой и их замыкание внутри самой автономной системы с целью предоставления ей возможностей самоуправления.

В период с 2006 по 2009 год в рамках 6-й программы Евросоюза «Технологии информационного общества» (Information Society Technologies, IST) выполнялся проект «Автономная сетевая архитектура» (Autonomic Network Architecture, ANA) [6]. Был разработан прототип программного обеспечения, демонстрирующий возможность реализации принципов ANA.

После этого работа в этой области продолжилась в ETSI, где была создана специальная рабочая группа «Автономный будущий Интернет» (Autonomic Future Internet, AFI) [7]. Она разработала целый ряд документов, доступ к которым можно получить на сайте ETSI. Ключевым элементом в них является общая архитектура автономной сети (Generic Autonomic Network Architecture, GANA) [7, 8]. Она является эталонной моделью для реализации парадигмы автономного менеджмента и управления (Autonomic Management and Control, AMC).

Центральное место в GANA занимают принимающие решения элементы (Decision-making-Elements, DEs), которые и реализуют возможности самоконфигурации, самооптимизации и т.п. При этом управление может быть как распределенным (для быстрых контуров управления), так и централизованным (для медленных контуров управления). В первом случае DEs встроены в узлы (физические или виртуализированные), во втором они находятся вне узлов сети. DEs могут взаимодействовать между собой, чтобы реализовать динамическую адаптацию сетевых ресурсов и параметров. В модели GANA определена иерархия DEs, в которой они распределяются по четырем уровням: 1) протоколов, 2) функций, 3) узлов, 4) сети.

Важно отметить, что GANA как эталонная модель для парадигмы AMC дополняет другие развиваемые в ETSI сетевые парадигмы и технологии: самоорганизующиеся сети (Self-Organizing Networks, SON), SDN, NFV, оркестровка услуг и ресурсов из конца в конец, сетевая аналитика и анализ больших данных и др.

Примером использования автономной технологии, которая внедряется в настоящее время, являются функции SON для сетей радиодоступа.

Автономные сети также изучались IRTF. Эта организация входит в структуру Общества Интернета (Internet Society, ISOC) и работает параллельно с более известным Техническим комитетом Интернета (Internet Engineering Task Force, IETF). IRTF фокусируется на долгосрочных исследовательских проектах, связанных с Интернетом, в то время как IETF занимается текущими инженерными разработками и созданием стандартов. В целом, принципы их работы схожи (с ними можно ознакомиться в [9]). Эти организации в отличие от МСЭ и ETSI являются неофициальными. Такие организации, как правило, менее амбициозны и бюрократизированы, более динамичны и прагматичны, чем официальные. Разрабатываемые ими спецификации и стандарты де-факто играют весьма важную роль в современных инфокоммуникациях [10].

Посвященные автономным сетям документы [11, 12] были разработаны в 2015 году коллективом авторов из известных компаний-производителей телекоммуникационного оборудования Cisco Systems, Huawei Technologies, Alcatel Lucent и Оклендского университета (Новая Зеландия).

Как подчеркивается в [11], есть важное различие между понятиями «автоматический» и «автономный». Первое относится к предопределенному процессу, такому как скрипт, второе подразумевает наличие самоуправления, включающего самоконфигурирование, само-

защиту, самозалечевание, самооптимизацию. При этом допускается руководство со стороны некоторого центрального объекта посредством намерения. Под намерением понимается абстрактная политика высокого уровня, используемая для управления сетью.

Автономная функция сама адаптируется к изменениям в окружающей среде. Автоматический процесс происходит без вмешательства человека с пошаговым выполнением правил. Однако он зависит от людей, определяющих последовательность правил, поэтому не является в полной мере автономным. Автоматическая функция может нуждаться в ручной настройке при изменении окружающей среды.

Отметим, что в концепции «Сеть 2030» предусмотрены автономное эксплуатационное управление и сетевое управление на основе намерений [1].

В соответствии с [11] сеть считается автономной, если она содержит только автономные узлы, использующие исключительно автономные функции. Такие узлы не требуют настройки (она может понадобиться только для переопределения автономной функции).

Хорошо построенная программно конфигурируемая сеть (SDN), включающая контроллеры, в целом будет автономной системой. Однако в определении из [11] автономность сети понимается на уровне узлов, т.е. ставится цель сделать функции узлов минимально зависящими от систем управления или контроллеров, а также от людей-операторов.

Таким образом, в трактовке IRTF автономность противоречит концепции SDN. Первая требует придать узлам сети больший интеллект, ставит во главу угла децентрализацию и распределенность, вторая централизует интеллект, перенося его из узлов в контроллеры.

Анализ того, насколько основные операции, выполняемые в современных IP-сетях, готовы к переводу в автономный режим, и в какой степени управление сетями зависит от централизации и администраторов-людей, представлен в [12]. Также в этом документе указываются возможности, которые отсутствуют в современных сетях, но необходимы для идеальной автономной сети. В их числе: большая координация между устройствами или частями сети, многократно используемые общие компоненты, безопасная плоскость управления, прогнозирование и пробные прогоны.

Человекоподобные сети

В соответствие с [4] человекоподобность сети предполагает использование набора технологий, позволяющих сети вести себя как человеку. Говоря более подробно, человекоподобные сети должны обладать следующими возможностями: осведомленность об окружающей среде и самосознание, самообучение и мышление, принятие самостоятельных решений, самостоятельная работа, самореструктуризация, самооптимизация и самозащита.

Для человекоподобных сетей предполагается использования технологий осознания по всем направлениям, искусственного интеллекта, автономного гибкого сетевого управление, больших данных и других. Однако конкретной информации о том, как все это может использоваться для реализации «самостоятельности» сетей, в [4] нет.

Человекоподобные сети должны стать более интеллектуальными, чем автономные. Они будут иметь все возможности автономных, и, кроме того, обладать такими функциями, как самосознание, самостоятельное мышление и самоконтроль, которые не поддерживаются автономными сетями. Отметим, что приведенное в [4] определение автономной сети взято из [11].

Типичная структура человекоподобной сети включает в себя четыре основных уровня:

пользовательский уровень, состоящий из группы пользовательских терминальных устройств, которые используются для сбора и предоставления пользовательской информации на уровень управления, он является мостом между пользователем и сетью;

сетевой уровень, соответствующий традиционной сети, состоящей из группы сетевых устройств;

уровень управления, являющийся основным и включающим в себя базу знаний и множество управляющих объектов;

прикладной уровень, являющийся верхним и отвечающий за получение полезной информации от уровня управления и предоставление этой информации на уровень управления.

Сетевой уровень в свою очередь делится на две части, называемые подсетями:

подсеть операций и данных, которая выполняет основные сетевые функции подобно традиционному сетевому уровню, т.е. передает данные и получает инструкции с уровня управления;

подсеть осознания, которая отвечает за получение информации о состоянии сети и о сетевой среде и передачу этой информации на уровень управления.

Функции осознания сети могут быть, как встроенными в сетевые устройства, так и выполняться независимыми устройствами, специально предназначенными для этой цели. Как правило, подсеть осознания основывается на подсети операций и данных. Однако при необходимости она может быть спроектирована так, чтобы быть независимой от последней. В таком случае она может быть организована тремя способами: независимо, путем наложения и с использованием сетевых срезов.

Уровень управления можно назвать «мозгом» человекоподобной сети. Реализуемые им функции включают моделирование сети, самообучение, самостоятельное принятие решений и оценку принимаемых решений.

Логически в человекоподобной сети выделяются пять функциональных плоскостей:

плоскость осознания, состоящая из группы функций аналогичных «слуху», «зрению», «обонянию» и т.п. у людей, которые могут сделать сеть осведомленной о контекстной информации по всем направлениям;

плоскость мышления, состоящая из группы функций, которые могут делать выводы на основе информации, полученной с плоскости осознания (она подобна мозгу человека);

плоскость действий, включающая группу функций, которые могут совершенствовать сеть на основе выводов, сделанных в плоскости мышления, она отвечает за реализацию функций самореструктуризации и самооптимизации сети (подобна костям и мышцам человека);

плоскость знаний, реализующая группу функций, связанных с организацией информации, ее хранением, преобразованием, поиском и т.п.;

плоскость механизмов, отвечающая за методы, протоколы, процедуры и т.п., которые могут способствовать реализации возможностей и функций человекоподобной сети.

Также в [4] указаны интерфейсы человекоподобной сети, которые разделяются на межуровневые, внутриуровневые и межсетевые. Все они обозначаются буквой U, к которой добавляются пары подстрочных букв, указывающие место расположения интерфейса. Например, интерфейс между прикладным (application) уровнем и уровнем управления (control) обозначается U_{ac}.

В приложении к основному тексту [4] приведены два примера сценариев применения человекоподобных возможностей сетей: автономная блокировка вредоносного трафика и автономная оптимизация маршрутов.

Заключение

В последние годы несколько международных организаций предложили свои концепции сетей связи, предполагающие наделение их «самостоятельностью», т.е. такими возможностями, как самоконфигурирование, самооптимизация, самозащита, самоконтроль и т.п.

МСЭ-Т принял Рекомендацию Y.3680, посвященную человекоподобным сетям. В ней описана их архитектура и интерфейсы. Отмечается, что такие сети должны быть более интеллектуальными, чем автономные сети, ранее описанные в документах IRTF.

Автономным сетям также посвящен целый ряд документов ETSI. В них это понятие проработано более детально, чем в документах МСЭ-Т и IRTF. Ключевым элементом при этом является общая архитектура автономной сети GANA, реализующая парадигму автономного менеджмента и управления. Центральное место в ней занимают принимающие решения элементы. Она дополняет другие разрабатываемые в ETSI сетевые технологии (SON, SDN, NFV и др.).

Однако понимание автономности сети несколько различается у IRTF и МСЭ-Т с одной стороны и ETSI с другой. В трактовке IRTF и МСЭ-Т в такой сети каждый узел должен реализовывать автономные функции.

К сожалению, пока не проведен анализ рисков, связанных с приданием сетям «самостоятельности». А они, несомненно, есть. Например, намерения, на основе которых должно осуществляться управление сетью, могут быть неверно истолкованы.

Литература

1. *Росляков А.В.* Сеть 2030: архитектура, технологии, услуги. М.: Бибком, 2022. 278 с.
2. *Нетес В.А.* Концепция МСЭ-Т «Сеть 2030»: проблемные точки // Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». М.: ООО «Издательский дом Медиа Паблишер», 2023. С. 137-139.
3. *Росляков А.В.* Концепции будущих сетей фиксированной связи и проблемы их практической реализации // Электросвязь. 2023. № 10. С. 10-16.
4. ITU-T Recommendation Y.3680 (02/2022). Framework of human-like networking.
5. *Kephart J., Chess D.* The vision of autonomic computing // Computer. 2003. Vol. 36. No. 1, pp. 41-50.
6. ANA: Autonomic Network Architecture. URL: https://www.ana-project.ethz.ch/start.html (дата обращения 20.01.2024).
7. *R. Chaparadza, L. Ciavaglia, M. Wodczak, et al.* ETSI Industry Specification Group on Autonomic network engineering for self-managing Future Internet (ETSI ISG AFI) // Proceedings of the 10th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2009). October 2009, pp. 61-62.
8. ETSI White Paper No. 16. GANA - Generic Autonomic Networking Architecture. Reference Model for Autonomic Networking, Cognitive Networking and Self-Management of Networks and Services. 1st ed. October 2016.
9. *Нетес В.А.* Как создаются стандарты интернета // Стандарты и качество. 2011. № 8. С. 36-39.
10. *Нетес В.А.* Особенности и проблемы стандартизации в телекоммуникациях // Стандарты и качество. 2021. № 5. С. 32-35.
11. IRTF RFC 7575 (2015). Autonomic Networking: Definitions and Design Goals.
12. IRTF RFC 7576 (2015). General Gap Analysis for Autonomic Networking.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОДГОТОВКЕ ОТРАСЛЕВЫХ КАДРОВ (НА ПРИМЕРЕ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ)

Оситис Анастасия Петровна,
Международная академия связи, Москва, Россия

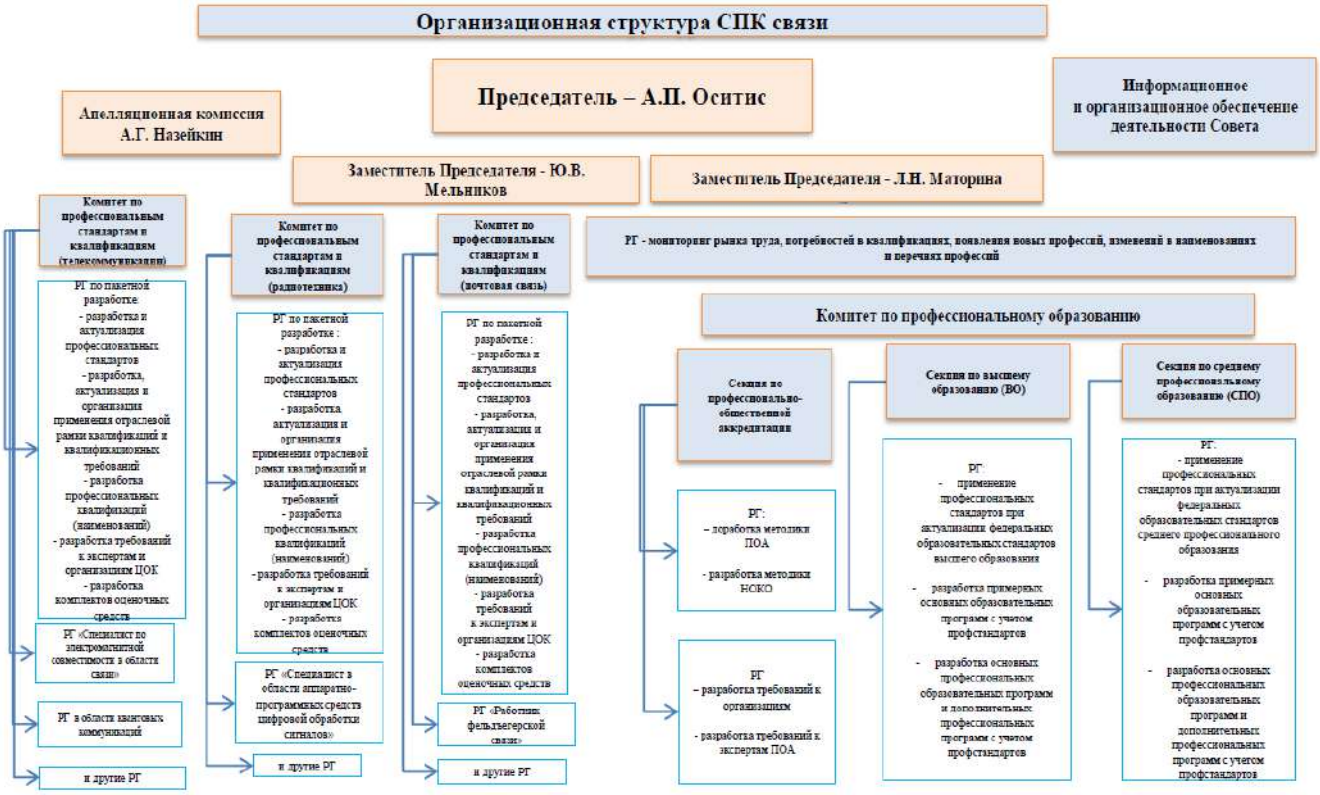
Аннотация

В статье рассматривается подход к построению быстродействующая эффективная вертикаль от потребности работодателя до обеспеченности рынка ресурсами соответствующей квалификации.

Ключевые слова:

Квалификация, профессиональное образование, телекоммуникации, квантовые коммуникации.

С 2014 года в Российской Федерации с участием крупнейших работодателей и их объединений, профессиональных союзов, федеральных органов исполнительной власти, научных и образовательных организаций формируется Национальная система квалификаций – система управления кадровыми ресурсами на национальном и отраслевом уровне.



Развитие Национальной системы квалификаций на основе вовлечения и расширения участия в ее функционировании работодателей – одна из задач, сформулированных в Основных направлениях деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года.

В настоящее время уже существует 43 Совета по профессиональным квалификациям - СПК - в различных отраслях экономики. Это и СПК в сфере образования, СПК в наноиндустрии, СПК промышленной электроники и приборостроения и другие.

Совет по профессиональным квалификациям в области телекоммуникаций, почтовой связи и радиотехники (СПК связи) был создан 29 марта 2018 года (протокол НСПК N29) на базе Международной академии связи при поддержке Минцифры России и наделен такими полномочиями как:

• мониторинг рынка труда, обеспечение его потребностей в квалификациях и профессиональном образовании;

• разработка и актуализация профессиональных стандартов и квалифицированных требований;

• организация независимой оценки квалификации. по определенному виду профессиональной деятельности;

• проведение экспертизы образовательных программ на предмет их соответствия профессиональным стандартам;

• организация профессионально-общественной аккредитации образовательных программ.

Организационная структура СПК связи включает 3-и Комитета по профессиональным стандартам и квалификациям: в области телекоммуникаций, почтовой связи и радиотехники, соответственно, **и Комитет по профессиональному образованию,** куда входят Секция по высшему образованию, Секция по среднему профессиональному образованию (СПО), Секция по профессионально-общественной аккредитации, Рабочую группу по мониторингу рынка труда и Апелляционную комиссию.

Рабочие группы СПК связи, в состав которых входят не только представители ключевых работодателей отрасли, Профсоюза, органов исполнительной власти, но и представители сферы образования, в том числе ФУМО СПО по укрупненной группе специальностей 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи», **ведут разработку профстандартов, квалификаций, оценочных средств для внедрения Национальной системы профессиональных квалификаций в отрасли «СВЯЗЬ» сразу с «пробросом» в образовательные программы, в том числе в рамках возникающих новых высокотехнологичных областей.**

В настоящее время в ведении СПК связи 22 профессиональных стандарта.

14 профстандартов актуализированы, ряд новых профстандартов утверждены Минюстом, к примеру, один из последних новых профстандартов касается деятельности «Специалиста в области радиоприемных устройств (6 и 7 уровни квалификаций)»

Ряд профессиональных стандартов находятся в разработке – «Специалист по электромагнитной совместимости», «Специалист в области кабельного телевидения» и другие.

В рамках новой высокотехнологичной области квантовых коммуникаций СПК связи разработал 2 профстандарта:

- «Специалист по монтажу и технической эксплуатации квантовых сетей», ориентированный больше на сферу среднего профессионального образования, и профстандарт «Специалист по исследованиям и разработкам в области квантовых коммуникаций», ориентирован более на сферу высшего образования.

Профессиональный стандарт (3 – 6 квалификационный уровни)
«Специалист по монтажу и технической эксплуатации квантовых сетей»
(утвержден приказом Минтруда России от 24.10.2022 № 685н,
вступил в силу с 01 марта 2023 года)

Общие сведения

Вид профессиональной деятельности:

Монтаж и техническая эксплуатация сетей квантовых коммуникаций

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Обеспечение исправного состояния и функционирования в заданных режимах оборудования и сетей квантовых коммуникаций непосредственно при вводе в эксплуатацию и в течение последующего использования по назначению

Проект профессионального стандарта (5 – 8 квалификационные уровни)
«Специалист по исследованиям и разработкам в области квантовых коммуникаций»
утвержден приказом Минтруда России от 25.04.2023 № 327н,
вступает в силу с 01 сентября 2023 года)

Общие сведения

Вид профессиональной деятельности:

Разработка оборудования, приборов и комплексов для систем квантовых коммуникаций, исследования в указанной сфере

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Обеспечение развития техники и технологий квантовых коммуникаций

При разработке проектов профстандартов и квалификаций было проведено:

• широкое исследование отечественного и международного опыта, а также обзор нормативно-правовых актов;

• **открытое обширное профессионально-общественное обсуждение (более 30 открытых мероприятий по каждому профстандарту, по профстандарту по монтажу и технической эксплуатации получено 114 замечаний, по второму профстандарту получено более 270 замечаний,** разработано 5 квалификаций по профстандарту по монтажу и технической эксплуатации и 7 квалификаций по второму профстандарту);

• прошло согласование и рассмотрение проектов отраслевым Профсоюзом работников связи России, регулятором, ФСТЭК, Комиссией по ИБ (СПК ИТ), Минцифры России, СПК связи, Координационным советом Министерства науки и высшего образования РФ по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки», профильным ФУМО СПО по УГСН 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи» и другими организациями.

При этом проекты профессиональных стандартов, описывающие деятельность специалиста будущего, содержат обобщенно-трудовые функции, на основе которых разработаны так называемые «стартовые» квалификации для выпускников среднего профессионального образования (СПО) и высшего образования (ВО). То есть имеют почти «нулевые» требования по опыту работы.

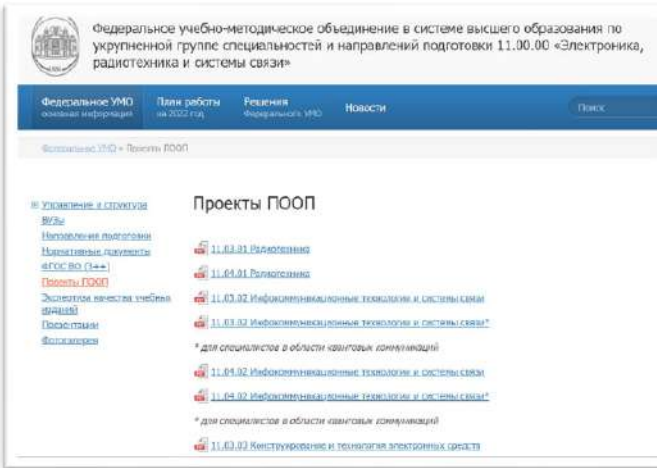
Объём образовательной программы по специальности 11.02.XX Квантовые коммуникации

Проект Приказа Министерства просвещения РФ «Об утверждении ФГОС СПО по специальности 11.02.XX Квантовые коммуникации» (подготовлен Минпросвещения России 07.10.2022)

Уровень образования, на базе которого осуществляется прием на обучение	Наименование квалификации выпускника	Срок обучения
Среднее общее (на базе 11 классов)	«Специалист по квантовым коммуникациям»	1 год 10 мес.
Основное общее (на базе 9 классов)		2 года 10 мес.
Соотношение базовой и вариативной части – 70% на 30%. Формы обучения – очная и очно-заочная		

Планируемый срок предоставления утверждения ФГОС в Минпросвещения	Необходимость актуализации (пояснение)	Квалификация (широкая)
2023 г.	Потребность рынка труда в новой специальности, разрабатывается для обеспечения непрерывной подготовки высококвалифицированных кадров в области разработки, производства и использования квантовых коммуникаций («Дорожная карта развития высокотехнологичной области «квантовые коммуникации» на период до 2030 года»)	Специалист по квантовым коммуникациям

Актуализированные проекты ПООП ВО в области квантовых коммуникаций размещены на сайте профильного ФУМО ВО 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»



Работа, проводимая СПК связи идет в так называемом «пакетном формате».

«Пакетный» подход разработки профессиональных. Стандартов – это процесс параллельной разработки профессиональных стандартов, квалификационных требований, оценочных средств с «пробросом» в сферу образования.

Пакетно разработанные профессиональные стандарты и квалификации являются основным ориентиром для актуализации и разработки образовательных программ подготовки кадров высокотехнологичной области «Квантовые коммуникации» и, соответственно, **для опережающей подготовки специалистов.**

На основании разработанных проектов профстандартов, квалификаций, оценочных средств Актуализированы проекты ПООП ВО в области квантовых коммуникаций и размещены на сайте профильного ФУМО ВО 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи».

НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА КВАЛИФИКАЦИЙ – КАК ЭЛЕМЕНТ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

Федеральный закон от 03.07.2016 N 238-ФЗ «О независимой оценке квалификации»

Статья 4. Проведение независимой оценки квалификации

1. Независимая оценка квалификации проводится в форме профессионального экзамена центром оценки квалификаций (ЦОК) в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

На базе образовательных организаций можно открывать Экзаменационные центры (ЭЦ) в составе ЦОК МАС

Разработанные проекты НПА, регулирующие НОК, профстандартов (базовые ОТФ) и квалификаций (стартовые квалификации) ориентированы на сферу образования

Реестр экспертов по разработке комплектов оценочных средств и по независимой оценке квалификации специалистов в области квантовых коммуникаций

№ п/п	ФИО	Регион	Решение СПК связи	Квалификация
1	Журавлев Дмитрий Сергеевич	Москва	Протокол заседания СПК связи №27 от 06.05.2022 г.	Специалист по монтажу и эксплуатации квантовых сетей (3 уровня квалификации)
2....	...	..	...	...

Сопряжение ГИА - НОК

- Схожая структура ДЭ в рамках ГИА и практического экзамена НОК (теоретическая и практическая часть) – возможность совмещения двух процедур:
  - экономия ресурсов (материальных и финансовых)
  - экономия времени
- Повышение профессионализма преподавательского коллектива при обучении на эксперта НОК и ПОА
- Улучшение МТБ образовательной организации при условии организации на его базе ЭЦ
- Выпускник получает свидетельство о независимой подтвержденной квалификации, что дает ему преимущество на рынке труда

ФОРМИРОВАНИЕ ПУЛА ЭКСПЕРТОВ В ОБЛАСТИ КВАНТОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Эксперт по процедуре профессионально-общественной аккредитации образовательных программ (**ПОА**)

Эксперт по разработке комплектов оценочных средств и по независимой оценке квалификации специалистов (**НОК**)

Начало обучения на эксперта НОК СПК связи – 25 сентября – 20 октября 2023 г.
Начало обучения на эксперта ПОА СПК связи – 02 октября – 26 октября 2023 г.

7

Формирование и внедрение Национальной системы квалификаций в области квантовых коммуникаций

ОСНОВАНИЕ

Дорожная карта развития высокотехнологичной области «Квантовые коммуникации»

СДЕЛАНО

- Разработаны профессиональные стандарты
- Разработаны профессиональные квалификации
- Проведено обучение экспертов по направлению независимой оценки квалификации (НОК) и профессионально-общественной аккредитации образовательных программ
- Разработаны оценочные средства
- Актуализированы ФГОС и примерные основные образовательные программы высшего образования
- Разработаны новый ФГОС и примерные основные образовательные программы среднего профессионального образования

ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

Выстроена быстродействующая эффективная вертикаль от потребности работодателя до обеспеченности рынка ресурсами соответствующей квалификации

В РАБОТЕ

- Пилотная независимая оценка квалификации

КОМПЛЕКТЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (КОС)

- **В разработке оценочных средств активно участвовали специалисты АО «ИнфоТеКС»**

ИТМО, ТУСУР, мтуси, НовГУ, МИЭТ, СПбПУ, МИСиС, МФТИ, Сколтех, Самарский университет, СПбГУТ, НГТУ, мгу, Саратовский университет, ЛЭТИ, МИФИ, КНИТУ-КАИ, МИЭМ НИУ ВШЭ, СПбГУ, ДВФУ, МИРЭА, ПГУТИ, ЮФУ

АНО «Центр обеспечения цифровой трансформации», исполнительный орган Совета по профессиональным квалификациям в области телекоммуникаций, почтовой связи и радиотехники (СПК связи)

- ФУМО среднего профессионального образования УГСН 11.XX.XX
- ФУМО высшего образования УГСН 11.XX.XX

ПРОВЕДЕНО

- Определены 3 колледжа для проведения пилотной независимой оценки квалификации **«Монтажник сети квантовых коммуникаций (3 уровень квалификации)** (Пермский радиотехнический колледж им. А. С. Попова, Смоленский колледж телекоммуникаций, Колледж связи ПГУТИ)
- Подведены итоги сдачи НОК **(Пермь – 30 %, Самара - 30 %, Смоленск – 40 %)**

Разработан новый ФГОС СПО 09.02.XX «Специалист по квантовым коммуникациям», ожидаем утверждения в самое ближайшее время.

На основании разработанных проектов профстандартов идет внедрение профессионального экзамена в формате независимой оценки, в том числе в образовательный процесс в рамках государственной итоговой или промежуточной аттестации.

Формируется пул экспертов по разработке комплектов оценочных средств и проведению независимой оценки, а также по проведению профессионально-общественной аккредитации образовательных программ.

Отдельно хотелось бы выделить пилотный проект по оценке квалификации студентов **«Монтажник сети квантовых коммуникаций (3 уровень квалификации)».**

Пилотный проект был проведен на базе 3-х колледжей: (Пермский радиотехнический колледж им. А.С. Попова, Смоленский колледж телекоммуникаций, Колледж связи ПГУТИ).

И показал следующее: из группы (10 студентов-соискателей) сдали экзамен НОК в Перми – 30%, Самаре – 30%, Смоленске – 40%.

Это лишний раз показывает важность проводимой работы и необходимость усиления программ подготовки специалистов в области квантовых коммуникаций для опережающей подготовки кадров под запрос работодателей!

Литература

1. *Петухов Г.Б., Максимов В.И.* Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремлённых систем. М.: AST, 2005. 295 с.

УГРОЗЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕТЯХ СВЯЗИ И ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СПОСОБАМ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Босомыкин Дмитрий Васильевич,
ФГУП НИИР, директор НТЦ, Москва, Россия

Мещеряков Роман Валерьевич,
ИПУ РАН, нач. лаборатории, д.т.н., профессор РАН, Москва, Россия

Сарьян Вильям Карпович,
ФГУП НИИР, академик НАН РА, профессор, д.т.н., Москва, Россия,
sarian@niir.ru

Захарова Алёна Александровна,
ИПУ РАН, г.н.с., д.т.н., Москва, Россия

Аннотация

В статье представлен подход к определению* угроз *технологий искусственного интеллекта в области телекоммуникаций и связи. Отмечается необходимость по организации государственного регулирования при предоставлении массовому пользователю массовых услуг с использованием технологий искусственного интеллекта. Сформулировано практическое предложение авторов, внедрение которого позволит уже сегодня широко внедрять услуги, предоставляемые системами с искусственным интеллектом во все сферы народного хозяйства.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, технологии искусственного интеллекта, угроза, безопасность, сеть связи.

Введение

При многочисленных обсуждениях возможности использования искусственного интеллекта (ИИ) в стране (в том числе и с участием Президента РФ) все участники дискуссий признают, что перед массовым применением ИИ необходима организация четкого государственного регулирования, причем проводимого на междисциплинарной основе. В предлагаемой статье изложен взгляд разработчиков инициативно сформированного междисциплинарного коллектива, в который входят ученые ФГУП НИИР, ИПУ РАН, ИСПИ ФНИСЦ РАН, ГЕОХИ РАН, ИСП РАН, МГЮА, Национальной ассоциации административистов (НАСА), ИФЗ РАН, ИЭ РАН, МТУСИ, С-ПбГУТ и др.) по организации государственного регулирования при предоставлении массовому пользователю массовых услуг ИИ и сформулировано практическое предложение авторов, внедрение которого позволит уже сегодня широко внедрять услуги систем с ИИ во все сферы народного хозяйства.

Применении ИИ в сетях связи имеет свои особенности и риски и цель настоящей статьи на главной отраслевой научно-технической конференции в РФ обратить внимание операторов связи, которые активно трансформируются в провайдеров услуг на трудности использования ИИ в сетях связи и разработать проект государственного регулирования использования ИИ в сетях связи, а в случае успешной апробации создать национальный стандарт.

Результаты исследований

Способы предотвращения угроз применения ИИ в сетях связи до сих пор, насколько известно авторам, подробно не рассматривались. Только декларативно и в отдаленности от реальности, не учитывались особенности предоставления услуг операторами связи, особенно на такой чувствительной переходной фазе как их трансформацию в провайдеров информационных услуг, в том числе и услуг ИИ. Кроме того, ввиду особенной ключевой роли сетей связи в цифровой экономике страны – аварии в сетях связи, вызванные с использованием операторами связи услуг ИИ для повышения эффективности параметров используемых сетей связи, могут привести, если «что-то пошло не так» (родовые особенности используемых нейросетей), к сбоям или авариям на сетях связи, и нанесут ощутимый вред целым отраслям экономики, которые в это время используют эти сети, а также повлиять на обеспечение безопасности жизнедеятельность.

Трудности решения связаны:

• с отсутствием признанной правовой субъектности провайдера услуг ИИ,

• с противоречивыми требованиями к администрированию предоставляемых пользователю услуг ИИ: с одной стороны, необходимость работы услуги ИИ в реальном масштабе времени, а с другой стороны, наличия живого администратора (оператора), наблюдающего в реальном масштабе времени за качеством услуг, чтобы вовремя предотвратить возможную аварию сетей связи из-за неверного решения (случай мутации) услуги ИИ,

• с отсутствием междисциплинарного подхода (рассмотрения),

• и наконец, с суетой вокруг безусловной, на взгляд авторов, химеры – разработки и принятия этических норм использования услуг ИИ.

Для того, чтобы решить эти вопросы необходимо было найти правовое решение определения субъектности разработчика услуги ИИ и снять с администратора услуг ИИ ответственность за возможное катастрофическое развитие управления сетями связи в реальном масштабе времени со стороны услуги ИИ и, как было отмечено выше выявить особенности использования услуг ИИ операторами связи для повышения качества предоставляемых услуг. Заметим, что процесс трансформации операторов связи в провайдеров услуг, который они инициировали для повышения их дополнительных доходов, оказался очень полезен и для реализации нашего предложения, так он соответствует требованию централизации управления процесса предоставления услуг ИИ.

Поскольку решение первых двух вопросов носит междисциплинарный характер, мы апробировали их на двух высоко профессиональных конференциях-правовой и технологической, выступив с докладами [1] и [2].

Апробация прошла успешно и было отмечено, что эти решения конструктивны. Наш сегодняшний доклад (на самой авторитетной ежегодной научно-технической конференции в области связи) посвящен третьему вопросу – выявлению особенностей безопасного использования услуг ИИ в сетях связи.

Некоторые положения из этих работ [1] и [2] авторы считают своим долгом повторить (привет самоплагиату!), так как несмотря на призывы к междисциплинарности разработчики сетей связи редко заглядывают на непрофильные конференции и журналы, как можно понять из просмотра цитируемых работ по отраслевым журналам.

Предлагаемое предложение по ИИ в сегодняшней его ориентации на искусственные нейронные сети основано на утверждении, что наряду с техногенными и природными катастрофами услуги ИИ являются третьим источником чрезвычайных ситуаций (ЧС) в формирующемся цифровом обществе. Сходство в том, что для них нет научных и технических возможностей долгосрочного и среднесрочного прогнозов их возникновения. Поэтому остается надежда только на высоко достоверный краткосрочный прогноз, который может быть обеспечен анализом ЭС, получаемых в реальном масштабе времени предикативных сигналов от сетей мониторинга. Поэтому мы предлагаем использовать ИУСА (индивидуализированная услуга спасения абонента) [3], которая обеспечивает радикальное снижение потерь при возникновении ЧС, а в случае мутации ИИ ИУСА просто предотвращает развитие ЧС, вызванное некорректным решением ИИ путем прерывания процесса

Как было отмечено выше, требуются модификации административно-правового режима предоставления услуг ИИ массовому пользователю, то есть необходимо определить субъектность провайдера (разработчика) каждой услуги ИИ.

Предлагается исходить из четырех базовых положений:

• Услуги ИИ можно представить как разновидность инфокоммуникационных (ИК) услуг, которые доступны массовому абоненту [1].

• Учет возможности мутации услуги ИИ в процессе предоставления в неприемлемое (катастрофическое) решение.

• Трактовка этой мутации как поведения конкретного алгоритма ИИ в преддверии наступления чрезвычайной ситуация (аварийного функционирования).

• Разделение времени администрирования услуг ИИ на время нормального и аварийного функционирования.

• Актуальным вопросом становится определение и регламентирование ответственности сторон. Значит для того, чтобы использовать уже апробированную инфраструктуру для доступа массового абонента услуги ИИ необходимо определить и назначить юридическим лицом одного из участников рынка массовых ИИ, а именно разработчика данной ИИ услуги (в том числе БД, нейросети, машинное обучение и т.п.)

Поскольку предоставление услуг ИИ идет в реальном масштабе времени, необходимо предусмотреть дополнительные контуры административного управления такими системами, включая немедленную блокировку продолжения процесса предоставления услуг для того, чтобы предотвратить возникновение ЧС, вплоть до катастроф. Такая инфраструктура является модификацией инфраструктуры предоставления ИИ услуг массовому пользователю:

• необходимо создать систему мониторинга сетей связи и разработать возможные сценарии развития ЧС на сетях связи, то есть построить дополнительный блок ЭС ИУСА;

• этот блок ЭС надо постоянно корректировать ввиду постоянного изменения стандартов сетей связи;

• при обнаружении первых признаков мутации услуги ИИ в случае предоставления услуг ИИ в сетях связи система администрирования переходит автоматически на ИУСА и отключает систему связи от услуги ИИ.

Для того, чтобы решить задачу предотвращения опасности ЧС в сетях связи при мутации услуги ИИ, необходимо разработка сценариев возможных ЧС в сетях связи: система мониторинга предикативных сигналов и переключение управления как части ИУСА, включение этих систем в ИУСА.

Так как сети связи являются частью ИУСА, то в них предусмотрены возможности нарушения при возникновении ЧС природного и техногенного происхождения.

Подход к контролю возникновения и развития чрезвычайно ситуации к системам, которые используют технологии искусственного интеллекта может быть сформулирован в следующем виде:

• система контролирует территорию, на которой развивается чрезвычайная ситуация. В архитектуру системы внедряется сенсорная сеть, которая отслеживает возникновение нештатных, аномальных ситуаций (в понимании ЧС – предвестников) и в случае возникновения таких ситуаций сигнализирует о возникновении события с помощью соответствующей ЭС;

• указанное событие является основанием для того, чтобы можно было сделать вывод о том, что предложенный подход по формированию сенсорной сети в системе с ИИ позволит отслеживать события, которые не являются доверенными и могут породить необоснованные (катастрофические) решения;

• для этого в инфраструктуру предоставления услуг ИИ предлагается добавить систему администрирования созданной в стране для массового абонента индивидуализированной услуги спасения абонента (ИУСА) [3] при возможности наступления ЧС.

Заключение

Авторы убеждены, что положения этой работы следует учитывать при подготовке цифрового кодекса РФ и вообще все близкие работы надо рассматривать через призму цифрового кодекса.

Необходимо также привести цитату из нашего выступления на правовой конференции [1]: «Миссия профессиональной Ассоциации и генерального провайдера по предоставлению услуг ИИ это объединение академических институтов, университетов, компаний и ведущих специалистов, занимающихся научными исследованиями в разработке ИИ, организаций и специалистов в области ИКТ, управления, связи др., а также потребителей, мониторинга для формирования цивилизованного рынка этих данных».

Приоритетная задача создаваемых профессиональных Ассоциаций и генеральных провайдеров услуг КВИУ (критически важных информационных услуг) с передачей им функций правового регулирования при предоставлении услуг, а также – разработка и актуализация профильных национальных стандартов, сводов правил и

методических рекомендаций». Все эти особенности необходимо учитывать операторам связи при их трансформации к провайдеру услуг ИИ.

Авторы считают, что затронутая в статье тема «передачи» функции правового регулирования соответствующим профессиональным Ассоциациям, -создателям услуг КВИУ и генеральным провайдерам, обеспечивающим функционирование этих услуг, имеет важное народнохозяйственное значение и соответствует условиям рыночного регулирования:

- для исследователей и разработчикам;
- для потребителей;
- для ИКТ и промышленности – обеспечение заказами;
- для образования – подготовка кадров;
- для органов управления РФ.

Таким образом, авторы данного предложения обосновывают, что на данном этапе создания услуг ИИ разработчики данной конкретной услуги ИИ отвечают за эффективность управления сетью связи только до момента фиксации предикативных сигналов от датчиков, свидетельствующих о близкой аварии (ЧС), и обеспечивает достоверность, объективность, надежность, устойчивость и продуктивность модели ИИ, управление ею и защиту данных.

На этом этапе используется системы мониторинга и ЭС услуги ИИ, созданные на базе МО, БД, нейросети и пр. ИИ разработчиком данной услуги, а на втором – системой мониторинга и ЭС ИУСА. Цель такого переключения предотвратить возникновение любого типа ЧС. и таком построении администрирования любой услуги ИИ не будет оснований для тревоги возникновения аварии при любой эффективности данной услуги ИИ с точки зрения внедрения, бизнес целей и принятия пользователями.

Считаем, что наше предложение вписывается в программу масштабного реформирования регуляторной политики РФ, цель которого – формирование современной, адекватной требованиям времени и технологического развития эффективной системы регулирования в соответствующей сфере общественных отношений, основанной на выявлении наиболее значимых общественных рисков и их снижении до приемлемого уровня систем мониторинга и ЭС уже сегодня широко.

В заключении еще раз отметим, что практическое внедрение нашего предложения позволит уже сегодня широко использовать системы ИИ во всех сферах народного хозяйства без боязни угроз возникновения ЧС.

Литература

1. *Сарьян В.К.* Предложения междисциплинарного коллектива по организации государственного регулирования при предоставлении массовому пользователю критически важных информационных услуг // Международная научно-практическая конференция «Управление через право: Разрешительная деятельность в механизме государственного управления», Москва, 2 марта 2022 г. URL: https://izak.ru/institute/announcements/ii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-upravlenie-cherez-pravo-na-temu-razreshiteln/ (дата обращения: 14.01.2024)

2. *Сарьян В.К., Босомыкин Д.В., Захарова А.А., Мещеряков Р.В., Петренко А.К.* К проблеме государственного регулирования предоставления критических по безопасности информационных услуг на основе ИИ. Постановка задачи // Открытая конференция ИСП РАН им. В.П. Иванникова, Москва, Президиум РАН, 4-5 декабря 2023 г., секция «Управление данными и информационные системы». URL: https://youtu.be/oLcLiVD69iA?t=12258 (дата обращения: 14.01.2024).

3. *Sarian Viliam*. Emergency and disaster rescue // Additional representative use cases and key network requirements for Network 2030: Technical Report, Part I.3: ITU-T, Focus Group on Technologies for Network 2030. June, 2020, pp. 16-19.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРАФИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Саломатина Елена Васильевна,
ПГУ им. Т. Г. Шевченко, доцент, к.т.н., Тирасполь, Приднестровье,
salolew@spsu.ru

Сарьян Вильям Карпович,
ФГУП НИИР, академик НАН РА, профессор, д.т.н., Москва, Россия,
saryanvk@niir.ru

Аннотация

Методы машинного обучения необходимы для преобразования телекоммуникационных сетей. Точное прогнозирование трафика поможет принимать обоснованные решения об инвестициях в инфраструктуру, о распределении ресурсов и внедрении технологий в соответствии с меняющимися потребностями пользователей и отрасли. В конечном итоге это будет способствовать созданию адаптивной сетевой архитектуры, устойчивой к будущим неопределенностям.

Ключевые слова

Машинное обучение, трафик, искусственный интеллект, методы прогнозирования, сети связи.

Введение

В последние годы сети связи претерпевают глубокую трансформацию, связанную с возросшими требованиями к качеству предоставления услуг и беспрецедентным ростом сложности, с которой сталкиваются поставщики телекоммуникационных услуг. На взаимодействие различных сетевых элементов, начиная от базовых станций и маршрутизаторов и заканчивая спутниками и оптоволоконными кабелями, влияет большое количество факторов. Динамичный характер поведения пользователей, экспоненциальный рост трафика данных и его вариативность связаны с возрастанием спроса на приложения, которые обрабатывают и управляют большими объемами данных в режиме реального времени (DIA). Появление новых технологий, непрерывная эволюция стандартов связи и увеличение количества подключенных устройств превращают телекоммуникационные сети в сложные экосистемы, требующие умного управления и оптимизации [1]. Все перечисленное говорит о проблемах, требующих инновационных решений и смены парадигмы в сторону интеллектуальных и адаптивных подходов.

Использование машинного обучения в прогнозировании сетевого трафика

Интернет продолжает демонстрировать тенденцию взрывного роста – экспоненциально увеличивается число подключенных пользователей, устройств и объемы передачи данных. По оценкам, к 2025 году число интернет-пользователей достигнет 6,54 миллиарда, а в 2024 году в сети будет 27,1 миллиарда устройств. Скорость фиксированного широкополосного доступа в мире достигнет 110,4 Мбит/с к 2023 году по сравнению с 45,9 Мбит/с в 2018 году [2, 3]. Современные технологии, такие как Big Data, Интернет вещей (IoT) и сети 5G, требуют не только современных технических решений, но и эффективного и программируемого контроля над сетью. При таких масштабах и темпах роста становится все сложнее поддерживать эффективное сетевое взаимодействие, контролировать, управлять, отслеживать и прогнозировать трафик в сетях связи.

Исследователи считают, что машинное обучение (ML) может стать основным решением для анализа огромного количества данных и принятия решений, основанных на данных, в целях повышения производительности сети, в основном за счет прогнозирования трафика [4-6].

В Рек.Y.3172 [7] под машинным обучением (ML) понимают процессы, позволяющие вычислительным системам понимать данные и извлекать из них знания, не будучи явно запрограммированными.

Возможность точно прогнозировать сетевой трафик лежит в основе обеспечения эффективного распределения ресурсов, разработки перспективных сетевых архитектур и оптимизации показателя качества обслуживания (QoS). Алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) способны различать сложные закономерности и корреляции в огромных и разнообразных наборах данных. Методы машинного обучения [8] могут раскрывать нелинейные взаимосвязи и адаптироваться к изменяющимся условиям, что делает их хорошо подходящими для мониторинга динамики современных моделей трафика.

Одним из основных элементов в Рек.Y.3172 является конвейер машинного обучения, представляющий собой набор логических узлов, каждый из которых обладает определенными функциональными возможностями, которые могут быть объединены для формирования приложения машинного обучения в телекоммуникационной сети. На рисунке 1 представлен пример реализации высокоуровневой архитектуры в сети IMT-2020.

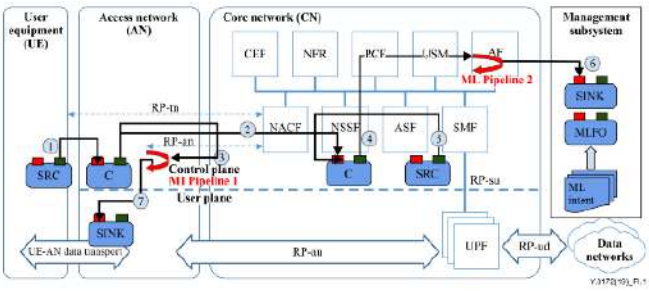


Рис. 1. Пример реализации высокоуровневой архитектуры в сети IMT-2020

Этот пример реализации представлен следующим образом: конвейер ML показывает позиции узлов ML-конвейера, где бы эти узлы ни располагались, например, CN, AN, UE или функции управления. Например, кон-

вейер ML, представленный стрелками 1→2→4→ML-конвейер 2, использует входные данные от UE для составления прогнозов на CN (например, приложения ML на основе MPP). Внедряясь в основные модели управления сетью конвейер обеспечивает прозрачный мониторинг и контроль функционирования сети.

Методы прогнозирования трафика часто могут применяться в различных временных масштабах или независимо от времени: краткосрочные (в пределах минут, часов и дней) или долгосрочные (недели, месяцы и годы) [9] в локальных и глобальных сетях.

Нейронные сети (НС) применяются в машинном обучении для решения сложных реальных задач, и используют навыки обработки информации человеческим мозгом. Они представляют собой математическую модель, состоящую из взаимосвязанных узлов или «нейронов», организованных по слоям. В общей структуре нейронной сети выделают входной, скрытый и выходной слои. Нейронные сети хорошо справляются с такими задачами, как регрессия и классификация, обрабатывая входные данные и последовательно пересчитывая начальный вес каждого узла. Глубинное обучение использует многоуровневые нейронные сети для автоматического изучения представлений данных с несколькими уровнями абстракции. Это позволяет улучшать точность прогноза со временем и извлекать сложные характеристики из данных с высокой скоростью.

Метод опорных векторов (SVM) по практическим показателям обучения показывают лучшие или сравнимые результаты с НС и другими статистическими моделями. SVM считается мощным средством для общей (нелинейной) классификации, регрессии и обнаружения выбросов с интуитивно понятным представлением модели. Суть метода SVM заключается в поиске оптимальной гиперплоскости, которая может разделить данные на два класса таким образом, чтобы максимизировать расстояние или границу между этой гиперплоскостью и ближайшими к ней точками данных. Ближайшие точки называются опорными векторами и играют важную роль в определении гиперплоскости и классификации новых данных. Максимизация позволяет модели быть более устойчивой к шуму. SVM может использовать ядра для обработки нелинейных данных. Метод выполняет сложные преобразования данных в зависимости от выбранной функции ядра. Существуют различные функции ядра: линейная, полиномиальная, гауссовская, радиальная базисная функция (RBF) и сигмоидная. Ядра позволяют проецировать данные в пространство более высокой размерности, где они могут быть линейно разделимы, даже если в исходном пространстве это не так. На практике реализация алгоритма может быть более сложной и включать в себя различные техники оптимизации и ядра для работы с нелинейными данными.

В статистическом моделировании регрессионный анализ рассматривается как совокупность статистических данных, оценивающих взаимосвязь между переменными. Линейная регрессия является самым простым и наиболее распространенным методом измерения взаимосвязей между двумя или более наборами переменных. В сетях связи регрессионные модели используются для обнаружения сбоев, прогнозирования работоспособности сети, топологического проектирования распределенных сетей передачи данных, для прогнозирования качества сигнала.

В некоторых статьях обсуждается применение линейной регрессии для прогнозирования трафика. Так в [10] рассматривается регрессионная модель машинного обучения для получения оптимальной комбинации весов, которая минимизирует фрагментацию сети. Предложенное решение позволяет снизить вероятность блокировки полосы пропускания в краткосрочной перспективе по сравнению с эталонными методами.

К статистическим методам относится и метод Анализа главных компонент (PCA). Метод используется для упрощения сложных наборов данных большого объема путем определения и извлечения наиболее важных характеристик. PCA предполагает анализ дисперсии между точками данных и преобразование их в новые переменные, которые представляют основное распределение в данных.

Сокращение размерности повышает интерпретируемость данных, минимизируя при этом количество потерянной информации. Преобразованные в новый набор переменных исходные переменные называются главными компонентами. В PCA главные компоненты сортируются в порядке убывания важности, поэтому первые компоненты представляют наибольшую дисперсию в данных (сохраняют большую часть информации).

Такой подход полезен на этапе предварительной обработки данных. В [11] метод был применён к исходным данным для фильтрации выбросов. В результате авторы обнаружили, что для точного представления данных о трафике достаточно 11 главных компонент. Используя сеть из 529 переменных, авторы смогли учесть 91,1% общей изменчивости.

К линейным прогностическим моделям относятся модели временных рядов. Это статистические модели, используемые для анализа и прогнозирования данных, зависящих от времени: авторегрессии (AR), скользящего среднего (MA), модель авторегрессии — скользящего среднего (ARMA) и интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего (ARIMA). Для решения прогнозных задач все чаще применяются методы машинного обучения. Методы машинного обучения при небольшом размере выборки демонстрируют более низкую прогностическую эффективность по сравнению с простыми статистическими методами и улучшают свою относительную прогностическую эффективность по мере роста размера выборки. В [12] использовалась модель ARMA для прогнозирования сетевого трафика и изучения влияния передачи данных в сценариях с низким и высоким прогнозируемым трафиком.

В своих выводах авторы отмечают, что инициирование передачи данных, когда следующий шаг в прогнозе трафика низкий, приведет к более эффективной пропускной способности, и предлагают делить большие файлы на файлы меньшего размера. Они предположили, что использование модели ARMA для прогнозирования трафика может обеспечить более эффективную передачу файлов.

Важными этапами создания эффективных моделей прогнозирования трафика на основе машинного обучения являются разработка функций, предварительная обработка данных и оценка моделей. Выбор и эффективность этих методов может зависеть от качества и количества данных, от конкретных условий анализируемой системы и требований к прогнозированию.

Заключение

Основным требованием, предъявляемым к сети, является ожидаемый трафик. Он редко бывает постоянным во времени или равномерным по пространству. Трафик является одной из многих взаимозависимых переменных сети (наряду с ограничениями ресурсов, особенностями приложений и поведения пользователей, стратегий ценообразования, сетевыми элементами и сетевыми архитектурами и др.) и является результатом сложных взаимодействий между ними.

Будущие сетевые решения должны справляться с постоянно растущим спросом на передачу данных без увеличения сложности, минимизируя время операторов сети и пользователей на эксплуатацию и управление сетью. Кроме того, эти решения должны быть легко обслуживаемыми, а их возможности должны постоянно обновляться, и как можно меньше зависеть от вмешательства человека.

Литература

1. *Саломатина Е.В., Сарьян В.К.* Система управления сетью // Технологии информационного общества: Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03-04 марта 2021 года. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2021. С. 211-213.

2. Internet User Statistics In 2024 – (Global Demographics) [Электронный ресурс] URL: https://www.demandsage.com/ internet-user-statistics (дата обращения 26.01.2024).

3. Cisco. Annual Internet Report, 2018–2023 (White Paper) [Электронный ресурс] URL: https://www.cisco.com/ c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/ annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html (дата обращения 26.01.2024).

4. *Сарьян В.К., Уманский Р.Ю.* Роль российских информационных технологий в радикальном повышении устойчивости работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях // Россия: тенденции и перспективы развития: Ежегодник. XXII Национальная научная конференция с международным участием, Москва, 14-16 февраля 2023 года. Том Выпуск 18 Часть 1. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2023. С. 371-375.

5. *Ефимушкин В.А.* Технологии искусственного интеллекта в программно-конфигурируемых сетях // Цифровая инфраструктура для трансформации экономики: задачи и возможности: Сборник материалов XXIV Международного Форума, Москва, 05 ноября 2020 года. Отв. редактор А.П. Оситис. Москва: Московский финансово-юридический университет МФЮА, 2020. С. 115-117.

6. *Кучерявый А.Е., Бородин А.С., Мутханна А.С.А.* и др. Искусственный интеллект в сетях связи // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: сборник научных статей: в 4х томах, Санкт-Петербург, 24-25 февраля 2021 года. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича. Том 1. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. С. 8-18.

7. Recommendation Y.3172 «Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020». ITU-T, Geneva. June 2019.

8. *Иванова Л.Н., Куркин А.В., Иванов С.Е.* Методы машинного обучения для прогнозирования // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. 2020. Т. 2, № 4. С. 9. DOI 10.52899/9785883036063_434

9. *Chen A., Law J., Aibin M.* A Survey on Traffic Prediction Techniques Using Artificial Intelligence for Communication Networks. Telecom 2021, №2, pp. 518-535. https://doi.org/10.3390/telecom2040029

10. *Lechowicz P.* Regression-based fragmentation metric and fragmentation-aware algorithm in spectrally-spatially flexible optical networks // Computer Communications. 2021. T. 175. C. 156-176.

11. *Holanda Filho R., Maia J. E. B.* Network traffic prediction using PCA and K-means // 2010 IEEE Network Operations and Management Symposium-NOMS 2010. IEEE, 2010. C. 938-941.

12. *Hoong N.K.* et al. Impact of utilizing forecasted network traffic for data transfers //13th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT2011). IEEE, 2011. C. 1199-1204.

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВОГО КОДЕКСА РФ

Сарьян Вильям Карпович,
ФГУП НИИР, академик НАН РА, профессор, д.т.н., Москва, Россия
saryanvk@niir.ru

Девяткин Евгений Евгеньевич,
ФГУП НИИР, начальник НТЦ, к.э.н., Москва, Россия

Аннотация

Современный этап развития цифрового общества характеризуется разделением его акторов (участников) на две половины: Потребители информационных услуг и Провайдеры этих услуг, причем количество предлагаемых населению информационных услуг стремительно растет. Для Провайдеров (в число которых трансформировались операторы связи и даже финансовые банки) предоставление дополнительных информационных услуг является серьезной дополнительной статьей дохода, а для Потребителей они могут представить интерес, так как направлены на повышения качества их жизни . Однако стремление опередить соперника в борьбе за Потребителя вынуждают Провайдеров «закрывать глаза» на возможные сбои, связанные с недоработкой программного обеспечения, недостаточной защитой от хакерских атак и противоправных действий мошенников, и тем самым нарушая права тех потребителей, которые не получили качественной услуги, которая была обещана им при заключении договора. Причем почти все Провайдеры, пользуясь несогласованностью в документах, регулирующих правовые отношения между всеми участниками формирования информационной услуги со стороны провайдера, уходили от ответственности, даже если Потребитель возбудит судебный процесс. В данной статье показано, как разработка и внедрение предлагаемого Правительством, Государственной Думой, Минцифры и СПЧ РФ цифрового кодекса может решить отмеченные выше негативные явления в современном цифровом обществе.

Ключевые слова

Цифровое общество, информационные услуги, потребитель информационных услуг, провайдер информационных услуг, цифровой кодекс.

Введение

Современный этап развития цифрового общества характеризуется разделением его на две половины: Потребители информационных услуг и Провайдеры этих услуг, причем количество предлагаемых населению информационных услуг стремительно растет. Эти услуги формируются в результате государственных, финансовых, производственных, социальных, информационных, научных, учебных и других взаимоотношений (в том числе и дистанционных) акторов современного цифрового общества.

Для Провайдеров (в число которых трансформировались операторы связи и даже финансовые банки) предоставление дополнительных информационных услуг является серьезной дополнительной статьей дохода, а для Потребителей они могут представить интерес, так как направлены на повышения качества его жизни . Однако стремление опередить соперника в борьбе за Потребителя вынуждают Провайдеров «закрывать глаза» на возможные сбои, связанные с недоработкой программного обеспечения, недостаточной защитой от хакерских атак и противоправных действий мошенников, и тем самым нарушая права тех Потребителей, которые не получили качественной услуги, которая была обещана им при заключении договора. Причем почти все провайдеры, пользуясь несогласованностью, а иногда противоречиями в документах, регулирующих правовые отношения между всеми участниками формирования информационной услуги со стороны Провайдера, уходили с помощью юристов от ответственности, даже если обманутый потребитель возбудит судебный процесс.

На возникшие негативные явления в построении информационного общества, развитие которого в нашей стране происходит по целевым государственным программам, утверждённым Президентом РФ В.В. Путиным, в порядке надзора обратили пристальное внимание Минцифры [1], Правительство, Государственная Дума, общественные организации, по этой теме были проведены несколько научно-технических конференций.

В то время пока чиновники и ученые видели (и в общем справедливо) причину обсуждаемых негативных явлений в «целом ряде проблем и предложили разработать «Цифровой кодекс», который позволил бы: сформулировать единые принципы регулирования; создать единообразный понятийный аппарат, унифицировать правовые институты; устранить пробелы, повторения и другие недостатки отраслевого регулирования, а также существующие административные барьеры, стабилизировать правовую основу отрасли» [1]. Известный IT-специалист, член Совета по правам человека (СПЧ) Игорь Ашманов, который отметив несбалансированность быстрого перехода общества в «цифру», обратился напрямую к провайдерам: «Цифровизаторы должны понять, что они живут в обществе. Нам нужна не остановка цифровизации, а альтернативная цифровизация, которая не создает рисков для национальной безопасности и прав граждан» [2], но тоже, как и все поддержал идею создания цифрового кодекса РФ, «хотя это нелегкое дело и потребует несколько лет дискуссий».

Предполагается что разработка и внедрение цифрового кодекса РФ должны исправить это положение. Наша статья посвящена одному из путей разработке цифрового кодекса.

Результаты исследований

Кратко опишем наш подход. Рассмотрим типовую инфраструктуру предоставления информационных услуг в современном цифровом обществе [3], которая включает в себя собственно структуру Провайдера услуг с системой администрирования услуг и подключенного к инфраструктуре Потребителя.

Инфраструктура Потребителя включает абонентский терминал и точку доступа информационной услуги от Провайдера.

Инфраструктура Провайдера -все остальная часть инфраструктура предоставления информационных услуга – он ее отбирает из числа доступных акторов не только с

точки зрения способности выполнить свою часть задачи по выполнению услуги, но и обеспечить выполнение требований к администрированию именно услуги.

Отметим, что такое подключение означает, что между всеми акторами, включенными в структуру провайдера заключены договора по оказанию абоненту именно этой услуги, а подключение абонента означает, что он подписал договор с провайдером по получению именно этой услуги и представил доказательства (или заверил), что технические параметры его абонентского терминала и точки доступа способны без помех получать данную информационную услугу . Система администрирования услуг тоже должна заключить договор с провайдером по этой услуге. При этом надо иметь ввиду, что договора Провайдеру целесообразно заключать только с теми акторами, чей правовой статус определен. Для этого надо определить четко права и обязанности всех акторов создания услуги. Однако именно отсутствие этой определённости является причиной отмеченных нарушений прав Потребителей информационных услуг.

Предлагается такая схема:

1. формулируется Услуга (ее характеристики, в том числе и режим реального временив и др., а также в обязательном порядке- величина, время и процедура компенсации нанесенного пользователю возможного ущерба, требуемые параметры абонентского оборудования – терминала пользователя),

2. выбор необходимых характеристик доступной Провайдеру и Потребителю инфокоммуникационной среды (характеристики каналов связи, ПО и требуемые характеристики услуги

3. определяется ее система администрирования услуг- может ли ее обеспечить провайдер услуг. Каждый этап представления услуги должен быть понятен провайдеру услуг, любое отклонение зафиксировано и определен виновник и должна последовать компенсация нанесенного пользователю ущерба и эта компенсация должна быть синхронизирована с темпом предоставления, услуги особенно в режиме реального времени

4. только с этим набором документов Провайдер должен получать разрешение на оказание данной услуги.

Из этого анализа формируется цена данной услуги.

Далее предлагается сформулировать требования к идеальной системе администрирования услуг, а далее разрешать предоставлять услуги только тем провайдерам, которые могут обеспечить такую система администрирования услуг.

Требования САУ будет проектироваться на параметры всей инфраструктуры предоставления данной услуги и таким образом последовательно будет модифицироваться вся технологическая и правовая база цифрового общества, что отвечает понятию кодекса В современном понимании «К. представляет собой сводный законодательный акт, в котором объединяются и систематизируются правовые нормы, регулирующие сходные, однородные общественные отношения» естественно, что эту работу мы можем проводить в рамках междисциплинарного коллектива с юристами

Идея такая – сформулировать требования к идеальной САУ, а далее разрешать предоставлять услуги только тем провайдерам, которые могут обеспечить такое САУ.

Это и может быть кодексом цифрового общества

Требования системы администрирования будет проектироваться на параметры всей инфраструктуры предоставления данной услуги и таким образом последовательно будет модифицироваться вся технологическая и правовая база цифрового общества, что отвечает понятию кодекса В современном понимании «Кодекс. представляет собой сводный законодательный акт, в котором объединяются и систематизируются правовые нормы, регулирующие сходные, однородные общественные отношения».

Естественно, что дальнейшую работу по созданию цифрового кодекса э мы планируем проводить в рамках междисциплинарного коллектива с учеными московской государственной юридической академии (МГЮА).

Статью предлагается рассматривать как одно из предложений по разработке ЦК

Заключение

Предлагаемый анализ функционирования системы администрирования информационных услуг, начиная с самых востребованных на рынке, позволит «увидеть» все правовые аспекты, избавиться от внутренних противоречий, а также от устаревших норм в формируемом информационном обществе. Эти исследования могут стать основой разработки цифрового кодекса регулирование всей отрасли связи и информационных технологий и станет правовой основой для отраслевого и межотраслевого взаимодействия участников рынка Провайдеров и Потребителей, радикально снизить угрозу нарушения их прав.

Литература

1. *Шадаев М.* 21 ноября – 24 ноября 2023 г. в рамках XIII Московской юридической недели совместная XXIV Международная научно-практическая конференция Юридического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова и XXIV Международная научно-практическая конференция "Кутафинские чтения" Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА) на тему «Правовое обеспечение суверенитета России: проблемы и перспективы».

2. *Ашманов И.* XI Петербургском международном юридическом форуме. апрель 2023

3. *Сарьян В.К., Левашов В.К.* Основные тенденции развития информационно-коммуникационных систем принятия государственных управленческих решений // Актуальные проблемы российского права. 2020. Т. 15. № 6. С. 33-42. DOI: 10.17803/1994-1471.2020.115.6.033-042

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТИЗЫ ИИ-РЕШЕНИЙ

Сергеев Александр Александрович,
Федеральное государственное автономное учреждение «Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта» Минпромторга России (далее – ФГАУ «ФЦПР ИИ»), генеральный директор, Москва, Россия
info@aigov.ru

Чукарин Андрей Валерьевич,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», директор департамента нормативного и методического обеспечения, к.фарм.н., Москва, Россия
a.chukarin@aigov.ru

Налетов Александр Денисович,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», инженер-исследователь, Москва, Россия
a.naletov@aigov.ru

Прокофьев Николай Андреевич,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», инженер-исследователь, Москва, Россия
n.prokofev@aigov.ru

Аннотация
Современные подходы к автоматизации процессов экспертизы ИИ-решений включают в себя использование технологий искусственного интеллекта, машинного обучения, систем поддержки принятия решений, ИИ-ботов и анализа данных для улучшения точности и эффективности процессов экспертизы и экспертной оценки.

Ключевые слова
Экспертиза, искусственный интеллект (ИИ), автоматизация, экспертная оценка, экспертная система.

Введение

Процессы экспертизы и экспертной оценки проектов и решений с применением технологий искусственного интеллекта (далее - ИИ-решений) открывают новые возможности для крупных и малых компаний различных отраслей экономики и социальной сферы, требуют качества и подтверждения эффективности от разработчиков ИИ-решений.

Актуальность предложенных в статье подходов заключается в растущей необходимости внедрения и использования ИИ-решений в различных отраслях, включая промышленность. С развитием ИИ-технологий и появлением все большего числа ИИ-решений, возникает необходимость в проведении их эффективной и качественной экспертизы.

Автоматизация процессов экспертизы ИИ-решений позволит сделать процесс развертывания и использования таких ИИ-решений более прозрачным, безопасным и эффективным. Также она способствует улучшению качества и достоверности результатов исследований, прозрачности, что позволит также сэкономить время и ресурсы.

В связи с этим, разработка и применение новых методов и технологий автоматизации проведения экспертизы ИИ-решений становится важным направлением исследований и разработок в области информационных технологий. Такие подходы помогут не только обеспечить доверие к ИИ-решениям, но и ускорить их внедрение.

Кроме того, развитие современных подходов к автоматизации процессов экспертизы ИИ-решений способствует повышению безопасности и надежности использования искусственного интеллекта, что особенно важно в контексте роста его влияния на общество.

Таким образом, данная тема актуальна и имеет большое значение для различных отраслей и сфер деятельности, где применяется искусственный интеллект.

Понятия и определения

Говоря о современных подходах к автоматизации процессов экспертизы ИИ-решений, следует в начале дать определения, основываясь на национальной стратегии развития искусственного интеллекта, правовых актах и работах общепризнанных ученых-исследователей в области ИИ.

Основополагающим определением в нашем исследовании станет определение из Указа Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490 о Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [1]. Согласно этому определению, «искусственный интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений.»

В рамках исследования также необходимо рассмотреть такое понятие, как экспертная система. В своей работе «Экспертные системы. Принципы разработки и программирование» Джозеф Джарратано и Гари Райли определяют экспертную систему как компьютерную систему, которая эмулирует способности эксперта к принятию решений. Термин эмулирует означает, что экспертная система обязана действовать во всех отношениях как эксперт-человек. Понятие эмуляции является гораздо более строгим, чем моделирование, поскольку моделирующая система обязана действовать подобно реальному объекту лишь в определенных отношениях [2].

Говоря об экспертных системах, также важно затронуть такое понятие, как экспертная оценка.

В своем труде «Автоматизированная система обработки экспертных оценок при принятии технологических решений» российские ученые Курицына В.В., Косов Д.Е., Курицын Д.Н. дают следующее определение экспертной оценке – совокупность научно-обоснованных методов интуитивно-логического анализа, позволяющих по заданным исходным данным формировать общую совокупность технически возможных вариантов решений, производить их сравнительный анализ и отбор, включая выделение оптимального по выбранным критериям варианта[3].

Современные подходы к автоматизации процессов экспертизы

Основываясь на ранее изложенных определениях, мы можем перейти к исследованию современных подходов к автоматизации процессов экспертизы ИИ-решений.

На сегодняшний день можно выделить шесть основополагающих подходов к автоматизации процессов экспертизы:

1. Разработка специализированных программных пакетов и алгоритмов для автоматизации процесса экспертизы, позволяющих ускорить процесс принятия решений;
2. Внедрение автоматизированных систем (платформ) с применением технологии искусственного интеллекта для сбора и обработки информации, позволяющих экспертам быстро и эффективно анализировать данные, проводить оценку и формировать частные и общие экспертные заключения;
3. Применение ботов с технологией ИИ, анализирующих огромные объемы данных и выявляющих ошибки, а также обучающихся на основе обратной связи от клиентов для постоянного улучшения своих функций.
4. Использование машинного обучения для создания интеллектуальных систем, с целью помощи в анализе данных, составлении прогнозов, а также применения глубокого обучения для обработки сложных структур данных;
5. Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP): NLP технологии позволяют компьютерам анализировать, понимать и генерировать естественный язык. Это может быть полезно для автоматизации процесса анализа текстовой информации, например, при экспертизе документов, отчетов или юридических документов;
6. Системы поддержки принятия решений: Эти системы используют методы искусственного интеллекта для автоматизации процесса принятия решений на основе имеющейся информации. Они могут быть полезными при экспертизе сложных ситуаций, где требуется анализ большого объема данных.

В процессе исследования было выявлено, что наилучший результат проведения экспертизы достигается при комбинировании данных подходов. Наглядным примером стали такие отечественные системы для автоматизации процессов экспертизы решений с применением технологий искусственного интеллекта, как:

— Экспертная система ФГАУ ФЦПР ИИ;
— ТОТ-Экспертиза;
— Цифровая экспертиза;
— Expert Me.

Таблица 1

Сравнительный анализ систем

Наименование системы	Экспертная система	ТОТ EXP	Цифровая экспертиза	Expert Me
Возможность регистрации эксперта	+	+	+	+
Возможность создания проекта	+	+	+	+
Возможность формирования экспертного заключения	+	+	+	+
Возможность промежуточного сохранения	+	-	-	+
Возможность автоматизации процессов	+	+	+	+
Возможность формирования аналитики и отчетности	+	-	-	+
Гибкость настройки	+	+	+	+
Поддержка интеграции с другими системами	+	-	-	-
Интуитивно понятный интерфейс пользователя – эксперт	+	-	-	+
Наличие записи в реестре отечественного ПО	+	+	+	-
Наличие руководства пользователя	+	+	+	+

Экспертная система ФГАУ ФЦПР ИИ

Система разработана Федеральным центром для проведения экспертизы цифровых решений и проектов в области искусственного интеллекта [5].

Система включает в себя следующие функциональные возможности:

— Регистрация экспертов на платформе;
— Наполнение и ведение базы экспертов;
— Подбор экспертов;
— Работа с проектами и экспертами;
— Приём заявок на экспертизу;
— Формирование экспертных заданий;
— Проведение независимой экспертизы проектов;
— Возможность подключения неограниченного количества операторов мер поддержки к платформе;
— Формирование частных и общих экспертных заключений;
— Оказание информационной поддержки экспертам.

Преимуществом системы являются специально разработанные и валидированные методологии:

— оценки перспективных конкурентоспособных ИИ-решений;
— оценки эффективности ИИ-решений;
— сравнения ИИ-решений;
— оценки качества ML-моделей.

ТОТ-Экспертиза

Данная система разработана компанией ООО «ТОТ Системс». ТОТ-Экспертиза – решение для организации и проведения экспертизы [6].

Система включает в себя следующие функциональные возможности:

— Регистрация экспертов на платформе;
— Поиск и подбор экспертов;
— Подбор экспертов;
— Сохранение статистики;
— Единая шкала оценки;
— Комплексная оценка TPRL (технологическая, производственная, инженерная, организационная, рыночная и рыночная готовность).

Преимуществом системы является ускорение оценки проектов за счёт готовых шаблонов и быстрой настройки.

Цифровая экспертиза

Данная экспертная система является разработкой компании ООО «ЦИФРОМАТИКА», она предназначена для цифровизации и автоматизации проведения экспертизы [7].

Система включает в себя следующие функциональные возможности:

— Формирование экспертных заданий;
— Семантический подбор и поиск экспертов;
— Анализ документов с использованием поиска; содержательных пересечений;
— Ведение документооборот экспертизы;
— Формирование электронных экспертных заключений;
— Аналитическая отчетность по проведенным; экспертизам.

Преимуществом системы является возможность выявления содержательных пересечений в документах по объекту экспертизы.

Expert Me

Данная экспертная система разработана компанией ООО "ЭКСПЕРТ МИ" [8].

Система включает в себя следующие функциональные возможности:

— Формирование экспертных заданий;
— Подбор экспертов на основе анализа цифровых профилей экспертов и сопоставление их с требованиями задач;
— Проверка гипотез;
— Проведения независимой экспертизы проектов;
— Формирование электронных экспертных заключений.

Преимуществами системы является собственный алгоритм ИИ, а также ориентация на экспертов.

Для достижения максимальной эффективности комбинация подходов и методов может быть расширена путем применения генеративных моделей искусственного интеллекта и реализации мер, направленных на увеличение вычислительной мощности. Примером реализации может служить применение суперкомпьютеров.

На сегодняшний день такие принципы повышения эффективности и результативности работы систем были оглашены на Международной конференции по искусственному интеллекту и машинному обучению Artificial Intelligence Journey 2023 на тему «Революция генеративного ИИ: новые возможности». По итогам проведенной конференции Президент РФ утвердил перечень поручений Правительству Российской Федерации, в который вошли тематические поручения, связанные с разработкой больших генеративных моделей, формированием мер по их поддержке и внедрению, и увеличения вычислительных мощностей, за счёт применения суперкомпьютеров [4].

Заключение

В результате исследования было выявлено, что наивысшую скорость и точность проведения экспертизы и экспертной оценки, продемонстрировали системы, применяющие в своей работе комбинированный подход, включающий в себя применение технологий искусственного интеллекта, систем поддержки принятия решения и ботов на базе ИИ, дообучающихся на основе совместной работы с пользователем. В свою очередь, для достижения максимальной эффективности можно расширить набор методов, добавив генеративные модели искусственного интеллекта, а также приняв меры по увеличению вычислительных ресурсов.

Отбор квалифицированных экспертов для целей оценки ИИ-решений – весьма трудоёмкая задача, требующая много времени и усилий. Однако, с развитием технологий и автоматизации, этот процесс становится все более прозрачным, эффективным и быстрым. Современные подходы к автоматизации экспертизы ИИ-решений позволяют ускорить и улучшить качество экспертизы, а также снизить затраты на ее проведение.

Литература

1. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 года № 490 о Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.
2. Джозеф Д., Гари Р. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. Москва, 2007.
3. *Курицына В.В., Косов Д.Е., Курицын Д.Н.* Автоматизированная система обработки экспертных оценок при принятии технологических решений [сайт]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-obrabotki-ekspertnyh-otsenok-pri-prinyatii-tehnologicheskih-resheniy/viewer (дата обращения: 19.01.2024).
4. Перечень поручений по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта». URL: http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/7328 (дата обращения: 19.01.2024)
5. Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта. URL: https://aigov.ru/ (дата обращения: 19.01.2024)
6. ТОТ Системс. URL: https://totsystems.ru/ (дата обращения: 19.01.2024)
7. Цифроматика. URL: https://digimatics.ru/ (дата обращения: 19.01.2024)
8. ExpertMe. URL: https://expertme.ru/ (дата обращения: 19.01.2024)

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ЗВЕНА

Сергеев Александр Александрович,
Федеральное государственное автономное учреждение «Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта» Минпромторга России (далее – ФГАУ «ФЦПР ИИ»), генеральный директор, Москва, Россия
info@aigov.ru

Мухина Мария Дмитриевна,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», первый заместитель генерального директора, Москва, Россия
m.mukhina@aigov.ru

Чукарин Андрей Валерьевич,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», директор департамента нормативного и методического обеспечения, к.фарм.н., Москва, Россия
a.chukarin@aigov.ru

Поповская Елена Сергеевна,
ФГАУ «ФЦПР ИИ», директор департамента управления персоналом, Москва, Россия
e.popovskaya@aigov.ru

Аннотация

Скорость и качество внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в отраслях с целью развития экономики напрямую связано не только с разработчиками, аналитиками данных и других специалистов, задействованных в создании и развитии решений в области ИИ (далее – ИИ-решений), но и с уровнем подготовки и компетенций лиц, принимающих решение (ЛПР), о том, какие процессы подлежат автоматизации, какие технологии и ИИ-решения должны использоваться и какие критерии эффективности должны быть достигнуты.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, ИИ, экспертиза, обучение, ИИ в промышленности, образовательные программы, ИИ в государственном управлении, ИИ-специалисты.

Введение

Важнейшими аспектами развития технологий ИИ, в частности, в соответствии с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта до 2030 года [1] определены в том числе развитие научной базы и взращивание отраслевых ИИ-специалистов.

Рынок образовательных услуг с каждым годом все больше насыщается различными программами дополнительного образования, курсами повышения квалификации и специализированными программами обучения. Основной акцент программ обучения в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект», реализуемого Минэкономразвития России [2], сделан на такие профессии как: аналитик данных, инженер данных, технический аналитик, архитектор данных, архитектор в области ИИ [3].

При этом среди образовательных программ практически отсутствуют отдельные курсы и программы обучения для менеджмента среднего и высшего звена – людей, которые фактически принимают решение о необходимости внедрения различных решений, о бюджете, который может быть потрачен на автоматизацию процессов, о критериях эффективности, которые ставятся при реализации проектов в сфере цифровой трансформации и информационных технологий.

Актуальность проведенного в данной статье исследования заключается в том, что данная проблематика затрагивает абсолютно все отрасли экономики и социальной сферы, а значит выработанные подходы к разработке эффективных профессиональных образовательных программ в сфере искусственного интеллекта для руководителей высшего и среднего звена могут иметь повсеместное применение.

Важно отметить, что лица, принимающие решения о закупке технологических решений, программного обеспечения, в том числе с применением технологий ИИ, являются высококвалифицированными специалистами в своей области, имеют высшее образование и существенный опыт работы. И при этом большая часть ЛПР никогда не сталкивалась с современными и эффективными ИИ-решениями, не имели опыт работы с ними и не обладают необходимыми знаниями для обоснованного принятия решения о том, стоит ли внедрять ИИ в конкретный процесс или какое ИИ-решение способно принести наибольший эффект.

В связи с этим, становится очевидным потребность в методически выверенных специализированных программах обучения по работе с ИИ-решениями для менеджеров среднего и высшего звена, потенциально заинтересованных в применении технологий ИИ.

Предпосылки для формирования специализированных программ обучения по работе с ИИ для руководителей

Одним из основных направлений развития искусственного интеллекта в Российской Федерации является повышение уровня обеспечения российского рынка квалифицированными кадрами. В соответствии с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта к 2030 году в России [1] должны реализовываться образовательные программы мирового уровня для подготовки высококвалифицированных специалистов и руководителей в области искусственного интеллекта.

В 2023 году Министерством науки и высшего образования Российской Федерации был актуализирован образовательный модуль «Системы искусственного интеллекта»

для включения в образовательные программы высшего образования и дополнительные профессиональные программы, а также актуализирована модель профессий и компетенций [4]. Этот подход обеспечивает планомерное движение к долгосрочным целям.

В то же время достижение целей национальной стратегии развития искусственного интеллекта в части внедрения технологий искусственного интеллекта на промышленных предприятиях и в органах исполнительной власти уже сегодня требует наличия квалифицированных руководителей и специалистов, ответственных за реализацию этой задачи.

Это подтверждается одним из поручений, которое дал Президент Российской Федерации по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта», состоявшейся 24 ноября 2023 года: «*обеспечить разработку и утверждение дополнительной профессиональной программы в области искусственного интеллекта для руководителей крупнейших организаций, профессиональных образовательных организаций, образовательных организаций высшего образования, федеральных органов государственной власти и органов государственной власти субъектов Российской Федерации, уделив особое внимание развитию навыков и компетенций по использованию больших генеративных моделей и предусмотрев начало обучения по такой программе не позднее 1 апреля 2024 г.*» [5].

Общий подход к базовому составу образовательных программ в сфере ИИ для руководителей

Проблематика наличия в России эффективных профессиональных программ обучения по работе с ИИ для ЛПР в различных отраслях экономики и в организациях сводится к нескольким факторам:

1. Базовое отсутствие на отечественном рынке образовательных программ по работе с ИИ для специалистов не ИТ- или технического профиля.
2. Отсутствие системности и общего плана мероприятий на уровне Правительства Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, где бы были отражены возможности, цели и задачи по внедрению технологий ИИ в российский отраслях экономики не профильными специалистами.
3. Необходимость формирования единой онтологии для понимания технологий ИИ.

Столкнувшись с проблематикой отсутствия подходящих образовательных программ по работе с ИИ для менеджеров среднего и высшего звена, ФГАУ «Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта» разработал общий подход к базовому составу необходимых образовательных программ [6].

Слушателей таких образовательных программ можно разделить на несколько категорий:

1. Высшие руководители организации / органа исполнительной власти (далее – ОИВ);
2. Директора департаментов / руководители отделов;
3. Сотрудники департаментов и отделов, в предметную деятельность которых предполагается внедрение ИИ-решений;
4. Профильные специалисты различных направлений по работе с ИИ.

В результате организации образовательных программ по работе с ИИ для руководителей предполагается достичь следующих результатов:

1. Формирование понимания возможностей использования технологий ИИ в повседневной деятельности организаций.
2. Формирование понимания и включение в корпоративные документы стратегического планирования (стратегии, программы) мероприятий по реализации проектов внедрения ИИ-решений.
3. Изучение практических реализованных кейсов внедрения ИИ-решений (формирование доверительного отношения к ИИ-решениям), а также методологий оценки конкурентоспособности и эффективности внедрения ИИ-решений.
4. Предметное обучение по работе с конкретными отраслевыми или профильными ИИ-решениями и лучшими практиками.

Лидеры внедрения искусственного интеллекта в органах государственной власти

Одним из самых ярких примеров апробации подходов к созданию специализированной программы обучения для руководителей среднего и высшего звена стала стратегическая сессия «Лидеры внедрения искусственного интеллекта в органах государственной власти» Минпромторга России, проведенная в 2023 году. По результатам однодневной стратегической сессии со стороны 30 сотрудников Минпромторга России и его подведомственных учреждений было:

— Получено более 300 заполненных анкет по вопросам внедрения технологий ИИ для автоматизации процессов Минпромторга России;

— Сформирован перечень из более 50 существующих в Минпромторге России процессов, автоматизация которых возможна с помощью ИИ-решений.

При этом формируемая полноценная дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Лидеры внедрения искусственного интеллекта в органах государственной власти» предполагает несравнимо более глубокий подход, который позволит получить прикладные знания, необходимые для принятия обоснованных управленческих решений о применении ИИ, в том числе:

1. Понимание сути и уровней цифровой трансформации: автоматизация, цифровизация, цифровая трансформация.
2. Понимание основной терминологической базы искусственного интеллекта, базовых технологий и инструментов ИИ.
3. Типовые барьеры для внедрения технологий ИИ.
4. Методологии выбора и сравнения ИИ-решений.
5. Алгоритмы реализации проектов внедрения ИИ.
6. Определение ключевых показателей эффективности ИИ-решений и проектов внедрения технологий ИИ.
7. Базовые процессы подготовки организации к внедрению ИИ-решений и др.

Заключение

Решения, принимаемые руководителями и менеджментом организаций, предприятий и ОИВ, имеют существенное влияние на уровень внедрения технологий ИИ во всех отраслях.

Отказ от внедрения ИИ-решений и некорректный выбор ИИ-решения для внедрения для автоматизации конкретного процесса может пагубно повлиять не только

на развитие самого ИИ-решения, но и на будущую готовность организаций к внедрению других ИИ-решений.

Отсутствие доступных методических подходов к формированию критериев оценки эффективности внедрения ИИ-продуктов может стать причиной не корректной интерпретации на самом деле успешных практик.

Отсутствие необходимых компетенций у ЛПР может существенно затормозить скорость цифровой трансформации отраслей экономики и социальной сферы Российской Федерации.

И в то же время систематизация и запуск специализированных программ обучения по работе с ИИ для ЛПР способно обеспечить настоящий рывок в достижении Российской Федерацией технологического суверенитета, в том числе в отраслях промышленности и в государственном управлении.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490 о Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.

2. Федеральный проект «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

3. «Государство софинансирует обучение россиян в области ИИ», сайт Минэкономразвития России. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/gosudarstvo_sofinansiruet obuchenie rossiyan_v_oblasti_ii.html (дата обращения: 23.01.2024).

4. Письмо Минобрнауки России № МН-5/179660 от 16.06.2023 г.

5. Перечень поручений по итогам конференции «Путешествие в мир искусственного интеллекта». URL: http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/7328 (дата обращения: 19.01.2024).

6. Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта. URL: https://aigov.ru/ (дата обращения: 22.01.2024).

К ВОПРОСУ ОТБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ИНДЕКС РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ РЕГИОНАЛЬНОГО СОДРУЖЕСТВА В ОБЛАСТИ СВЯЗИ

Резникова Наталья Петровна,
ФГБУ НИИР, главный научный сотрудник, профессор, д.э.н., Москва, Россия,
reznikova.natalya1946@yandex.ru

Артемьева Галина Станиславовна,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, доцент кафедры «Цифровая экономика, управление и бизнес-технологии», к.э.н., Москва, Россия,
artemieva-g-s@yandex.ru

Аннотация

Значимость задач по сбалансированному развитию сферы электросвязи/ИКТ (ЭИКТ), относящейся к системообразующим инфраструктурным сферам государств-участников, входящих в Региональное содружество в области связи (ГУ РСС), в современных условиях возрастает. Одним из возможных инструментов для отражения явлений гармонизации развития ЭИКТ в ГУ РСС может служить рейтинг, построенный на основе общего для РСС индекса, важным условием расчета которого является наличие статистически значимых показателей, характеризующих ЭИКТ каждого из сравниваемых ГУ РСС. В статье изложен подход к обоснованию выбора таких показателей.

Ключевые слова

Региональное содружество в области связи (РСС), государства-участники РСС (ГУ РСС); Универсальный индекс развития телекоммуникаций (УИРТ РСС), электросвязь/ИКТ (ЭИКТ), Международный союз электросвязи (МСЭ), Индекс развития ИКТ (IDI), субиндекс, показатель.

Введение

РСС было создано администрациями связи (АС) ряда государств с целью широкого сотрудничества и проведения согласованных действий этих государств в области электрической и почтовой связи. Поскольку основная цель создания и функционирования РСС заключается в расширении взаимовыгодных отношений между администрациями связи ГУ РСС и гармонизации развития связи, то, соответственно, возникает задача оценки степени достижения этой цели в сфере ЭИКТ. Закрепленные за РСС цели, направления деятельности и поручения направлены на достижение гармоничного развития ЭИКТ в ГУ РСС и преодоление всех видов разрывов, в том числе, в статистической оценке состояния и развития ЭИКТ ГУ РСС.

Важно, чтобы решения, которые могут иметь политические, социальные и финансовые последствия для сферы ЭИКТ, принимались на основе стратегического сотрудничества и взаимопонимания всех заинтересованных сторон в РСС. В силу этого нужны эффективные инструменты для обоснования и принятия, при условии консенсуса, заинтересованными сторонами тех или иных решений в отношении показателей для включения в индекс, который может служить инструментом для формирования рейтинга ГУ РСС.

Подход к обоснованию набора показателей для включения в УИРТ РСС

Риски рейтинговых оценок на основе любого индекса, включая УИРТ РСС [1], при прочих равных, связаны со свойствами статистических данных для измерения величины показателей, включаемых в индексы, и они неизбежны. Вместе с тем, с учетом того, что рейтинг не является единственным инструментом, позволяющим оценивать уровень развития ЭИКТ в каждом из сравниваемых ГУ РСС, риски расчета рейтинга можно принять, чтобы извлечь из Индекса дополнительную информацию, необходимую для осуществления оценок и принятия решений лицами, принимающими такие решения (ЛПР). Но до этого следует уделить особое внимание выбору показателей для включения в индекс и формированию его структуры (субиндексов) [2].

При выборе показателей, прежде всего, можно обратиться к источникам официальной статистики ГУ РСС, имеющимся в открытом доступе, в частности, на сайте соответствующих АС. Однако опыт работы авторов свидетельствует о том, что можно найти весьма ограниченное число показателей, характеризующих современный уровень развития и использования ЭИКТ, исходные статистические данные по которым имеются у всех ГУ РСС, для которых формируется рейтинг.

Обращение к официальному сайту Межгосударственного статистического комитета СНГ (Статкомитета) [3] показало что, он пока также не может рассматриваться в качестве источника данных для решения задачи формирования рейтинга ГУ РСС в силу незначительного числа показателей, представленных в открытом доступе, которые к тому же не отвечают задачам формирования УИРТ РСС в условиях стремительного развития и изменения сферы ЭИКТ.

В РСС вопросы статистики ЭИКТ обсуждаются, но информация по показателям на официальном сайте Содружества отсутствует. Вместе с тем, РСС как международная организация с функциями межгосударственного координирующего органа Союза независимых государств (СНГ) в области электрической и почтовой связи, имеет статус наблюдателя в Международном союзе электросвязи (МСЭ) и взаимодействует с международными и региональными организациями в области ЭИКТ, а ГУ РСС предоставляют Союзу различные статистические данные о состоянии своих ЭИКТ [4-6]. В связи с этим авторами были изучены показатели, предоставляемые ГУ РСС в Базу данных МСЭ (WTID ITU), а также используемые в МСЭ для формирования как предыдущих версий Индекса развития электросвязи/ИКТ (IDI) [7-9], так его последней версии IDI-23, структура которого авторами принималась во внимание при формировании структуры УИРТ РСС.

Почему было важно изучить возможности включения в УИРТ РСС всего набора показателей, предназначенных

для включения в IDI-23? Ответ прост: все ГУ РСС являются членами МСЭ и, по идее, должны быть заинтересованы в том, чтобы предоставлять в МСЭ статданные по показателям, используемым для формирования «мировой табели о рангах» в сфере ЭИКТ.

Было проведено сопоставление всех показателей WTID ITU по следующим объектам (индексам, показателям) и признакам (переменным), их характеризующим:

– показатель предложен для включения в IDI-23; наличие этого показателя в WTID МСЭ, возможность включения показателя в УИРТ РСС (с учетом числа ГУ РСС и объема данных, предоставляемых этими государствами по этому показателю);

– показатель не предполагается включать в IDI-23, но он имеется в WTID ITU и его, по мнению авторов, следует включить в УИРТ РСС (с учетом числа стран и полноты данных, предоставляемых ГУ РСС по этому показателю);

– дополнительный признак: наличие показателя в прежних версиях IDI с 11 и 14 показателями как способ обеспечения включенности национальной статистики в международные сопоставления.

Анализ статданных МСЭ показал, что не все показатели, предложенные в Бюро развития электросвязи МСЭ для включения в IDI-23, имелись во WTID ITU. Лишь 112 из 193 Государств-Членов МСЭ (ГЧ МСЭ) предоставили данные по более чем половине показателей. Дополнительная оценка качества статданных, проведенная в 2018 г. секретариатом БРЭ, показала, что некоторые представленные ГЧ данные не соответствовали согласованной методологии. В связи с этим были изучены и другие показатели, которые имелись в WTID МСЭ для ГУ РСС не только по наименованию/сущности, но и наличию исходных статистических данных по ним.

В связи с тем, что WTID ITU, во-первых, сыграла существенную роль в процессе разработки индекса для осуществления рейтинга ГУ РСС, во-вторых, может быть использована (при наличии права доступа к ней, которым обладают представители АС ГУ РСС) для любых других целей, связанных с международными сопоставлениями, далее дана краткая характеристика структуры базы и ее потенциала как основного источника данных для формирования, в частности, УИРТ РСС.

База данных WTID ITU включает несколько групп, разделов и подразделов статистических данных, которые ежегодно предоставляют ГЧ МСЭ на основе различных опросников: ICT Price Basket questionnaire – Ценовые корзины на услуги ИКТ; Household Short Questionnaire – Короткий опросник для обследований использования ИКТ в домашних хозяйствах; Household Long Questionnaire – Длинный опросник для обследований использования ИКТ в домашних хозяйствах; World Telecommunication/ICT Indicators Short Questionnaire – Короткий опросник по всемирными показателям в области электросвязи/ИКТ; World Telecommunication/ICT Indicators Long Questionnaire – Длинный опросник по всемирными показателям в области электросвязи/ИКТ.

Первая группа статистических данных (Query Data, Запрашиваемые данные) включает временные серии данных по странам, показателям и годам.

Вторая группа статистических данных WTID ITU (Prebuilt Tables, предварительно построенные таблицы) содержит два раздела:

– «По экономикам» (By Economy), в котором содержится объемная статистическая информация в разрезе отдельных стран;

– «По показателям» (By Indicator), в котором содержатся три подраздела: «Инфраструктура ИКТ и доступ» (ICT infrastructure and Access); «Доступ домашних хозяйств к ИКТ и индивидуальное пользование» (ICT Household Access and Individual Use); «Цены на ИКТ» (ICT Prices).

Эти показатели и статистические данные в принципе дают возможность формировать индексы различной структуры и наполнения. Для формирования УИРТ РСС было изучено около 200 показателей, из которых были первоначально отобраны до полусотни показателей, которые потенциально могли быть использованы в индексе. Но известно [1], что сравнительный анализ структуры сводных индексов показывает, что 80% индексов строится на основе порядка пятнадцати-тридцати частичных показателей, составляющих субиндексы. Простота структуры водного индекса, обеспечивает сравнительную легкость его интерпретации, но многомерность позволяет охватить более широкую сферу изучаемого явления. Поэтому первичные трудности формирования любого индекса возникают тогда, когда страны, которые хотят участвовать в этом индексе, не имеют в своей национальной статистике таких показателей, которые в него входят. Поэтому набор показателей для включения в индекс – это всегда компромисс между желаемым уровнем характеристики изучаемых объектов и возможностями (статистическими, финансовыми, методологическими, временнными) их получения.

Основная статистическая проблема расчета УИРТ РСС, как и любого другого индекса, заключается в необходимости полного заполнения исходной базы данных для всех ГУ РСС, участвующих в рейтинге, по всему набору показателей в рассматриваемом периоде времени. В принципе, страна, не предоставившая статистические данные по каким-то показателям, должна быть исключена из рейтинга. Такой подход часто используется при международных сопоставлениях, но не всегда. МСЭ, например, при расчете IDI использует подход «восстановления» данных. При этом, если по стране есть данные по показателю за прошлые периоды, то устанавливают тип тренда для определения возможных искомых значений показателя на год проведения расчетов. Если таких исторических данных нет, то МСЭ присваивает стране значения показателя, взятые из статистки стран, близких к рассматриваемой по уровню экономического развития. АС России всегда выступала против такого способа восстановления данных. Предложено при осуществлении рейтинга ГУ РСС рассматривать варианты исключения из него как ГУ РСС с неполным набором данных, так и показатели из индекса, которые не предоставило хотя бы одно ГУ РСС, оставляя при этом в рейтинге все ГУ РСС. В результате ЛПР могут использовать для анализа и принятия решений две версии индекса: с «усеченным составом ГУ» и с «усеченным составом показателей».

Структура УИРТ РСС

Результаты анализа доступных потенциальных источников данных для включения в УИРТ РСС показателей позволили сформировать УИРТ РСС, который включает четыре субиндекса: 1. Доступ/использование; 2. Обмен (трафик) на сетях ЭИКТ; 3. Способность ГУ РСС использовать ЭИКТ; 4. Управление в направлении 5G. Каждому субиндексу соответствуют определенные показатели от четырех до девяти. Общее количество показателей, включенных в УИРТ РСС, – двадцать один показатель,

см. таблицу 1. Сформированная база данных и программный модуль позволяют проводить многовариантные расчеты индекса, при этом из 11 ГУ РСС, включенных в рейтинг при 21 показателе в рейтинге оставались только восемь стран. Если же исключались показатели, то рейтинг включал все страны, но число показателей в индексе сокращалось до девяти, а один субиндекс вообще «исчезал» из индекса. Окончательное решение – за ЛПР.

Таблица 1

Структура УИРТ РСС

Субиндексы	Показатели
1. Доступ/ использование	1.1. Процент индивидуальных пользователей, которые использовали Интернет дома
	1.2. Процент индивидуальных пользователей, которые использовали Интернет на работе
	1.3. Доля домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет
	1.4. Количество активных абонентов мобильного широкополосного доступа на 100 жителей
	1.5. Количество активных абонентов фиксированного широкополосного доступа на 100 жителей
	1.6. Доля населения, охваченная сетями широкополосной подвижной связи на 100 жителей
	1.7. Процент покрытия населения сетями подвижной связи не менее 3G
	1.8. Процент покрытия населения сетями подвижной связи не менее LTE/WiMAX
	1.9. Домашние хозяйства с компьютером
2. Обмен (трафик) на сетях ЭИКТ	2.1. Фиксированный широкополосный интернет-трафик на одного жителя, Эбайт
	2.2. Трафик мобильного интернета (внутри страны) на одного жителя, Эбайт
	2.3. Мобильный телефонный трафик (внутри страны) на одного жителя, мин.
3. Способность ГУ РСС использовать ЭИКТ	3.1. Цена корзины мобильного широкополосного доступа только для передачи данных (в % от ВНД на душу населения)
	3.2. Цена корзины фиксированного широкополосного доступа в Интернет (в % от ВНД на душу населения)
	3.3. Доходы от всех услуг связи на одного занятого в ИКТ полный рабочий день, долл.
	3.4. Доходы от всех услуг связи на одного жителя, долл.
	3.5. Доходы от всех услуг связи к ежегодным инвестициям в ИКТ, долл.
4. Управление в направлении 5G	4.1. Национальное совместное управление
	4.2. Принципы разработки политики
	4.3. Набор инструментов для цифровой разработки
	4.4. Повестка дня цифровой экономики

Заключение

Метод расчета индекса для осуществления рейтинга ГУ РСС, должен обеспечивать возможность сопоставления сравниваемых ГУ РСС на основе единой общей для всех ГУ системы показателей. Такое сопоставление через оценку работы/состояния ЭИКТ каждого из членов РСС, достигается путем расчета для каждого из ГУ РСС интегрального оценочного показателя (включающего все частные показатели, включенные в УИРТ РСС), с помощью которого устанавливается относительная степень достижений каждого из участников рейтинга (место в рейтинговой шкале).

Ключевыми результатами использования индекса в рамках международного сотрудничества Российской Федерации (и других ГУ РСС) для оценки уровня развития ЭИКТ в ГУ РСС и формирования необходимых для этого статистических измерителей может стать:

- укрепление многосторонних устойчивых связей с дружественными странами в области совместного создания и освоения новых технологий и рынков высокотехнологичной сферы ЭИКТ;
- создание международных (трансграничных) механизмов поддержки деятельности по созданию и внедрению технологических инноваций в сфере ЭИКТ в интересах Российской Федерации и национальных экономик дружественных стран [10];
- укрепление позиции ГУ РСС при международных сопоставлениях.

Литература

1. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С.* Предпосылки формирования телекоммуникационного рейтинга государств-участников Регионального содружества в области связи // Электросвязь. 2023. № 12. С. 31-34.

2. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С.* Оценка степени гармонизации субъектов Российской Федерации по уровню развития электросвязи/ИКТ // Электросвязь. 2023. № 10. С. 21-25.

3. Межгосударственный статистический комитет Содружества Независимых Государств. URL: http://new.cisstat.org/ru/web/guest/econ-it (дата обращения: 22.12.2023).

4. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Калюга Д.В.* Вопросы международных статистических измерений для оценки развития электросвязи/ИКТ // Технологии информационного общества: сборник трудов XIV Международной отраслевой научно-технической конференции, 2019. С. 154-156.

5. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С.* Подход к формированию индекса для оценки степени гармонизации субъектов Российской Федерации по уровню развития электросвязи/ИКТ с учетом результатов ПК-22 // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы, 2023. Т. 13. № 1. С. 41-46.

6. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Калюга Д.В.* Роль гармонизации деятельности по повышению рейтинга России при международных статистических сопоставлениях в сфере электросвязи/ИКТ // Электросвязь, 2020. № 6. С. 46-50.

7. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Калюга Д.В.* К вопросу о путях повышения места России в рейтинге по Индексу развития ИКТ (IDI) // Технологии информационного общества: сборник трудов XIV Международной отраслевой научно-технической конференции, 2020. С. 376-378.

8. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Калюга Д.В.* О подходах к расчету индекса развития электросвязи/ИКТ (IDI) для повышения значимости международных сопоставлений стран // Труды НИИР. 2019. № 1. С. 55-62.

9. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Калюга Д.В.* Новый индекс МСЭ и Индекс развития ИКТ (IDI): к вопросу о преодолении противоречий // Труды НИИР. 2020. № 3. С. 60-66.

10. *Резникова Н.П., Артемьева Г.С., Куликова К.Н.* Национальные интересы как основа подхода к обоснованию необходимости присутствия РФ в международных организациях связи и ИКТ // T-Comm: телекоммуникации и транспорт. 2013. Т.7. № 12. С. 79-83.

ГИБКИЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ИНСТРУМЕНТАРИЯ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ КОМПАНИЙ ИКТ-ОТРАСЛИ

Каберова Асия Рашитовна,
МТУСИ, кафедра «Цифровая экономика, управление и бизнес-технологии», доцент кафедры, к.э.н.
Москва, Россия
aciya@yandex.ru

Аннотация
В данной статье автором анализируются методические подходы к реинжинирингу бизнес-процессов и рассматриваются возможности применения так называемой спиральной модели реинжиниринга процессов в управленческом инструментарии для компаний ИКТ-отрасли в динамичных условиях рыночной среды.

Ключевые слова
бизнес-процесс, реинжиниринг, управление, эффективность, совершенствование, компания, ИКТ

Введение

В течение последних двух десятилетий, реинжиниринг бизнес-процессов (РБП) стал набирающим популярность подходом повышения эффективности управления процессами компаний ИКТ-отрасли. Однако, изучение литературы по РБП показывает, что существующие широко применяемые модели имеют серьезные ограничения и не учитывают важность человеческого фактора и аспектов управления изменениями [7, 9, 12, 13, 15, 16]. Этот факт является в некоторой степени пробелом в научных исследованиях, который признан как академическими исследователями, так и практиками со стороны бизнеса.

В данной статье изучается модель РБП, известная как спиральная модель реинжиниринга процессов (СМРП или, в английской транскрипции, PRISM). СМРП представляет собой системную гибкую модель, которая повышает шансы организаций на успешное осуществление инициатив и проектов РБП. Научные исследования и практики, сложившиеся в различных сферах бизнеса, внесли свой вклад в определение РБП. Независимо от того, как определяется РБП, его главная цель – перепроектировать бизнес-процесс для выведения эффективности управления на новый уровень.

Разработка верхнеуровневых моделей бизнес-процессов организаций может помочь в понимании того, как процессы соотносятся между собой [1, 6]. Процессы направляют команды на достижение их целей, таких как эффективное предоставление решений в соответствии с потребностями пользователей. В активной и постоянно меняющейся среде процессы должны быть гибкими, чтобы охватить те изменения, которые неизбежны в условиях динамичного рынка. Процесс должен быть обеспечен внутрикомандной коммуникацией и координацией действий, обеспечить хорошую видимость прогресса, способствовать повышению производительности, креативности и инноваций, обязательным и отражающим фактически проделанную работу.

Это означает, что “процесс должен легко поддерживаться и постоянно совершенствоваться по мере того, как организация учится, адаптируется и развивается” [10]. Эта статья даст обзор гибкого подхода к РБП, проиллюстрирует фундаментальные принципы и концепции СМРП и покажет, чем этот подход отличается от методов моделирования, традиционно используемых в РБП в контексте возможности ее адаптации для применения в управлении компаниями ИКТ-отрасли.

Результаты исследований

Методологи процессного управления, в частности, авторы, стоявшие у истоков методики реинжиниринга, определяли не всегда с одних позиций.

Согласно изначальному определению реинжиниринга от М. Хаммера и Д. Чампи, он описывается следующим образом: «Реинжиниринг – это фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения существенных улучшений в таких ключевых для современного бизнеса показателях результативности, как затраты, качество, уровень обслуживания клиентов и оперативность» [7].

Методология Хаммера и Чампи предполагает выполнение шести этапов. На первом этапе осуществляется инициация процесса, затем проводится описание уже существующих бизнес-процессов для последующего реинжиниринга (мобилизация). Далее следует выбор инновационных процессов, которые требуют реинжиниринга (диагностика). После этого производится анализ эффективности процессов «как есть» и проектируемых. На пятом этапе происходит перепроектирование бизнес-процессов (редизайн), а на последнем этапе происходит их внедрение (реализация). Основными этапами здесь являются мобилизация, диагностика, редизайн и реализация [7].

Так называемая модель быстрого реинжиниринга, разработанная Манганелли и Кляйном [15], фокусируется на тех процессах, которые жизненно важны для достижения стратегических целей. Основные этапы этого подхода включают в себя:

1. Сбор информации от заинтересованных сторон для планирования будущих целей и постановки задач.
2. Выбор основных функциональных областей, требующих пересмотра и редизайна.
3. Анализ текущей эффективности функциональных подразделений и определение ожидаемых результатов после реинжиниринга.
4. Развертывание ИТ-инфраструктуры и разработка технологических процессов и систем для сотрудников.
5. Эффективное внедрение новых процессов.

Предложенная модель предполагает четкий план действий для эффективного достижения стратегических целей через пересмотр и редизайн ключевых бизнес-процессов. [15]

Методология Дэвенпорта [9] для бизнес-процессного реинжиниринга так же, как и рассмотренная выше методология Хаммера и Чампи, содержит 6 шагов:

1. Выработка видения и определение бизнес-процессов для реинжиниринга:

- определение стратегических целей и направлений развития организации
- анализ текущих бизнес-процессов

2. Осмысление бизнес-процессов:
- выбор ключевых процессов, требующих пересмотра и улучшений.
- разработка подробного описания выбранных бизнес-процессов
- идентификация узких мест и проблемных зон.

3. Настройка контрольных показателей производительности:
- установление ключевых метрик производительности для измерения эффективности изменений
- разработка системы контроля и оценки результатов.

4. Изучение инструментов и приложений:
- поиск и анализ современных инструментов и приложений, поддерживающих оптимизацию бизнес-процессов
- оценка их пригодности для конкретной организации.

5. Разработка прототипа и его анализ:
- создание прототипа измененных бизнес-процессов
- проведение анализа прототипа в рамках команды для выявления потенциальных улучшений.

6. Внедрение прототипа:
- осуществление поэтапного внедрения изменений, начиная с прототипа
- постепенное внедрение улучшенных бизнес-процессов в рабочую среду.

Эти шаги обеспечивают системный подход к бизнес-процессному реинжинирингу с акцентом на выявление, проектирование и внедрение эффективных изменений для достижения стратегических целей организации.

В рамках методологии Кодак [12] предполагается планирование процесса проекта реинжиниринга, определение процедур и правил. Сформированная проектная группа, под руководством назначенного руководителя проектов, разрабатывает комплексную модель. Затем происходит перепроектирование бизнес-процессов и их внедрение. В результате достигается существенная трансформация организации.

В соответствии с определением Е.Г. Ойхмана и Э.В. Попова [5], реинжиниринг бизнеса представляет собой новый способ мышления, основанный на рассмотрении компании или бизнеса как объекта, который можно построить, спроектировать или перепроектировать с применением инженерных принципов. Реинжиниринг включает в себя принципиальное изменение и улучшение бизнес-процессов, структуры и стратегии организации, с целью достижения более эффективного и конкурентоспособного функционирования.

Основные идеи, вытекающие из данного определения, включают в себя:

Инженерный подход: Реинжиниринг бизнеса подразумевает применение инженерных методов и принципов к построению и улучшению бизнес-процессов. Это включает в себя системный анализ, оптимизацию структуры и использование передовых методов и технологий.

Пересмотр и переосмысление: Реинжиниринг предполагает не только изменение существующих процессов, но и пересмотр целей, стратегий и общей философии компании. Это требует радикального мышления и готовности к тому, чтобы отказаться от устаревших подходов.

Концентрация на эффективности: Целью реинжиниринга является достижение более высокой эффективности и конкурентоспособности организации. Это может включать в себя автоматизацию процессов, улучшение качества продукции или услуг, сокращение издержек и повышение общей эффективности бизнеса.

Такой подход предполагает нестандартное мышление и готовность к радикальным изменениям в организационной структуре и методах работы.

Таким образом, проведя некоторый обзор имеющихся популярных методик реинжиниринга, можно сделать вывод о том, что при всей полноте спектра направлений их применения, они не в полной мере учитывают требование гибкости и адаптивности в условиях изменений внешней рыночной и внутренней среды компании.

Большинство существующих моделей РБП были вдохновлены лучшими практиками из смежных областей, в частности – из области управления проектами разработки программных средств и инжиниринга, но и они подвергались критике за непоследовательность и вариативность этапов. В таких подходах усилия по реинжинирингу разбиваются на фазы, где результаты одной фазы служат входными данными для следующей. Как этапы диагностики, так и преобразования должны быть выполнены до того, как будет предпринята попытка любого внедрения, что не обеспечивает достаточную гибкость [11].

Однако, в последние годы разработка программного обеспечения адаптировала более гибкий подход с целью преодоления ограничения традиционных моделей. Спиральная модель была введена в качестве подхода к разработке программного обеспечения и инженерная модель Б. Боэма в 1988 году для решения признанных проблем с оригинальными моделями процессов жизненного цикла программного обеспечения, в частности моделью "waterfall" и подобными последовательными моделями. Спиральная модель жизненного цикла возникла спонтанно из-за необходимости обеспечить гибкий и итеративный процесс разработки.

Базовой спиральной моделью в одноименном семействе является модель Боэма [8], адаптированная с учетом структуры процесса разработки и основных положений стандарта СТБ ИСО/МЭК 12207–2003, и она несёт основные элементы классической спиральной модели, такие как цикличность и итеративность процесса разработки.

Таким образом, спиральная модель – это процесс разработки программного обеспечения, сочетающий элементы как проектирования, так и поэтапного прототипирования, в попытке объединить преимущества концепций "сверху вниз" и "снизу вверх"

Спиральная модель Боэма, в свою очередь, включает в себя следующие основные этапы:
1. определение целей.
2. анализ и риск-оценка.
3. разработка и верификация.
4. планирование следующей итерации.

Рис. 1. Спиральная модель Б. Боэма

Здесь нужно дать ремарку, что Agile – это, по сути, и есть Спиральная модель управления. Отчасти название было изменено в маркетинговых целях. Проблема в том, что спиральная модель, как правило, подразумевает "масштабный предварительный дизайн" – когда планируется множество спиралей, каждая в порядке риска. Одно важное отличие, которое добавляет Agile, – это предостережение: "Не слишком планируйте то, чего вы еще не можете знать".

Итак, спиральная модель управления разработкой ПО дала жизнь и обеспечила основу для подхода СМРП, поскольку он был применен на практике и доказал свою успешность при разработке крупномасштабных систем. Подход СМРП, изображенный на рисунке 2, следует пути, аналогичному Спиральной модели разработки программного обеспечения Б. Боэма [8], объединяя все этапы РБП.

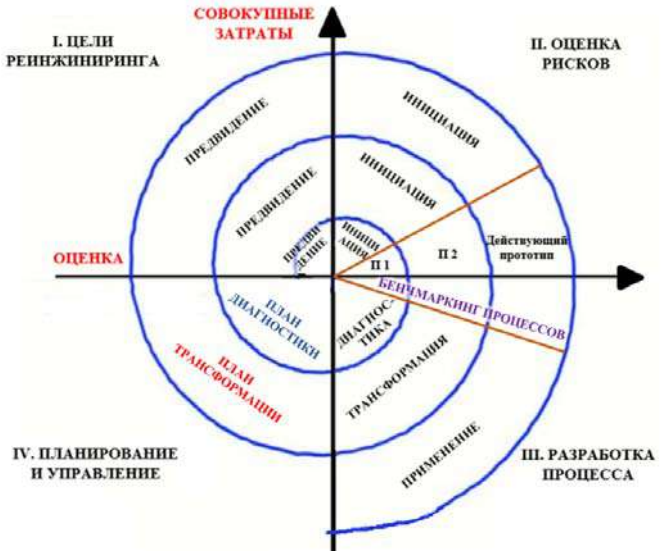


Рис. 2. Спиральная модель реинжиниринга процессов

Радиус спирали в любой точке, показанный на рисунке 2, соответствует совокупным затратам, понесенным при выполнении этапов на сегодняшний день, а угловой размер соответствует прогрессу, достигнутому при завершении каждого цикла спирали.

Модель, отражающая единую концепцию, предполагает последовательность шагов для каждого компонента процесса и его степеней развития, начиная с планирования и заканчивая оценкой. Каждый цикл состоит из четырех квадрантов, логически определенных следующим образом:

В первом квадранте модели определяются цели реинжиниринга, возможные ограничения и препятствия для цикла, а также анализируются альтернативные подходы.

Во втором квадранте происходит оценка рисков и анализ альтернатив для цикла. Команда рассматривает возможные варианты и выявляет связанные с ними риски и проблемы. Прототипирование используется для уточнения и развития потребностей.

Третий квадрант посвящен разработке процесса, в котором определяются подробные требования и выполняется реинжиниринг. Здесь проверяется процесс следующего уровня.

В последнем квадранте пользователю предоставляется возможность проанализировать результаты версии, созданной на этапе реинжиниринга процесса, и предложить обратную связь. Также на этом этапе выполняется планирование следующих шагов и делается обзор уроков и ретроспектив.

СМРП представляет собой новую парадигму для сбора, организации и доступа к информации о процессе. На ранних стадиях жизненного цикла пользователи процессов зачастую не могут полностью сформулировать свои потребности.

СМРП имеет уникальные характеристики, которые преодолевают ограничения традиционных моделей. Основные черты СМРП – интегративный подход, эволюционный характер и учет концепций управления рисками, прототипирования, бенчмаркинга и непрерывного совершенствования.

Гибкая модель РБП – это структурированный подход к выявлению и анализу технологических проблем организации. Она используется для анализа бизнес-процессов и оценки альтернативных решений без их фактического внедрения. При разработке гибкого подхода к моделированию применяются следующие этапы: формулирование проблемы, концептуализация решения, уточнение модели, проверка модели, поиск решения и внедрение решения.

Заключение

Подход с применением гибкой спиральной модели реинжиниринга процессов в управленческой практике компаний отрасли инфокоммуникаций дает перспективы преодолевать сложности изучения и анализа процессов и, таким образом, обеспечивать более высокий уровень их понимания и совершенствования.

По мнению некоторых исследователей РБП, очень желательной является интегрированная модель РБП, которая позволяет гибко моделировать бизнес-процессы в организации на различных уровнях [11-15]. В идеале, одна и та же модель желательна для применения моделирования процессов на самом верхнем уровне, давая глобальное представление о том, как процессы соотносятся друг с другом, а также моделирования процессов более низкого, операционного уровня в подробностях [2, 3]. Это весьма импонирует применению такого подхода для процессов компаний инфокоммуникационного сектора [4]. когда крупная компания, управляющая сетью регионального или федерального масштаба и обладающая обширным продуктовым портфелем, ставит себе задачу обеспечения унификации процессного моделирования в условиях постоянной оптимизации.

Литература

1. *Елиферов В.Г.* Бизнес-процессы: Регламентация и управление: Учебник. М.: НИЦ Инфра-М, 2013. 319 с.

2. *Каберова А.Р.* Актуальные тренды развития бизнес-технологий в цифровой среде // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом: сборник материалов (тезисов) L -й международной конференции РАЕН. Москва, 2022. С. 35-38.

3. *Каберова А.Р.* Платформенные бизнес-технологии как перспектива развития цифровизации бизнеса // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции. 2022. С. 179-181.

4. *Коптелов А.* Совершенствование бизнес-процессов телекоммуникационной компании, журнал «Мобильные телекоммуникации». №7/2006. С. 45-51.

5. *Ойхман Е.Г., Попов Э.В.* Реинжиниринг бизнеса: Реинжиниринг организации и информационные технологии. М.: Финансы и статистика, 1997. 332 с.

6. *Репин В.В.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.

7. *Хаммер М., Чампи Д.* Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. М., 2009.

8. *Boehm B.* et al. Using the Win Win Spiral Model: A Case Study // IEEE Computer, July 1998, pp. 33-44.

9. *Davenport T.* Process Innovation: Reengeneering Work through Information Technology. 1993, Boston, MA.: Harvard Business School Press., 352 p.

10. *Hussein B.* PRISM: Process Re-engineering Integrated Spiral Model. VDM Verlag, Berlin, 2008.

11. *Hussein Bassam A.* et al. PRISM-Process Reengineering Integrated Spiral Model: An Agile Approach to Business Process Reengineering (BPR) // International Journal of Biometrics 9 (2014), p. 134.

12. *Halvor Holtskog*, Geir Ringer The insufficiency of Lean Tradition – Lean meets Kodak Moments // International Journal of Innovation and Technology Management, vol. 93, 2020, pp 944-948 p.

13. *Irani Z., Hlupic V., Giaglis G.,* Business-Process Reengineering: A Design Perspective // The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, no. 12, pp. 247-252, 2000.

14. *Lin F., Yang M., Pai Y.* A generic structure for business process modelling. Business Process Management Journal, 2002, no. 8(1), pp. 19-41.

15. *Manganelli R., Klein M.* The Reengineering Handbook: A Step-By-Step Guide to Business Transformation. 1994, New York: Amacom., 320 p.

16. *Kontio J.* Business process re-engineering: a case study at Turku University of Applied Sciences // Proceedings of European and Mediterranean Conference on Information Systems 2007 (EMCIS2007), 24-26. 2007.

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ВАЛЮТЫ

Красикова Людмила Юрьевна
к.э.н., доцент, Московский технический университет связи и информатики,
krasikoval@gmail.com

Красикова Татьяна Витальевна
IQVIA, менеджер по развитию технологического бизнеса,
tatiana.s.krasikova@gmail.com

Аннотация

Проводится анализ тенденций применения цифровой валюты, определяются направления внедрения инновационных технологий в денежно-кредитную и платежные системы с целью разработки цифровой формы законного платежного средства, которое будет способно конкурировать с традиционными денежными средствами и сможет обеспечить более высокий уровень безопасности в использовании, рассматриваются преимущества и недостатки нового вида цифровой валюты Центрального банка – цифрового рубля.

Ключевые слова

Крипто-цифровой рынок, цифровая валюта, криптовалюта, виртуальная валюта, цифровая валюта центрального банка, цифровой рубль.

Введение

На протяжение последних двух десятилетий финансовые системы целого ряда различных государств осуществляют переход на новую парадигму развития. Морально устаревшие со временем финансовые модели взаимодействия и инструменты денежных переводов постепенно заменяются передовыми механизмами нового крипто-цифрового рынка. Сегодня Центральными банками КНР и РФ активно изучаются способы выпуска и внедрения в оборот цифровых государственных валют. Несмотря на то, что исследования и использование цифровых валют Центральных банков все еще находятся на начальном этапе, они обладают большим потенциалом, который в будущем позволит существенно упростить процессы международных расчетов и обмена валют.

Анализ тенденций применения цифровой валюты

Цифровые деньги (валюта) представляет собой одну из форм валюты, доступной человеку только лишь в цифровом или электронном формате. Чтобы воспользоваться цифровой валютой, достаточно иметь под рукой ПК или любое мобильное устройство с возможностью доступа к глобальной сети Интернет. Цифровая валюта не является физически осязаемой, как традиционная купюра или монета и имеет целый ряд собственных особенностей. Среди них: быстрые международные транзакции с минимальной комиссией; возможность использования без физической привязки к счетам в банках [1].

Выпуск цифровых валют может осуществляться в информационных системах как с центральным администратором, так и без него, то есть цифровые валюты могут быть централизованными или децентрализованными. Цифровые деньги могут конвертироваться в фиатную валюту или не обладать таким качеством, что свойственно для виртуальных денег, которые широко используются человеком в различных видеоиграх.

Цифровые валюты могут быть частными или выпущенными эмиссионным центром (так называемые цифровые валюты центрального банка).

Принято выделять всего три типа цифровых валют (табл. 1).

Таблица 1

Виды валют

Цифровые валюты	Виртуальные валюты	Криптовалюты
Регулируемые или нерегулируемые цифровые валюты, которые используются в качестве альтернативы или дополнительных средств.	Нерегулируемые денежные средства, находящиеся под контролем их непосредственного разработчика(ов), компанией-учредителем или конкретным сетевым протоколом.	Разновидность цифровой валюты, учёт внутренних расчётных единиц которой обеспечивается децентрализованной платёжной системой, функционирующей в автономном режиме

В наше время инновационные технологии развиваются стремительными темпами. Это обуславливает актуальность их внедрения в денежно-кредитную и платежные системы. Реализовать это можно посредством разработки цифровой формы законного платежного средства, которое будет способно конкурировать с традиционными денежными средствами и сможет обеспечить более высокий уровень безопасности в использовании. Одним из наиболее оптимальных вариантов таких платежных средств являются цифровые валюты центральных банков многих государств мира.

Цифровая валюта центрального банка (далее ЦВЦБ) представляет собой новый тип цифровой валюты, эмитентом которой является Центральный банк. Она доступна людям в самых разных формах на основе учетных записей или токенов, и содержит электронную книгу, которая функционирует в технологию блокчейн. По сути, ЦВЦБ является аналогом традиционной денежной единицы, используемой той или иной страной в качестве фиатных денежных средств и выступает законным платежным средством, представленным в электронном формате и хранящимся на виртуальном кошельке [4].

На данный момент большинство стран мира находятся только на стадии разработки ЦВЦБ, но есть и те государства, которые внедрили их и добились успеха в данной области. Отличным примером внедрения цифровой валюты является бразильский банк, который токенезировал свой реал на блокчейне Ethereum для прозрачности грантов при исследовании цифровых денег.

Внешэкономбанк России еще в 2017 г. подписал договор о сотрудничестве с Ethereum Russia. Церемония подписания соглашения состоялась в рамках всероссийской конференции «Блокчейн: новая нефть России».[1] Однако практически все государства сталкиваются с проблемой правового регулирования гражданского оборота цифровых денег. По состоянию на конец августа 2023 года более 130 государств исследуют механизмы создания и внедрения ЦВЦБ. 64 государства находятся на стадии выработки решения, 9 государств G20 имеют пилотные проекты, 11 внедрили в оборот своей страны цифровую валюту. [1]

На основании всего сказанного выше, можно констатировать, ЦВЦБ – это цифровые деньги, эмитентом которых выступает государство, способные обеспечить более низкие проценты за переводы и позволяющие стране интегрироваться в область блокчейн технологий, заняв индивидуальную нишу.

Несмотря на то, что ЦВЦБ относится к числу виртуальных валют, она существенно отличается от частных виртуальных валют – криптовалют, интерес к которым в последние пять лет значительно вырос. Необходимо отметить, что все виртуальные валюты, по сути, являются криптовалютами. Однако при этом не все из них могут быть отнесены к числу цифровых валют. Объясняется это тем, что цифровая валюта не может быть зашифрована в отличие от криптовалют, которые работают на базе технологии блокчейн. Еще одним отличием криптовалют является отсутствие эмитента. Следовательно, они не представляют собой долга или обязательств какого-либо лица.

Центральные банки многих стран сегодня активно изучают цифровую валюту и возможности ее внедрения с целью противостояния криптовалютам. Децентрализованные финансы (DeFi) не могут регулироваться центральным банком. Поэтому, по мнению многих государств, они представляют собой угрозу национальной валюты, поскольку общественность несет непосредственную ответственность не только за создание, но и за поддержание криптовалют [2-4].

Еще одной не менее значимой проблемой криптовалют является то, что их стоимость в большинстве случаев базируется исключительно на спекуляциях, так как они не привязаны ни к каким активам или валютам. Примером этому является такая криптовалюта как Bitcoin, стоимость которой время от времени сильно колеблется.

Что касается цифровых валют, то их основным преимуществом является то, что их выпуск осуществляется Центробанком. Благодаря этому их спрос и предложение может регулироваться государством. Помимо этого, они могут использоваться в качестве инструмента мониторинга.

Также стоит отметить, что ЦВЦБ способны обеспечить более высокий уровень безопасности и куда более низкую стоимость активов, нежели криптовалюты. Однако для этого они должны быть правильно структурированы. ЦВЦБ имеет все шансы стать решающим инструментом для государства на его пути к финансовой стабильности.

Следовательно, к числу ключевых преимуществ использования ЦВЦБ можно отнести следующее:

– практически полную прозрачность осуществляемых транзакций;

– наивысший из возможных уровень защиты от выпуска поддельных денежных средств;

– обладание потенциалом к легальному замещению криптовалют.

Основными недостатками ЦВЦБ являются:

– влияние на информационные и транзакционные инструменты взаимодействия клиента и банка;

– проблемы конфиденциальности, близкие к тем, с которыми сталкиваются крупные ИТ-компании и поставщики услуг Интернет;

– наличие значительных препятствий для осуществления трансграничных платежей.

Банк РФ, как и регуляторы многих других развитых государств, активно исследует возможность внедрения цифровой национальной валюты – цифрового рубля (ЦР).

ЦР – инновационный проект Центрального Банка РФ, разработка которого осуществляется с целью создания виртуальной версии национальной валюты России. Ключевая идея данного проекта заключается в повышение качества финансовых услуг и экономической стабильности в государстве.

На данный момент использование ЦР существенно ограничено. В августе 2023 г. в 11 городах РФ был запущен пилотный проект тестирования реальных операций с ЦР. Участниками данного проекта стали 13 банков [5].

Правила выпуска, обращения и использования цифрового рубля в РФ регулируются Федеральным законом от 31.07.2020 №259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который был принят Госдумой РФ 22.07.2021 г. Указанный закон дает возможность обеспечить эффективное функционирование механизмов защиты ЦП от различных кибератак [6].

ЦР, как и любой другой способ оплаты, обладает собственными преимуществами и недостатками.

Среди преимуществ ЦР можно выделить следующее:

– возможность доступа к виртуальному счёту со всех банков, в которых имеются открытые счета;

– низкая стоимость операций. Организации, использующие ЦР, смогут существенно снизить размер комиссии за эквайринг;

– высокий уровень безопасности. Все операции с ЦР контролируются Центральным Банком РФ, что исключает отзыв лицензии;

– улучшенная клиентоориентированность. В ЦБ рассчитывают, что активное использование ЦР сможет существенно повысить уровень конкуренции между кредитными организациями, что в свою очередь повлечет за собой повышение качества обслуживания клиентов;

– возможность использования смарт-контрактов в процессе осуществления государственных платежей, государственных и финансовых услуг.

К недостаткам введения в оборот ЦР можно отнести следующее:

– низкий уровень анонимности, в результате чего любые транзакции, которые будут проводиться с цифровой валютой, могут быть с легкостью отслежены Центробанком и иными компетентными органами, что может приводить к нарушению конфиденциальности пользователей.

– технические проблемы, которые могут приводить различным сбоям при проведении финансовых операций;

– опасность потери цифровой валюты в случае хакерской атаки или потери доступа к личному кошельку.

Заключение

Цифровизация финансовых операций и возрастающая значимость обработки данных сопровождается уменьше-

нием количества наличных расчетов и внедрением инновационных форм цифровых денег. Стремление к разработке и внедрению новых цифровых валют в свою деятельность поддерживается не только частными организациями и государственными органами, но и центральными банками.

В частности, идея разработки и внедрения цифровой валюты получила широкое распространение среди Центральных банков многих государств по всему миру, в том числе и в России. При правильно разработанном и сохраняющем конфиденциальность решении, использование цифровой валюты будет способствовать повышению уровня социального благосостояния.

Основываясь на предположении, что архитектура, сохраняющая конфиденциальность, может быть воспроизведена на практике, ключевым требованием для успешности внедрения виртуальных валют будет являться сохранение конфиденциальности. На этом фоне остается не решенной проблема, затрагивающая вопрос, при каких условиях люди будут предпочитать использование новых формы цифровых валют вместо традиционных наличных денежных средств.

Литература

1. *Андрианова Н.Г.* Подходы международных организаций к определению сущности криптовалют // Международное право и международные организации.2023-№2. С. 61-69.

2. *Артемьева Г.С., Красикова Л.Ю.* Учетно-аналитическое обеспечение новых видов активов в условиях цифровой трансформации компаний в сфере инфокоммуникационных технологий / В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 50-й международной конференции. М.: Горячая линия-телеком, 2022. С. 52-54.

3. *Красикова Л.Ю., Красикова Т.В*. Трансформация системы внутреннего контроля на основе цифровых технологи // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2023. С. 174-177.

4. *Меланин Свон*. Блокчейн. Схема новой экономики. М.: ООО Олимп-Бизнес, 2018. 240 с.

5. Положение Банка России «О платформе цифрового рубля» от 03.08.2023 N 820-а / В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 48-й международной конференции. Москва, 2021. С. 52-55.

6. Федеральный закон "О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 31.07.2020 N 259-ФЗ (последняя редакция).

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУКТУРЫ НЕСКОЛЬКИМИ ОПЕРАТОРАМИ

Ожерельев Сергей Владимирович,
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), соискатель кафедры ЦЭУиБТ, Москва, Россия,
sergeioj@gmail.com

Сиднев Сергей Анатольевич
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), доцент, к.т.н., Москва, Россия
sidnev100@yandex.ru

Аннотация

Рассмотрены модели совместного использования операторами общей инфраструктуры для сетей, имеющих разное назначение. Представлены два таких варианта: сети связи и сети передачи электроэнергии, и сети связи и сети автомобильных дорог. Если в первом случае имеем весьма развитые системы с магистралями протяжённостью в сотни и тысячи километров, где в линии электропередачи встраиваются кабели связи, то второй вариант получил только начальное развитие. Рассматриваются бизнес-модели, способствующие развитию совместного использования ресурсов различными по роду деятельности операторами.

Ключевые слова

Инфраструктура, сети различного назначения, оптический кабель, волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС), линии электропередачи, автомобильные дороги.

Введение

Одной из основных задач, стоящей перед отраслью телекоммуникаций, наряду с развитием систем передачи и линий связи, а также создаваемых на их основе сетей, является поиск и разработка бизнес-моделей, позволяющих рационально использовать собственные ресурсы и привлекать ресурсы партнёров, получая дополнительный эффект.

Конкурентная борьба в настоящее время между телекоммуникационными компаниями сочетается с сотрудничеством, в чём проявляется закон единства и борьбы противоположностей.

Широко используются такие бизнес-модели, как «аутсорсинг» [1], Network Sharing [2], MVNO.

Вопросы комплексного использования ресурсов телекоммуникационными операторами широко представлены в литературе [3;4]. Однако недостаточно изученной является проблема совместного использования инфраструктуры для сетей, имеющих разное назначение, таких как сети связи и сети передачи электроэнергии или сети связи и сети автомобильных дорог.

В ряде стран на законодательном уровне возобладал принцип «копать землю один раз» [4] (например, строительство автомобильной дороги предполагает одновременную прокладку кабеля вдоль этой дороги).

Центральным вопросом, определяющим целесообразность построения общей инфраструктуры, является возможность выхода из строя одной сети, приводящая к нарушению работы других сетей или нарушение работы одной сети, приводящая к выходу из строя других.

Всё это требует дополнительных междисциплинарные исследований. В [5] предлагается использовать SWOT-анализ, определяющий сильные и слабые стороны концепции, а также возможности и угрозы.

Сильными сторонами использования рассматриваемой модели являются:

– совпадение топологий сетей (потребности в передаче энергии в те или иные пункты коррелируются с потребностями в передаче информации, кабельные линии прокладываются вдоль автомобильных дорог);

– отсутствие необходимости отвода земли;

– сокращение сроков введения линий в эксплуатацию и, в конечном итоге, снижение капитальных и эксплуатационных расходов.

Слабой же стороной является необходимость решения межведомственных организационных вопросов при создании инфраструктуры и при её эксплуатации. Прежде всего это касается разделения ответственности при возникновении нештатных ситуаций.

Непростым вопросом также является разделение доходов между операторами.

Главными возможностями являются экономический эффект, получаемый операторами от совместного использования этой инфраструктуры, и диверсификация деятельности компаний, а угрозы связаны с вопросами надёжности комплексной системы, возникновением нештатных ситуаций на одной сети и влиянием на работу других сетей, а также со сложностью модернизации инфраструктуры в случае изменений в какой-либо одной сети. Последнее особо важно, если объекты операторов, использующих единую инфраструктуру, находятся на разных стадиях жизненного цикла [6].

Телекоммуникационные сети на базе инфраструктуры электросети

Схожесть структур сетей электропередачи и связи, наличие в сети электропередачи элементов, которые могут быть использованы для инсталляции линий связи, делают привлекательной модель построения телекоммуникационных сетей на базе инфраструктуры энергетиков.

Организация телекоммуникационных сетей расширяет возможности предприятий, занимающихся передачей и распределением электроэнергии.

Была разработана целая группа оптических кабелей, из которых наиболее востребованными на сегодняшний день, являются:

– полностью диэлектрический самонесущий кабель (ОКСН);

– оптический кабель в грозозащитном тросе (ОКГТ);

– оптический навивной кабель (ОКН).

Каждому типу кабеля соответствует своя технология его инсталляции в систему электропередачи.

При этом выбор того или иного оптического кабеля (ОК) и, соответственно, технологии его прокладки, осуществляется исходя из следующих показателей:

– надёжность кабеля и энергосистемы;

– капитальные затраты на линию связи;

– эксплуатационные расходы на линию связи;

– приведённые затраты на линию связи;

– Чистая текущая стоимость (NPV, Net present value) проекта.

Наиболее соответствующим, в качестве критерия выбора ВОЛС-ВЛ (волоконно-оптической линии, инсталлированной в высоковольтную линию), является показатель NPV, определяющий интегральный экономический результат проекта.

Этот показатель учитывает, как капитальные затраты и эксплуатационные расходы, так и будущие доходы от проекта. Считая эти доходы, в первом приближении, одинаковыми для рассматриваемых ВОЛС-ВЛ, с помощью этого показателя возможно сравнение различных вариантов одного и того же проекта, не прибегая к полному вычислению самого показателя [7].

Важно отметить, что методика расчёта NPV предполагает дисконтирование, а дисконтная ставка учитывает, в том числе, и фактор риска, который играет большую роль в условиях эксплуатации телекоммуникационных систем на ВОЛС-ВЛ. Ведь кабели связи на высоковольтных линиях подвергаются многим воздействиям, таких как атмосферное электричество, обледенение, ветровые нагрузки и т.д.

Таким образом, показатель NPV учитывает, хотя и косвенно, надёжность системы.

Телекоммуникационные сети на базе инфраструктуры автомобильных дорог

Развитию транспортной многоканальной коммуникации (ТМК) способствует необходимость мониторинга автомобильных дорог, а также возможность с помощью этих систем получить качественные и относительно дешёвые сети связи, которыми могли бы воспользоваться, как автодорожные службы, так и телекоммуникационные операторы.

Технология создания ТМК следующая. Фрезерной установкой в дорожном покрытии прорезается минитраншея шириной до 10 см и глубиной до 60 см, в которую одновременно укладываются пакеты микротрубок из пластика.

Далее последовательно производится монтаж сборных пластиковых кабельных колодцев. В образованную канализацию методом пневмопрокладки задуваются оптические кабели.

Возможно задувать и электрические, силовые кабели, когда это требуется. Автодорожникам это может потребоваться для электропитания светофоров и камер видеонаблюдения, связистам – для электропитания промежуточных ретрансляционных пунктов и базовых станций операторов мобильной связи.

Основными преимуществами ТМК являются:

– минимальное использование земельных ресурсов;

– высокая надёжность ВОЛС и простой доступ к объекту ремонта;

- дальнейшее расширение ёмкости ВОЛС осуществляется с минимальными затратами (не требуется выполнения земляных работ).

Немоловажным фактором является сохранение экологии.

Идея создания ТМК в России появилась давно. Однако долгое время она была невостребованной.

В настоящее время ведётся строительство, которым занимается АО «СМАРТС». Проложены линии в Самарской области, намечены и уже реализуются более крупные проекты.

Предпосылками развития сетей ТМК в России являются:

– имеющийся уже опыт создания подобных систем;

– признание таких проектов инновационными и поддержка на самом высоком уровне;

– налаженное производство отечественных микрокабелей;

– перечисленные выше преимущества.

Бизнес-модели, способствующие совместному использованию инфраструктуры

Если модель «Сети связи на базе инфраструктуры электросети» широко представлена и бурно развивается в России, то системы ТМК находятся на стадии внедрения. Однако имеется много факторов в пользу их развития:

1. необходимость автодорожным службам создавать свои умные дороги и дефицит пропускной способности магистральных линий связи;

2. затратность традиционных методов прокладки кабелей, в первую очередь связанных с большими временными и материальными издержками на согласование проектов строительства с владельцами земельных участков.

К тому же пришло время обновлять оптоволоконную сеть связи страны. С появлением и широким распространением в последние годы новых систем со спектральным уплотнением, старые волоконно-оптические линии связи, проложенные ещё в 90-ые годы прошлого столетия и начале нового тысячелетия, которые устарели морально и физически, следует заменять.

Строительству новых ВОЛС способствует также создание новых центров обработки данных (ЦОД). Потребность в услугах ЦОД в последние годы демонстрирует взрывной рост.

Так как центры обработки данных создаются в крупных городах, ВОЛС, прокладываемые в полотне автомагистралей, соединяющие эти города, могли бы быть идеальными связующими звеньями между ЦОД.

Большую роль в эффективной деятельности операторов, как телекоммуникационных, так и операторов, обладающих инфраструктурой, является правильный выбор бизнес-модели, определяющей принципы взаимодействия между сторонами договора.

Взаимодействие операторов может происходить по следующим организационным моделям [3]:

– регулирование взаимодействия операторов на основании общих технических регламентов и соглашений по обеспечению работы сетей, имеющих разное назначение;

– создание операторами совместной компании, которая будет выступать подрядчиком в процессе эксплуатации линии связи;

– привлечение для обслуживания компаний-аутсорсеров.

Так как передача информации требуется не только телекоммуникационному оператору, но и оператору, предоставляющему свой объект в качестве общей инфраструктуры, целесообразно разделение оптических волокон между ними. Здесь целесообразна экономическая модель Network Sharing.

Совмещение экономической и организационной моделей приводит к дополнительному эффекту [3].

Заключение

Создание и использование Единой инфраструктуры для сетей разного назначения способствует получению значительного экономического эффекта, но, в то же время, порождает дополнительные сложности.

Рассмотрены сети связи на базе инфраструктуры электросети и сети связи (ТМК) на базе инфраструктуры автомобильных дорог.

Показано, что второй вариант имеет хорошие перспективы для развития.

Внедрение ТМК выгодно, как дорожникам, так и связистам.

Благодаря развитию ТМК связисты имеют возможность быстрого создания и наращивания телекоммуникационной сети. Операторы мобильной связи получат также электропитание для базовых станций, расположенных вдоль автодорог.

Многие возможности в этом случае приобретут и автодорожники.

Дополнительные сложности при использовании рассматриваемой стратегии «совместной инфраструктуры» преодолеваются путём внедрения новых бизнес-моделей для совместной работы операторов связи с операторами, предоставляющими ресурсы для телекоммуникационных сетей.

Литература

1. *Ожерельев С.В., Сиднев С.А.* Оценка экономического эффекта использования аутсорсинга // Вестник связи. 2014. №11. С. 31-32.
2. *Ожерельев С.В., Сиднев С.А.* Совместного использования ВОЛС операторами сотовой связи // Вестник связи 2012. №7. С. 39-41.
3. *Ожерельев С.В., Сиднев С.А.* Совмещение бизнес-моделей Network Sharing и аутсорсинга при использовании ВОЛС // Первая миля, 2023. №7. С. 62-65.
4. *Соколов Н.А., Федоров А.В.* Задачи комплексного использования ресурсов в сетях доступа // Первая миля, 2023. №1. С. 22-28.
5. *Ермаков А., Соколов Н., Федоров А.* Задачи создания общей инфраструктуры для сетей разного назначения // Информация и космос, 2020. №6. С. 6-11.
6. *Звягинцев М.В., Маслов Д.С., Соколов Н.А.* Выбор структуры сети связи с учётом жизненного цикла ее элементов// Электросвязь. 2010. №8. С. 33-36.
7. *Сиднев С.А., Зубилевич А.Л., Колесников О.В., Царенко В.А.* Эффективность ВОЛС. Оценка и пути повышения. М.: Горячая линия – Телеком, 2021. 128 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОДХОДОВ К СТРАТЕГИЧЕСКОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Уманский Роман Юрьевич,
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),
к.э.н., доцент кафедры цифровой экономики, управления и бизнес-технологий, Москва, Россия
roman.umanskiy@gmail.com

Борисов Сергей Дмитриевич,
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), аспирант, Москва, Россия
sd.borisov@gmail.com

Аннотация

Статья посвящена исследованию эволюции подходов к пониманию сущности и роли стратегического планирования в организациях. Проанализированы результаты исследований в области стратегического планирования, выделены основные исторические вехи становления и развития стратегического планирования. На основании существующих тенденций развития общества и технологий сформулированы основные принципы и характеристики формирования системы стратегического планирования в организациях в современных условиях.

Ключевые слова

Стратегия, стратегическое планирование, план, система сбалансированных показателей, инструменты стратегического планирования, цифровые технологии

Введение

Современное понимание стратегии организации предполагает рассмотрение ее как комплексного взгляда в будущее, с балансировкой рисков, возможностей и видения владельцев бизнеса относительно ее потенциала для определения целей развития в условиях высокого уровня неопределенности. Подходы к стратегическому планированию видоизменялись и трансформировались на протяжении многих лет, и все особенности этих этапов развития были напрямую связаны с разным пониманием роли стратегического планирования в процессе принятия управленческих решений в управлении организацией от детального описания самого стратегического процесса до того, в каком стратегическом контексте рассматривалась влияние внешней и внутренней среды организации на формирование стратегии ее развития: от достаточно стабильного, четкого и предсказуемого состояния до абсолютно непредсказуемого и неопределенного.

Результаты исследований

Термин «стратегия» происходит от греческого слова «strategos» [1], которое буквально означает «генерал армии». В случае с древними греками, такие профессионалы еще в 6 веке до н.э. отвечали за выработку практических советов относительно управления сражениями для победы в войнах и не принимали участия в тактическом управлении военными подразделениями. Со временем, ответственность греческих генералов, имеющих статус официально избранных, распространилась также и на сферу принятия важнейших решений по гражданским вопросам развития. Стратегия во времена войн предполагала видение целевого результата и не рассматривала детально инструменты и промежуточные этапы его достижения [2].

С точки зрения теории менеджмента, начало XX века характеризуется стремлением американского частного сектора максимизировать производство товаров на базе имеющегося ограниченного набора ресурсов. Теоретики менеджмента (Тейлор, Форд, Гилберт и другие) и руководители крупных корпораций практически не уделяли внимания вопросам расширения рынков сбыта и управлением взаимоотношениями с потребителями. Однако ситуация кардинально изменилась после прохождения нескольких макроэкономических шоков (Великая депрессия, Вторая Мировая война): прогнозирование рисков внешней среды для организаций стало важнейшей задачей обеспечения стабильного развития.

Середина 1950-х – время зарождения стратегического планирования в его современном представлении. Большинство наиболее популярных подходов к стратегическому планированию для некоммерческих организаций берут свое начало от Гарвардской модели [3], которая сформировалась в этот период. В частности, системный анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз (SWOT – анализ) – это часть Гарвардской модели и именно такой анализ можно считать прародителем современной модели стратегического планирования [4]. В 1957 году в своей статье для журнала Harvard Business Review Игорь Ансофф предложил один из первых современных инструментов стратегического планирования – Матрицу Ансоффа. В своем труде автор приходит к выводу о том, что существует всего четыре способа, с помощью которых организация способна увеличить свою долю рынка и расширить бизнес [5]:

1. Увеличить объем продаж существующих продуктов действующим клиентам;
2. Продавать новые продукты существующим клиентам;
3. Продавать существующие продукты новым клиентам;
4. Продавать новые продукты новым клиентам.

Размер принимаемого организацией риска для каждого из предложенных в матрице Ансоффа способов роста увеличивается по мере того, как компания переходит от работы с существующим продуктом и действующими клиентами к новым. Матрица Ансоффа стала своеобразной инструкцией к действию для формирования первых стратегии развития.

На практике первоначальная реализация стратегического планирования сформировалась на основе бюджетного процесса, который стали активно применять сначала в правительстве США, а затем и в крупных американских корпорациях в середине 1950-х – в 1960-х годах. В своей самой упрощенной форме стратегические бюджеты

представляли собой перечень записей о предстоящих расходах, связанных с определёнными активностями в компании [6].

В 1973 году Питер Друкер сформулировал классическое определение стратегического планирования в своей работе «Менеджмент». Согласно автору, планирование – это процесс, который включает в себя непрерывное принятие рисковых (предпринимательских) решений, организацию их системного исполнения и оценку их реализации относительно первоначальных ожиданий. Основная идея П. Друкера состояла в том, что управление и планирование в организациях должно рассматриваться как научный подход, позволяющий использовать накопленный опыт для комплексного развития компании [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что ключевой особенностью использования корпоративным сектором инструмента стратегического планирования в 1950-х - 1970-х годах стал фокус на потенциале роста, контролем эффективности и ограничениями внутри организации. Центральной задачей стратегического планирования была разработка финансового плана, построенного с учетом выявленных сильных и слабых сторон организации, а также рыночных возможностей и угроз, определение четких, измеримых целей и метрик развития. Ключевыми критериями эффективности стратегического планирования в организациях была максимальная загрузка имеющихся производственных мощностей, достижения экономии за счет масштабов с оптимизацией закупочной деятельности с фокусированием на устранение узких мест в деятельности организации.

Такой подход к стратегическому планированию достиг пика своего процветания в 1970-1980-х годах, после чего наступил период значительного снижения его популярности. К концу 90-х годов XX века стало понятно, что наличие в организации документа с впечатляющим названием «стратегический план» не обеспечивает значительного положительного вклада в развитие компаний. В качестве основной причины низкой эффективности стратегического плана назывались ретроспективные подходы, используемые для его построения. Финансовые модели, которые ложились в основу стратегического плана, опирались на фактические данные и экономические тренды из прошлого и не отвечали скорости и качеству происходящих в глобальной экономике изменений.

С точки зрения процесса, стратегические планы, разрабатываемые в компаниях второй половины XX века, были максимально централизованными. Они, как правило, готовились командами финансовых аналитиков, которые самостоятельно занимались сбором необходимых данных для финансовой модели стратегии внутри компании. Такие планы презентовались и согласовывались на уровне высшего менеджмента компаний и далее доводились до подразделений в уведомительном порядке. В результате, такие стратегические планы часто оказывались оторванными от корпоративной действительности и были трудно реализуемыми на практике.

В ответ на несовершенство методологии стратегического планирования, научное сообщество сформулировало обновленную концепцию принятия стратегических решений на основе Системы сбалансированных показателей (далее – ССП) [7], разработанной (Р. Капланом и Д. Нортоном) в 1990-е. Основная идея подхода ССП состояла в создании связки между стратегическими приоритетами предприятия и операционными целями его конкретных подразделений на уровне регулярной деятельности. Система сбалансированных показателей определяла четыре ключевых измерения долгосрочного стратегического успеха компании:

1. Финансовая устойчивость.
2. Работа с клиентами и акционерами.
3. Повышение эффективности внутренних процессов
4. Непрерывное обучение и инновации.

ССП предусматривала разработку показателей для каждого из представленных измерений и была призвана операционализировать процесс исполнения стратегии компании [8]. Также следует отметить работы Генри Минцберга, которые оказали значительное влияние на развитие нового подхода к процессу стратегического планирования как к инструменту системного переосмысления особенностей развития организации [9].

На этом этапе изменение подходов к стратегическому планированию привело к тому, что фокус сместился с достижения внутренней операционной эффективности на исследование конкурентных позиций организации в рыночной среде и основной акцент при стратегическом планирование стал уделяться принципам взаимодействия ключевых игроков на рынке и достижений успехов в конкурентной борьбе.

Существенное ускорение темпа изменений внешней среды, рост числа технологических инноваций, таких как доступность больших данных, развитие интернета вещей, технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ), машинного обучения (далее – МО), привели к возникновению беспрецедентного уровня неопределенности, в которой организации принимают решения относительно потенциального роста.

Уже к началу XXI века многие крупнейшие корпоративные структуры, осознав значимость данных тенденций и роль науки и знаний в достижении устойчивости развития, стали реформировать сложившиеся системы управления и бизнес-модели в которых стало учитываться, что стратегическое планирование должно быть направлено не столько на ликвидацию стратегического разрыва, сколько на построение такого вектора развития, при котором таковых разрывов возникать не будет [10].

Стало очевидным, что чем выше стратегическая гибкость организации в распределении собственного внимания и ресурсов в зависимости от получаемой в реальном времени информации и от изменений во внешней среде, тем выше как показатели деятельности, так и выживаемость организации в условиях неопределенности.

Соответственно поменялись и в очередной раз подходы к организации системы стратегического планирования в организациях для обеспечение больше стратегической гибкости:

- система стратегического планирования должна обеспечить сбор информации, необходимой для принятия решений из множества различных источников информации и должным образом синтезировать ее для формирования у организации комплексного представления о будущих рисках и возможностях без ориентации на прошлое;
- стала очевидным необходимость еще более активного вовлечения и качественного взаимодействия сотрудников на всех уровнях организации при подготовке стратегического плана развития, а также создание условий максимально эффективного использования практических знаний, накопленных внутри организаций;

- творческий и нестандартный взгляд и подход к формулированию стратегических целей развития организации стал залога успеха ее на рынке;
- ускорение скорости организации и проведения экспериментов и тестирования значимых стратегических гипотез стало основным движущим механизмов повышения лояльности клиентов организации и обеспечения учета клиентских пожеланий и опыта в развитии новых инновационных продуктов и сервисов.

Важно отметить, что сейчас в начале 2020-х годов организации столкнулись с необходимость очередной корректировки взглядов на процесс стратегического планирования. Стратегическое планирование в современной парадигме должно объединять стремление совершенствовать процессы внутри организации и ее конечный продукт. Важнейшим новшеством современного понимания стратегического планирования деятельности организации от его классического понимания, является инклюзивность стратегии [11], под которой понимается единая взаимосвязь стратегии развития организации со стратегиями его социально-экономического окружения в целях обеспечения включенности организации в окружающую среду. Развитие экосистемного подхода и роль бизнес-экосистем в развитии национальных экономик напрямую влияет на деятельность организации и переосмыслении роли стратегического планирования.

Также среди важнейших факторов трансформации подходов к стратегическому планированию следует отметить роль развития цифровых технологий в качестве новых инструментов стратегического планирования. За технологиями ИИ и МО стоит будущее стратегического планирования.

К числу задач, которые можно будет решать с помощью ИИ и МО в процессе планирования можно отнести не только формулирования гипотез относительно перечня и масштаба внешних факторов, которые могут оказать значимое влияние на развитие бизнеса организаций, но и выработку гипотез относительно будущих потребностей клиентов, и возможных стратегических инициатив, направленных на модификацию продукта или услуги организации [12].

Заключение

Резюмируя исследуемый материал, можно подчеркнуть, что эволюция подходов к стратегическому планированию в организациях прошла несколько этапов своего развития, но несмотря на изменение подходов, стратегическое планирование остается важнейшим инструментом в арсенале менеджеров для формирования и реализации стратегии развития организации как комплекса согласованных действий, которые формулируются командными усилиями собственников и менеджеров на базе анализа совокупности внешних и внутренних факторов в конкретных ситуации и условиях хозяйствования с определением способа координации и сосредоточении ресурсов и действий, направленных на достижение поставленных стратегических целей.

Трансформация подходов к стратегическому планированию с учетом практики развития бизнес-экосистем и активного внедрения цифровых технологий и инструментов исследования цифровых бизнес-процессов должна позволит организациям успешно адаптироваться и обеспечить достижение поставленных целей развития на современном этапе истории.

Литература

1. *Beach R., Lindahl R.* A Discussion of Strategic Planning as Understood through the Theory of Planning and its Relevance to Education. URL: https://files.eric.ed.gov/ fulltext/EJ1208580.pdf (дата обращения: 24.01.2024).
2. *Hewat A*. Strategic Planning History. URL: https://hewatstrategic.com/blog/strategic-planning-history/ (дата обращения: 13.01.2024).
3. *Blackerby P*. History of Strategic Planning // Armed Forces Comptroller magazine. 1994. № 1 (Vol. 39), pp. 23-24. URL: http://www.blackerbyassoc.com/history.html (дата обращения: 28.01.2024).
4. *Boateng P.A., Amponsah E.B., Akafo V., Yamoah P.B*. Strategic Planning Process Formality: A Model // Journal of Business Market Management. №7 (26), pp. 1-8.
5. *Peterdy K.* What is the Ansoff Matrix? URL:https://corporatefinanceinstitute.com/resources/management/ansoff-matrix/ (дата обращения: 25.01.2024).
6. *Kapuci N.* Strategic planning. URL: https://www.britannica.com/money/topic/strategic-planning-organization (дата обращения: 09.01.2024).
7. *Kaplan R*. Conceptual Foundations of The Balanced Scorecard URL: https://www.hbs.edu/ris/ Publication%20Files/10-074_0bf3c151-f82b-4592-b885-cdde7f5d97a6.pdf (дата обращения: 11.01.2024).
8. *Kaplan R., Norton D*. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Harvard Business Review Press, 1996. 322 p.
9. *Mintzberg H*. The Fall and Rise of Strategic Planning // Harvard Business Review, January–February 1994. URL: https://hbr.org/1994/01/the-fall-and-rise-of-strategic-planning (дата обращения: 28.01.2024).
10. *Верников В.А.* Современные подходы стратегического планирования развития производственных структур в современных условиях // Экономика высокотехнологичных производств. 2023. Том 4. № 3. С. 181-196.
11. *Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Карпинская В.А*. Стратегическое планирование и системная оптимизация национальной экономики // Проблемы прогнозирования. 2022. № 3 (192). С. 6-15.
12. *Taftia S., Jahani M., Emamic S.* Explaining Evolutionary Trend of Strategic Planning from Traditional Economy to Innovation Economy // Procedia – Social and Behavioral Sciences.2012. № 58, pp. 56-65. URL: https://www.researchgate.net/publication/257717438_Explaining_Evolutionary_Trend_of_Strategic_Planning_from_Traditional_Economy_to_Innovation_Economy (дата обращения: 28.01.2024).

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Франк Ирина Александровна
МТУСИ, ассистент кафедры ЦЭУиБТ, Москва, Россия
i.a.vasileva@mtuci.ru

Савина Алина Денисовна
МТУСИ, студент группы ББИ2304, Москва, Россия
aline_savina@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается создание цифровой экосистемы, а также ее влияние на развитие малого и среднего предпринимательства в условиях непрерывно нарастающей конкуренции и развития технологий. Поддержка инноваций и стимулирование их развития позволяют малым и средним предпринимателям успешно внедрять новые технологии и модели бизнеса. Особое внимание уделено факторам успешного формирования бизнес-экосистемы в условиях национального и международного рынка.

Ключевые слова

Цифровая экономика, цифровая экосистема, интернет вещей, Big Data, искусственный интеллект, цифровая платформа.

Введение

Цифровая экосистема представляет собой цифровое пространство, состоящее из множества цифровых платформ, пользовательских и системных приложений, интернет-ресурсов, имеющие бесшовную взаимосвязь. Наряду с этим определением можно выделить цифровую систему как клиентоориентированный проект, объединяющий большое количество информационных сервисов и бизнес-процессов, обеспечивающих связь между различными участниками рынка.

Основным преимуществом цифровой экосистемы перед классическими бизнес-моделями является расширение доступа к новейшим инструментам для улучшения производительности и снижения затрат, таким как облачное резервирование, большие данные (Big Data), интернет вещей (Internet of Things), системы умных домов, блокчейн, искусственный интеллект, машинное обучение и другие инновации. Результатом внедрения этих цифровых технологий является улучшение производственных процессов, увеличение прибыли за счет привлечения новой клиентской базы и повышения удобства цифровых платформ, а вследствие этого и повышение конкурентоспособности.

В данной статье поясняется, как создание цифровых экосистем влияет на развитие малого и среднего бизнеса.

Результаты исследования цифровых экосистем и их влияние на развитие малого и среднего предпринимательства

Российские компании становятся на путь освоения новой, более эффективной бизнес-модели – цифровой экосистемы. На данный момент можно выделить несколько примеров успешного внедрения цифровой экосистемы в национальный рынок. Такие крупные компании, как Сбер, Яндекс, МТС, X5 Group, VK уже провели ребрендинг и изменили свою маркетинговую политику с учетом изменяющихся потребительских потребностей и технических инноваций. Формирование цифровой экосистемы – это новый путь развития, прежде всего для малого и среднего предпринимательства.

Наиболее важным преимуществом создания цифровой экосистемы для малого и среднего бизнеса является обеспечение доступа к различным информационным технологиям, позволяющим не только снизить затраты на производство, но и сэкономить время и ресурсы (рис. 1). Например, использование алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет осуществлять независимый контроль производства на всех его этапах, а также проводить анализ и решать ряд логистических проблем. Технология промышленного интернета вещей (Industrial Internet of Things) позволяет полностью автоматизировать, роботизировать производственные процессы, повысить производительность труда. Облачное копирование и анализ больших данных дает возможность обрабатывать большое количество информации, получать доступ к необходимой документации и хранилищам, при этом, не тратя ресурсы на создание собственных серверов [1, 8].

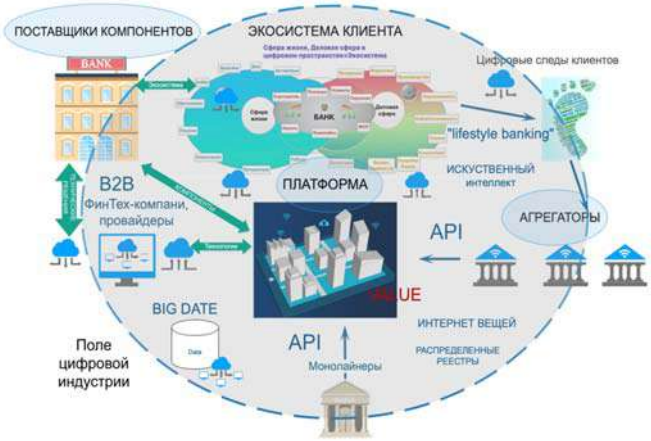


Рис. 1 Архитектура цифровой экосистемы

Еще одним преимуществом формирования цифровой экосистемы для малого и среднего предпринимательства является улучшение взаимодействия между предприятием и их клиентской базой. Ориентация на пользователя – это один из важнейших факторов соответствия компании цифровой экосистеме [2]. Создание более удобных в использовании цифровых платформ и расширение количества доступных онлайн-сервисов, соответствующих запросам различных потребительских групп, способно обеспечить стабильный приток новых клиентов, за счет чего увеличивается объем продаж, а также поддерживается конкурентоспособность компании.

Однако, чтобы гармонично существовать в условиях современного рынка, компания, при переходе на бизнес-модель цифровой экосистемы, должна в долгосрочной перспективе изменить свою политику маркетинга и менеджмента. В данном случае стратегическое планирование должно производиться с учетом факторов, способствующих выводу компании как цифровой экосистемы не только на отечественную, но и международную арену.

Первостепенно, фундаментом успешной цифровой экосистемы можно назвать сильную базу пользователей. Было выявлено, что в большинстве случаев более успешные экосистемы были созданы ведущими участниками рынка, набравшими достаточное количество клиентов для успешного трансформирования компании без риска потери потребителей, а соответственно и прибыли, так как именно они были в лучшем положении для привлечения партнёров, обладали внушительной технологической базой и достаточным финансированием [3]. Это особо важно для тех, кто хочет присоединиться к успешной цифровой экосистеме, но также для существующих лидеров отрасли. Так, оператор телекоммуникационных услуг ПАО "МТС" в 2019 году представил новую стратегию Customer Lifetime Value 2.0 направленную на развитие собственной цифровой экосистемы (рис. 2).

Рис. 2 Структура цифровой экосистемы «МТС»

В результате этого, в 2020 году, несмотря на то, что большинство операторов потеряли клиентов, а их прибыль внушительно сократилась, компания "МТС" потеряла 600 тысяч абонентов и сократила абонентскую базу до 78 млн., но при этом увеличила совокупную выручку за этот период на 4,5% (рис. 3).

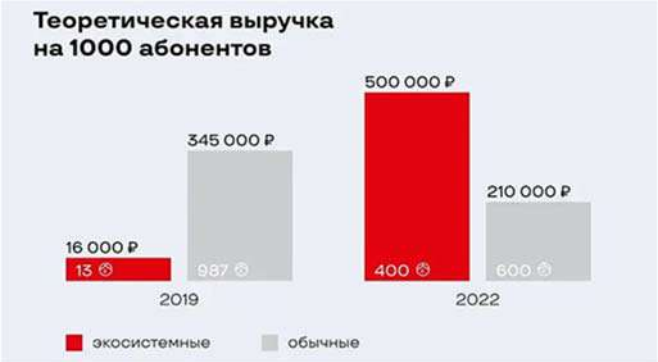


Рис. 3 Столбчатая диаграмма сравнения теоретической выручки на 1000 абонентов за периоды 2019 г. и 2022 г. цифровой экосистемы «МТС»

Формирование цифровых систем также не может не сопровождаться привлечением новых партнёров из других отраслей. Исследования показали, что в 83% цифровых экосистем участвуют партнеры более чем из трех отраслей и в 53% - более чем из пяти (рис. 4). Например, для создания системы «умного» дома производитель должен сотрудничать с разработчиками программных обеспечений и системных и пользовательских приложений, а также специалистами в области GPS навигации [4]. Помимо, этого необходимо сотрудничество с производителем «умных» датчиков и другими научно-техническими учреждениями. Анализ показывает, что чем больше партнёров из различных отраслей участвуют в цифровой экосистеме, тем стабильнее её работа. Очевидно, что успех в данной области зависит от масштабируемости бизнеса.

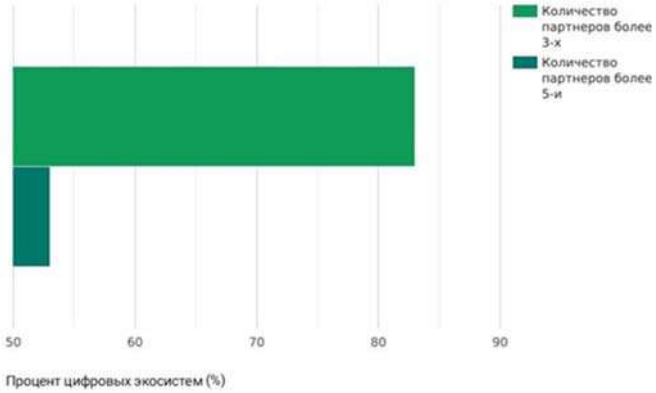


Рис. 4. График сотрудничества цифровых экосистем с партнерскими организациями

Еще одна характеристика успеха – расширение географического охвата. Для устойчивой работы цифровой экосистемы на рынке требуется удаленное сотрудничество несмотря на территориальные, языковые и культурные барьеры. Статистика показывает, что около 80% экосистем охватывают рынки развитых и развивающихся стран [5]. Локальные цифровые экосистемы расширяются медленнее уже вышедших на глобальный рынок экосистем, но при этом тесно взаимодействуют с ними и конкурируют за захват международного рынка. Так, успешно завоевавшая китайский рынок цифровая экосистема Alibaba Group, занимающаяся розничной онлайн-торговлей и торговыми операциями по схеме Business-to-Business, весной 2022 года зафиксировала 40 млн. покупателей из 190 стран мира за прошедший финансовый год [6].

Однако, стоит обратить внимание и на возможные риски, связанные с переходом компании на цифровую экосистему. Исследования выявили, что менее трети крупнейших банков мира инвестируют в цифровые экосистемы значительную долю финансов. Кредиторов удерживает неопределенность дальнейшей судьбы компании, перешедший на путь освоения новой бизнес-модели [7]. Учитывая риски, связанные с отходом от классических, уже изученных с финансовой стороны моделей ведения бизнеса, немногие банки готовы вкладываться, так как многие инициативы, так и не были развиты и потерпели неудачу, что и побуждает подходить к цифровым экосистемам с осторожностью [9].

Еще одним вызовом является вопрос квалификации сотрудников производства и управления. С учетом быстро развивающихся цифровых технологий требуется постоянное обучение, чтобы знания и навыки работников

предприятия обновлялись и всегда были актуальными для успешного приспособления к изменениям и внедрения новых технологических трендов.

Заключение

Несмотря на все возможные риски, цифровая экосистема представляет собой огромный потенциал для развития малого и среднего предпринимательства. Тенденция такова, что в современном мире потребность к цифровизации всех сфер жизни непрерывно растет, появление огромного количества онлайн-услуг и цифровых платформ мотивирует и бизнес «шагать в ногу со временем», переходя из реального мира в виртуальный. С другой стороны, у предпринимателей часто появляются вопросы к безопасности использования новейших технических разработок, в том числе и к использованию искусственного интеллекта и машинного обучения в производственных и аналитических процессах.

Тем не менее, внедрение в жизнь человека Индустрии 4.0 уже становится современной реалию, и будет оно развиваться в быстром темпе или тормозиться, зависит только от уровня образования, а соответственно и уровня доверия к техническому прогрессу. Влияние писателей-фантастов и киноиндустрии накладывает отпечаток на сознание обывателя, не готового принять, что огромное количество обрабатываемой информации подтолкнёт общество будущего к окончательному вступлению в цифровую эру.

Литература

1. *Салютина Т.Ю., Васильева И.А.* Исследование процессов трансформации и формирование основных бизнес-технологий цифровой экономики // В книге: мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 47-й международной конференции. 2021. С. 31-35.

2. *Салютина Т.Ю., Васильева И.А.* Тенденции развития и формирование цифровых платформ для применения в современной экономике на государственном уровне // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 48-й международной конференции. Москва, 2021. С. 38-41.

3. *Васильева И.А.* Особенности и тенденции развития цифровой экономики в современном мире // В книге: мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 45-й международной конференции. Москва, 2020. С. 45-48.

4. *Платунина Г.П., Васильева И.А.* Автоматизации производственных процессов и новые возможности для бизнеса // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 48-й международной конференции. Москва, 2021. С. 57-61.

5. *Платунина Г.П., Васильева И.А.* Управление бизнес-процессами инфокоммуникационных компаний в условиях трансформации мирового экономического общества // Экономика и качество систем связи. 2020. № 1 (15). С. 22-29.

6. *T. Y. Salutina, G. P. Platunina and I. A. Vasileva*, "Transformation of Business Technologies into Digital Platforms and Evaluation of the Effectiveness of their Application," 2021 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS), Yaroslavl, Russian Federation, 2021, pp. 888-892, doi: 10.1109/ITQMIS53292.2021.9642870.

7. *Салютина Т.Ю., Платунина Г.П.* Анализ параметров модели и разработка инструментальных средств оценки инвестиционной привлекательности телекоммуникационной корпорации // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 51-й Международной конференции. Москва, 2023. С. 92-96.

8. *Бойченко И.В., Платунина Г.П., Кравченко Н.А., Степанова Д.В.* Внедрение технологий искусственного интеллекта российскими компаниям // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 51-й Международной конференции. Москва, 2023. С. 113-115.

9. *Платунина Г.П.* Совершенствование маркетинговых стратегий с помощью искусственного интеллекта // В книге: Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 51-й Международной конференции. Москва, 2023. С. 129-132.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОРПОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В РОССИИ

Чугунова Анна Владимировна,
специалист первой категории федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт Радио», Москва, Россия,
chugunova@niir.ru

Сарьян Вильям Карпович,
научный консультант федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт Радио», доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии наук Республики Армения, Лауреат Государственной премии РФ и двух премий Правительства РФ в области науки и техники, Заслуженный работник связи Российской Федерации, Москва, Россия

Козлова Надежда Вячеславовна,
начальник отдела федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт Радио», Москва, Россия

Аннотация

В статье рассмотрен функционал современных российских систем электронного документооборота (СЭД), реализуемый в настоящее время в результате применения моделей машинного обучения (ML), искусственного интеллекта (ИИ/AI), затронуты возможные риски, связанные с корректной работой моделей. Обозначены дальнейшие тенденции по внедрению ИИ-технологий в СЭД. Результаты исследования подчеркивают значимость и потенциал внедрения технологий для увеличения экономической эффективности и развития цифровизации.

Ключевые слова

Система электронного документооборота (СЭД), искусственный интеллект (AI, ИИ), машинное обучение (ML), интеллектуальная обработка документов, экономическая эффективность, цифровизация

Введение

Системы электронного документооборота являются признанным инструментом ежедневной работы для повышения экономической эффективности организаций. Рынок СЭД находится в стадии определенной зрелости, и, благодаря применению машинного обучения и искусственного интеллекта, наблюдается переход от оцифровки к цифровизации. Целый ряд российских компаний работает над внедрением технологий искусственного интеллекта в системы электронного документооборота. В связи с уходом зарубежных вендоров в сфере СЭД (в терминологии Gartner последние поколения СЭД это ECM – Enterprise Content Management и приходящая ей на смену CSP – Content Services Platform), как и во многих других, активными темпами идет процесс импортозамещения.

Происходящая интеграция СЭД с технологиями искусственного интеллекта позволяет вывести работу с документами на качественно новый уровень.

Результаты исследований

В России государство играет большую роль в развитии СЭД. Реализован целый ряд государственных инициатив по автоматизации различных участков документооборота и создания юридических оснований для исключения использования бумажных документов: внедрение электронной подписи (ЭП), машиночитаемой доверенности (МЧД), кадрового электронного документооборота (КЭДО) и др. Это существенный драйвер рынка автоматизации документооборота в целом, организациям приходится соответствовать государственным требованиям. Государство заинтересовано в развитии межкорпоративного документооборота (МКДО) – единого процесса внутренней обработки документов (создания, согласования, подписания, хранения) и внешнего обмена с контрагентами через сервисы обмена – для повышения прозрачности экономики всех субъектов. Что касается применения искусственного интеллекта в государственных системах, нельзя не отметить, что в сервис государственного электронного документооборота ГОС ЭДО, оператором которого выступает Минцифры России, а разработку ведет ФГАУ НИИ «Восход», в межведомственном делопроизводстве имеет одним из ключевых компонентов решения использование искусственного интеллекта (AI/ML) для аналитической и прогнозной отчётности [1].

Внедрение искусственного интеллекта в СЭД идет не только в тех сферах, что продвигаются государством, как разработчиком и держателем стандартов. Экономические субъекты сами заинтересованы во внедрении ИИ в СЭД для получения экономической выгоды и создания удобства для себя. Поэтому российские компании-разработчики, работающие на высококонкурентном рынке разработки и внедрения СЭД, внедряют модули ИИ в существующие системы электронного документооборота. Как правило, внедрение таких модулей реализуется с применением микросервисной архитектуры [2], то есть с применением интеллектуальных микросервисов для расширения функциональных возможностей СЭД.

В первую очередь внедрение ИИ в СЭД было реализовано с применением технологии OCR (Optical Character Recognition) – набора моделей машинного обучения, осуществляющего автоматическое преобразование текстовой информации с графических документов в редактируемый машиночитаемый формат. Программы класса OCR появились давно. В частности, технология распознавания текстов от компании ABBYY вышла 1993 году. Сейчас такие ИИ-решения, включаемые в СЭД, есть уже у ряда

российских компаний-разработчиков. В лидерах рынка решения Smart Engines, Beorg, Dbrain, 1С Распознавание документов, решения от Content AI (преемника ABBYY на российском рынке), и др .[3]. Технологию OCR, дополненную наборами моделей машинного обучения для классификации (типизации) и для распознавания именованных сущностей (NER – Named Entity Recognition) называют иногда также интеллектуальной обработкой документов (IDP – Intelligent Document Processing).

Многие современные ИИ-решения для обработки документов работают по принципу интеллектуальной обработки. Российские разработчики, активно участвующие в создании решений с применением ИИ для СЭД, в основной своей массе используют фреймфорки TensorFlow и PyTorch, которые являются, с одной стороны, общедоступными, а с другой стороны, не являются продуктами российской разработки. Это может влечь за собой определенные риски доверия к результатам моделей, сформированных с применением этих фреймфорков (наличие аномалий в наборах данных, неустойчивость моделей к атакам, предвзятость моделей и пр.). Для купирования возможных рисков и создания доверенных фреймфорков машинного обучения на базе ИСП РАН в 2021 году создан Исследовательский центр доверенного искусственного интеллекта [4]. Российское решение для распознавания и обработки электронных документов Peraspera NeuroDoc от технологического партнера ИСП РАН изначально создано именно с применением доверенных моделей.

В 2022 году президент страны дал поручение о переводе в цифру документов, которые хранятся в государственных архивах России [5]. Эта масштабнейшая работа - одно из перспективных направлений применения интеллектуальной обработки документов. Задача актуальна и для корпоративных архивов, где отдельной подзадачей является обработка чувствительных документов (имеющих уровень секретности либо содержащих сведения, составляющие коммерческую тайну).

Интегрированные в системы СЭД модели ИИ, на основе которых реализуются функции интеллектуальной обработки документов, как правило, предназначены для работы с самыми распространенными видами документов. Для высокоточной обработки чувствительных документов в системе СЭД потребуется создать датасет из подлежащих обработке документов и обучить специализированную ИИ-модель. Это дорого и сложно, так как требует привлечения высококвалифицированных датасайнтистов с соответствующим допуском.

Самым технологичным и простым с организационной точки зрения в таких случаях является обучение ИИ-моделей с помощью low-code-решений, для работы с которыми не требуется знание программирования. Таких решений в настоящее время очень мало, но они начинают появляться. Примерами могут быть ABBYY Vantage и Peraspera NeuroDoc, которые позволяют обучать ИИ-модели, направленные на решение задач интеллектуальной обработки, без знания программирования.

Создание и организация электронного архива компании – одна из ключевых возможностей СЭД. Если говорить о перспективах развития, то качественным скачком может стать появление технологий высокоточного распознавания любых рукописных текстов и электронной реставрации документов.

Набор технологий интеллектуальной обработки документов находит всё более широкое прикладное применение при совершенствовании систем электронного документооборота. В 2021 году РФРИТ выдало грант на R&D по ИИ-модулю для управления корпоративным контентом для системы управления документами и задачами [6].

В результате в СЭД «Тезис» предполагаются новые компоненты с использованием ИИ. Это, в частности, модуль регистрации событий, который будет собирать информацию о происходящем в системе и действиях пользователей, и на основе этой информации будет происходить обучение нейронных сетей и выявление процессов, которые могут быть автоматизированы; модуль для работы с макросами для объединения действий в составные команды, запускаемые по кнопке или при помощи голосового управления (для создания макросов можно будет использовать интуитивно понятный конструктор, система также сможет самостоятельно анализировать действия пользователей и предлагать макросы для автоматизации) и др.

Directum Ario благодаря ИИ-решениям помогает сократить время на подготовку проекта и вынесение резолюций руководителями, освобождая время для более важных задач. В следующих версиях Directum RX Intelligence ожидается применение нейросетей, способных генерировать релевантный контент для помощи сотрудникам в подготовке документов (писем, претензий, обращений и пр.), то есть найдет своё применение и генеративный искусственный интеллект.

Организации, имеющие возможность внедрять инновации, уже хорошо осознают пользу и эффективность такой цифровизации. В первую очередь это банки, страховые компании, крупные промышленные предприятия, патентные бюро и др. ИИ в системах СЭД дают возможность автоматизировать множество трудоемких процессов. Эффективность внедрения можно оценить, отталкиваясь от расчета экономии от оптимизации трудозатрат. Определенную пользу при внедрении несёт и возрастающая удовлетворенность работников, которые становятся больше «аналитиками», нежели «операционистами», и тот факт, что их прежняя рутинная работа может быть выполнена с применением ИИ-моделей с более высоким качеством.

Помимо оптимизации трудозатрат и повышения качества рутинной работы, очень существенным является тот аспект, что ИИ-инструменты в системах СЭД дают возможность, извлекая данные, оперативно пополнять базы данных, анализировать и визуализировать данные, существенно повышая качество и скорость управленческих решений. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что эффект от внедрения синергетический, и при выработке подхода для оценки эффективности внедрения необходимо оценивать как прямые эффекты, так и ряд косвенных.

Заключение

Внедрение искусственного интеллекта в СЭД продолжит развиваться. Будут совершенствоваться имеющиеся на сегодняшний день и обучаться новые ИИ-модели, все больше экономя время сотрудников на рутинных операциях, помогая избегать ошибок, вызванных монотонной работой, оптимизируя процессы организации документооборота, способствуя пользователям в принятии решений. Изучение синергетического эффекта от внедрения искусственного интеллекта в системы электронного

документооборота и понимание его величины может способствовать интересу к внедрению инноваций со стороны более широкого круга экономических субъектов нашей страны.

Литература

1. Сервисы ГосЭДО [Электронный ресурс]. URL: https://gosedo.ru/сервисы-госэдо/ дата обращения: 05.01.2023.
2. *Вальдивия Х., Лора-Гонсалес А., Лимон К., Кортес-Вердин К., Очаран-Эрнандес Х.* Паттерны микросервисной архитектуры: многопрофильный обзор литературы. Труды Института системного программирования РАН. 2021, no. 33(1), pp. 81-96. https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2021-33(1)-6
3. Рынок СЭД России 2023-2024: аналитический обзор [Электронный ресурс]. URL: https://iaassaaspaas.ru/po-dlya-biznesa/sed/rynok-sed-rossii-2023-2024-analiticheskiy-obzor 15.01.2023 дата обращения: 08.01.2023.
4. Исследовательский центр доверенного искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: https://www.ispras.ru/ai-center/ дата обращения: 08.01.2023.
5. http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/67752 дата обращения: 05.01.2023.
6. Проекты-победители конкурсных отборов РФРИТ в 2021 году [Электронный ресурс]. URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/proektyi-pobediteli-rfrit.pdf?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f дата обращения: 08.01.2023.

КЛЮЧЕВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВИДЕОАНАЛИТИКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Яковлева Мария Владимировна
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент», Москва, Россия

Низовая Анастасия Андреевна
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», студентка кафедры «Менеджмент», Москва, Россия
mvyakovleva@bmstu.ru

Аннотация
Данная статья представляет собой комплексный обзор системы видеоаналитики, охватывая темы цифровой трансформации, преимуществ, трудностей внедрения и современных тенденций. Обсуждаются как технические аспекты, так и влияние на различные отрасли, включая безопасность, маркетинг и оптимизацию бизнес-процессов. Анализируется история развития видеоаналитики, подчеркивается значимость системы в условиях цифровизации и автоматизации деятельности различных предприятий.

Ключевые слова:
Цифровая трансформация предприятий, интеллектуальная видеоаналитика, анализ видеоданных, нейросетевая видеоаналитика, цифровизация, Индустрия 4.0, внедрение видеоаналитики.

Введение

В настоящее время мировое сообщество находится в эпохе цифровизации, характеризующейся всеобъемлющим внедрением цифровых технологий в различные сферы жизни общества. Цифровая трансформация, в свою очередь, представляет сложный стратегический процесс управления предприятием, в ходе которого организации внедряют инновационные технологии для автоматизации и улучшения внутренних и внешних бизнес-процессов.

Цифровая трансформация в рамках концепции «Индустрии 4.0» предполагает использование современных инновационных механизмов и инструментов в текущей деятельности [1]. Таким образом, на первый план выдвигаются технологии робототехники, машинного зрения, в частности, нейросетевой видеоаналитики, и другие. Применение таких новаторских средств позволяют выйти на новый уровень и создать уникальные условия для дальнейшего повышения эффективности деятельности предприятий. В связи с этим, развитие подобных технических решений не останавливается, а лишь наращивает свои мощности, стремясь удовлетворить все возникающие потребности предприятий.

Примером такого рода технологии является, например, видеоаналитика, которая в настоящее время способна обрабатывать изображение с видеокамеры в режиме реального времени [2]. Данная технология сегодня подвержена активному развитию и распространению в различных областях экономики по всему миру.

Принятие решения о внедрении видеоаналитики

Развитие видеоаналитики началось в конце 20-го века, когда люди получили доступ к мощным вычислительным ресурсам и технологиям обработки цифровых изображений. Однако наиболее значительный прогресс в этой области произошел в 2000-х годах с расширением интернета и усилением интереса к искусственному интеллекту [3]. Основные факторы, способствующие развитию данной технологии, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на развития видеоаналитики

повышение безопасности	внедрение видеоаналитики с целью обеспечения безопасности в различных ситуациях с особыми вводными данными
эффективный мониторинг	стремление использования видеоаналитики для более эффективного мониторинга процессов и событий
оптимизация бизнес-процессов	обобщенная цель, которая включает в себя дистанционное управление инвентарем, анализ поведения клиентов и прочее
предотвращение инцидентов	предупреждение опасных ситуаций в целях их недопущения
интеллектуальные системы управления	создание интеллектуальных систем, способных автоматически принимать решения на основе данных видеоаналитики

Таким образом, с появлением более доступных вычислительных мощностей и развитием алгоритмов машинного обучения в последние десятилетия, видеоаналитика стала более точной и эффективной, отвечающей большому числу запросов и требований. На современном этапе видеоаналитика демонстрирует высокую динамику развития, обусловленную возможностью ее адаптации под разнообразные условия.

Тем не менее, долгое время одной из основных целей внедрения системы анализа видео-данных был вопрос автоматизации многих процессов. Необходимость данного действия обусловлена невозможностью человека проследить за большим количеством получаемых видеоданных [4].

Принятие решения о функциях видеоаналитики должно быть целенаправленным, ориентированным на конкретные потребности и цели организации. Алгоритм принятия решений о необходимости внедрения видеоаналитики, а также определения необходимой функции, представлен на рисунке 1.

В настоящее время на рынке широко распространена нейросетевая видеоаналитика, которая позволяет полностью автоматизировать процесс анализа видео с камер наблюдения [5]. Таким образом система работает за счет применения искусственного интеллекта, самостоятельно анализирующего поступающую информацию. Данная технология приводит к тому, что важным компонентом видеоаналитики становится облачное хранение информации.

Рис. 1. Алгоритм принятия решений о внедрении видеоаналитики

Облачное хранение данных предоставляет удобное и безопасное решение для сохранения огромных объемов видеоинформации, собираемой системами видеоаналитики. Это позволяет обеспечить высокую доступность данных, удобный удаленный доступ и гибкость масштабирования. Благодаря облачным технологиям, данные могут храниться в распределенных центрах обработки информации, что обеспечивает высокую отказоустойчивость и минимизацию рисков потери информации [6].

Кроме того, облачное хранение устраняет необходимость в локальных вычислительных мощностях, позволяя компаниям экономить на инфраструктуре и обеспечивая более гибкие и масштабируемые решения для анализа видеоданных. Это позволяет применять различные нейросетевые модели для анализа информации с одной камеры, эффективно решая несколько задач разной сложности одновременно. Следовательно, внедрение нейросетевой видеоаналитики на предприятии неразрывно связано с освоением облачного хранения информации, что также является одной из ключевых тенденций развития предприятий в направлении цифровизации деятельности.

Многогранность применения нейросетевой видеоаналитики

В условиях использования облачного хранения информации видеоаналитика приобретает повышенную масштабируемость, что открывает перед предприятиями возможность расширенного применения технологии нейросетевой видеоаналитики. Среди задач, решаемых посредством видеоаналитики можно выделить следующие.

1. Обнаружение движения: автоматическое обнаружение движения на видеозаписях, что позволяет выявлять подозрительные действия или инциденты [4].

2. Распознавание лиц: идентификация и распознавание лиц для обеспечения безопасности и управления доступом [7].

3. Анализ поведения: мониторинг и анализ поведения объектов или людей для выявления аномалий или потенциальных угроз.

4. Подсчет посетителей: оценка посещаемости определенных зон, магазинов или мероприятий для улучшения маркетинговых стратегий.

5. Детекция автомобилей: обнаружение и отслеживание движущихся транспортных средств для контроля трафика и улучшения безопасности на дорогах [2].

6. Анализ эмоций: определение эмоциональных состояний людей на видео, что может применяться в маркетинге и обслуживании клиентов.

7. Трекинг объектов: отслеживание движущихся объектов в пространстве для мониторинга их перемещений и прогнозирования траекторий.

8. Анализ периметра: обнаружение объектов и людей в опасных зонах для предотвращения несчастных случаев.

Эти задачи демонстрируют разнообразие сфер применения видеоаналитики и ее способность эффективно решать различные задачи в разных областях, включая безопасность, транспорт, промышленные предприятия, розничную торговлю и многое другое.

Стоит отметить, что на решении данных задачах возможности интеллектуальной видеоаналитики не ограничиваются. Об этом свидетельствует ежегодно увеличивающийся рынок видеоаналитики, как во всем мире, так и в России. Согласно прогнозу аналитиков, мировой рынок видеонаблюдения ожидается увеличиться с 45,5 млрд долларов США в 2020 году до 74,6 млрд долларов США к 2025 году при среднегодовом темпе роста 10,4%. В России объем рынка видеоаналитики в 2020 году оценивался в 3,7 млрд долларов США с прогнозируемым среднегодовым темпом роста в 20,4% [8].

Преимущества и недостатки внедрения видеоаналитики

Несмотря на популярность решения внедрения интеллектуальной видеоаналитики, может возникнуть ряд трудностей, к примеру большие затраты. Это объясняется тем, что для эффективной работы системы необходимы камеры видеонаблюдения с высоким разрешением изображения, в связи с чем имеющееся на предприятии оборудование может оказаться неподходящим. В таком случае будет необходимо закупить новую технику, что может негативно отразиться на финансовой составляющей компании (к примеру, снизится рентабельность). Если задача технологии состоит в распознавании лиц, необходима тщательная подготовка нормативной документации [9]. Соблюдение законов о приватности и обеспечение безопасности хранения и обработки видеоданных – важные аспекты, требующие внимания, чтобы избежать нарушений конфиденциальности.

Еще одна особенность, которая может потребовать дополнительного вложения как средств, так и времени – интеграция системы в организацию. Необходима тщательная подготовка к процессу интеграции технологии видеоаналитики к уже существующим ИТ-решениям в организации. Помимо этого, здесь стоит сказать о том, что любое готовое решение технологии нейросетевой видеоаналитики требует дополнительной доработки под каждое учреждение. Это связано с особенностями каждой организации, включающими в себя количество помещений, количество потенциальных объектов для анализа и прочее.

Однако несмотря на сложности, внедрение нейросетевой видеоаналитики имеет множество преимуществ.

Среди них можно выделить эффективность мониторинга данных, которая исключает риск человеческого фактора, а также предоставляет возможность анализа большого объема информации. А благодаря системам оповещения и моментальным уведомлениям, видеоаналитика позволяет принимать меры в реальном времени, улучшая возможности проактивного реагирования на события. Использование видеоаналитики в розничной торговле для анализа поведения покупателей, определения популярных зон и товаров, помогает более точно ориентировать маркетинговые стратегии. Эти факторы положительно влияют на финансовую эффективность компании, позволяя не тратить лишние ресурсы и сэкономить на некоторых аспектах.

Заключение

Ключевые тенденции и перспективы видеоаналитики в эпоху цифровой трансформации предприятий заключаются в том, что эта технология становится неотъемлемым элементом развития современных организаций. Основные направления включают в себя интеграцию видеоаналитики в бизнес-процессы, повышение уровня безопасности предприятий и оптимизацию операций. Всё это ведет к цифровизации всех отраслей хозяйственной деятельности, что является неотъемлемым аспектом в контексте развития цифровой экономики России.

Интеллектуальная видеоаналитика предоставляет возможности для создания интеллектуальных систем управления, способных принимать решения на основе данных видеоаналитики, что открывает перспективы для автоматизации и оптимизации всех процессов деятельности различных предприятий, а также создания более умных и адаптивных рабочих сред. Одновременно с тем, развиваются вопросы этики и приватности в использовании видеоаналитики. Необходимость баланса между сбором данных и защитой личной жизни становится одним из вызовов внедрения этой технологии.

Таким образом, в эпоху цифровой трансформации, видеоаналитика не только предоставляет новые возможности для предприятий, но и ставит перед ними важные вопросы, требующие внимательного рассмотрения и этического подхода. Исходя из этого можно сказать, что нейросетевая видеоаналитика выводит хозяйственную деятельность предприятий на новый уровень, становясь также неотъемлемым инструментом для достижения новых уровней эффективности.

Литература

1. *Мугутдинов Р.М., Горовой А.А*. Особенности цифровой трансформации в промышленности // Вестник Академии знаний. 2022. № 48(1). С. 216-225.

2. *Чумляков К.С., Сауэр М.В*. Обеспечение безопасности перевозок пассажиров путем применения системы видеоаналитики на автомобильном транспорте // Технико-технологические проблемы сервиса. 2021. №. 4 (58). С. 19-24.

3. *Архипова Е.А., Алексеев Н.А*. Тренды развития видеоаналитики в мире // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020. №. 1-2. С. 52-56.

4. *Яковлева М.В., низовая А.А*. Исследования возможностей по внедрению интеллектуальных систем видеоаналитики в образовательных учреждениях // Информатизация в цифровой экономике Учредители: ООО" Первое экономическое издательство". 2023. Т. 4. №. 2. С. 105-118.

5. *Безруков А.А., Прошкина А.С*. Технологического предпринимательство как фактор развития Индустрии 4.0 // Петербургский экономический журнал. 2022. №. 1-2. С. 37-42.

6. *Хулхачиева Г.Д.* и др. Развитие внутреннего контроля в условиях цифровизации экономики //Индустриальная экономика. 2021. Т. 5. №. 5. С. 452-457.

7. *Тимофеев С.С., Тимофеева С.С.* Цифровое будущее охраны труда // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. Т. 7. № 1. С. 51-62.

8. Рынок видеоаналитики в цифрах. Агенство Technoportal.ru URL: http://www.techportal.ru/security/video-analytics/rynok-v-tsifrakh/#:~:text=MarketsandMarkets%3A%20Мировой%20рынок%20видеонаблюдения%202020,темпе%20роста%2010%2C4%25. / (дата обращения: 24.01.2024)

9. *Азаров В.Г., Чуприна М.В.* Возможности биометрической видеоаналитики и правила ее применения //Экономика. Информатика. 2022. Т. 49. №1. С. 169-177.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ В РАБОТЕ ВРАЧА ПЕРВИЧНОГО ЗВЕНА В ПОЛИКЛИНИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Балдынов Игорь Олегович,
МТУСИ, Москва, Россия
io.baldynov@gmail.com

Аннотация

В статье анализируется роль информационно-справочных систем поддержки принятия врачебных решений (Инфо-СППВР) и улучшении медицинского обслуживания. Освещаются ключевые компоненты таких систем, включая пользовательский интерфейс, веб-сервер, СУБД, а также аспекты безопасности и отказоустойчивости. Подчеркивается важность интеграции алгоритмов машинного обучения для повышения точности диагностики. Статья делает акцент на значении СППВР для врачей первичного звена в контексте ограниченного времени приема и высокой нагрузки.

Ключевые слова

СППВР, медицинская информационная система, безопасность данных, машинное обучение в медицине, архитектура информационной системы.

Введение

В современном мире медицинская сфера непрерывно развивается и сталкивается с новыми вызовами, важность и сложность работы медицинского персонала продолжает возрастать. В частности, врачи первичного звена испытывают значительные нагрузки, учитывая специфику в российских медучреждениях ограниченное время на прием одного пациента - в среднем от 12 до 15 минут. Это время зачастую ограничивает возможность глубокого изучения клинических случаев, использования интернет-ресурсов и специализированных медицинских программ во время консультаций пациентов. Однако, с развитием технологий, особенно в области информационных систем, появляется возможность улучшить качество медицинской помощи. Системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) представляют собой инновационные инструменты, которые могут облегчить нагрузку на врачей, оптимизировать процесс диагностики и лечения, а также повысить точность медицинских решений.

Полезные функции СППВР могут включать, к примеру, мониторинг здоровья (контроль показателей глюкозы, артериального давления и пульса). Они также облегчают работу медицинского персонала, предоставляя средства для обработки, хранения и анализа медицинских данных и документации. Кроме того, используются аналитические системы для оценки рисков и прогнозирования развития заболеваний, учитывая индивидуальные особенности, а также анализ истории болезни пациента помогают в выборе методов диагностики и лечения.

Целью данного исследования является анализ и оценка эффективности различных типов СППВР и их влияние на повседневную работу врачей первичного звена в городских поликлиниках. Необходимо выявить какие конкретные функции и характеристики этих систем наиболее полезны и эффективны в улучшении качества медицинской помощи.

Результаты исследований

Материалы и методы исследования основаны на опросах, мнениях и исследованиях проведенных среди врачей различных медицинских направлений. В ходе опроса врачам были предложены различные варианты работы с СППВР, включая интеллектуальные, гибридные и информационно-справочные системы [4]. Опросы были направлены на выявление предпочтений врачей в отношении разных типов систем и понимание того насколько эти инструменты могут быть интегрированы в их ежедневную профессиональную деятельность для повышения эффективности работы.

Результаты опросов показали, что большинство врачей положительно относятся к внедрению СППВР в свою практику. Использование таких систем помогает им быстрее и точнее ставить диагнозы, а также способствует выбору наиболее эффективного курса лечения. Особенно востребованы оказались Инфо-СППВР, которые предоставляют доступ к обширной медицинской базе данных, включая клинические руководства и последние исследования [2].

Рассмотрим упрощенный вариант верхнеуровневой схемы (рис. 1) на основе клиент-серверной с элементами микросервисной архитектур.

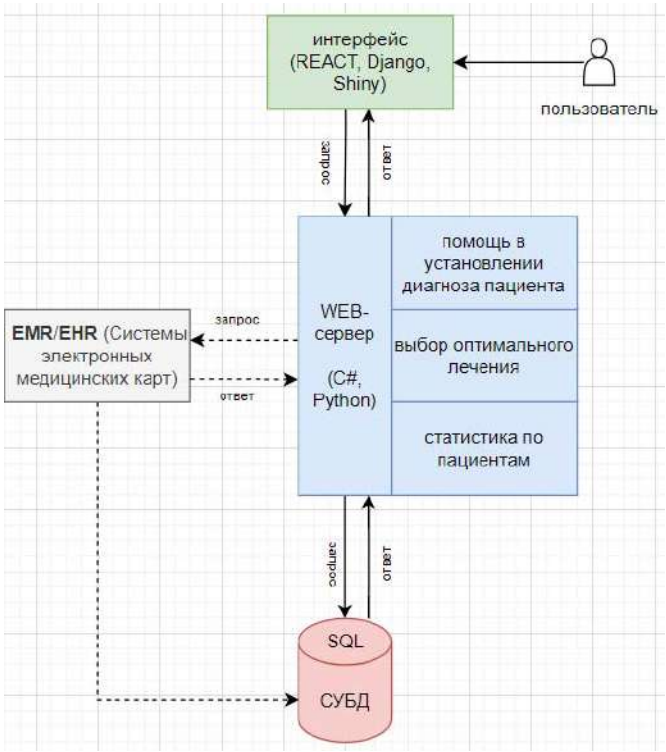


Рис. 1. Верхнеуровневая схема СППВР

Пользовательский интерфейс (Интерфейс)

Особенно важен для инфо-СППВР, поскольку врачам и медперсоналу необходим удобный, быстрый, интуитивно понятный доступ к нужной информации через различные клиентские приложения. Приоритет отдаётся веб-версии интерфейса, обеспечивающей универсальный доступ через интернет-браузер без необходимости установки дополнительного ПО, что упрощает доступ к системе с различных гаджетов. В дополнение к веб-версии, десктопное приложение может предложить более широкие функциональные возможности и повышенную производительность в стационарных условиях, в то время как мобильное приложение обеспечивает гибкий доступ к информации «на ходу», что важно для медицинских работников в динамичной клинической среде. Интерфейс различных версий должен быть адаптирован под разные пользовательские потребности и позволять легко находить актуальные клинические рекомендации и исследования, при этом обеспечивая безопасность и конфиденциальность медицинских данных [3, 5].

Веб-сервер

Основная задача веб-сервера – эффективное управление запросами, включая операции поиска и фильтрации. Он управляет логикой программы и координирует взаимодействие между пользовательским интерфейсом и базой данных. В этом процессе могут быть задействованы такие языки программирования, как C# и Python, которые часто используются для разработки серверных приложений и аналитических систем благодаря их мощности и гибкости. Сервер обрабатывает запросы для доступа к информационно-справочным материалам и поддерживает интеграцию с внешними медицинскими базами данных, обеспечивая таким образом доступ к актуальным исследованиям и клиническим руководствам. Включение алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта в подсистему аналитики данных, разработанных с использованием Python, позволяет системе предоставлять предиктивные аналитические данные, которые способствуют более точному прогнозированию клинических случаев и оценке эффективности лечебных методов, повышая качество врачебных решений.

СУБД (Система Управления Базами Данных)

СУБД является фундаментом для хранения структурированных и неструктурированных медицинских данных, обеспечивая их доступность и целостность. Используя реляционную модель данных для обеспечения организации данных в виде таблиц, которые связаны между собой отношениями. Хранение и управление обширными объемами медицинских данных, включая клинические руководства и последние исследования.

Для эффективного взаимодействия с данными зачастую используется язык структурированных запросов (SQL), он позволяет выполнять запросы в самых различных конфигурациях, что критически важно для обработки больших объемов информации в медицинских системах. Система также тесно связана с СУБМ (Системой Управления Базами Моделей), интегрируя модели машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа медицинских данных. Критически важным приоритетом БД остается безопасность включающая конфиденциальность информации о пациентах [1], защиту от несанкционированного доступа (в соответствии с нормативными требованиями, такими как HIPAA и GDPR), а также меры по обнаружению вторжений и управлению учетными записями.

Важным аспектом надежности БД является отказоустойчивость системы включающая ряд ключевых элементов. Резервное копирование данных обеспечивает сохранность информации при технических сбоях или поломке оборудования.

Балансировка нагрузки помогает равномерно распределять работу между серверами, предотвращая их перегрузку. Автоматическое переключение на резервные системы (Failover) гарантирует непрерывность работы в случае выхода из строя основного сервера. Регулярное тестирование и обновление системы, мониторинг и аудит помогают своевременно выявлять и устранять потенциальные проблемы. Все эти меры обеспечивают непрерывный доступ к важным медицинским данным и поддержку медицинских процессов.

Медицинская информационная система

EMR (Electronic Medical Records и EHR (Electronic Health Records) [1] выполняют схожие функции, но все же есть некоторые отличия:

EMR как правило ограничивается одним медицинским учреждением и содержат клинические данные о лечении пациента;

EHR интегрируют данные из множества медицинских учреждений и предоставляют комплексную картину здоровья пациента на протяжении всей его жизни.

Возьмем на примере EMR-системы, она является поставщиком услуг медицинским учреждениям для систем хранения, управления и обработки данных пациентов. Предоставляет услуги подписки облачных решений, технической поддержки и обслуживания, а также дополнительных услуг, таких как интеграция с другими системами и аналитика данных. Заявлено, что поставщики EMR не зарабатывают на персональных данных пациентов, продавая их или передавая третьим лицам, так как это строго регулируется законодательством по защите данных, например, HIPAA в США и GDPR в Европе. В России EMR также интегрируется с национальными медицинскими системами обеспечивая соответствие Федеральному закону "О персональных данных". Российские поставщики EMR акцентируют внимание на улучшение управления медицинской информацией, оптимизации клинических процессов, а также на повышении доступности медицинских услуг.

Заключение

На сегодняшний день нет единого мнения о безусловной эффективности СППВР, но учитывая нагрузку на врача первичного звена существует логическое понимание того, что эта система будет эффективна по крайне мере в качестве вспомогательной информационно-справочной способной быстро предоставлять предполагаемые диагнозы на основе жалоб пациентов и облегчить дальнейшую маршрутизацию в условиях ограниченного времени приема.

Рассмотренная нами система представляет собой вспомогательную программу, связанную с мониторингом здоровья, анализом медицинских данных, оценкой рисков и подбором методов лечения, значительно упрощает процессы в здравоохранении [2].

Глубокий анализ истории болезни пациента позволяет индивидуализировать подходы к лечению. Разработка и внедрение таких систем является важным шагом к повышению точности и эффективности медицинской помощи, а также улучшению качества обслуживания пациентов.

Литература

1. *Алмазов А.А., Румянцев П.О., Купреев П.П., Мурашко М.М., Родин С.А., Мелерзанов А.В*. Системы поддержки принятия врачебных решений; анализ мультимодальных данных, разница «человеческого» и «машинного» подходов, социальная проблематика сбора и оборота биомедицинских данных. Врач и информационные технологии. 2020. № 2. С. 28-35. URL: https://www.vit-j.ru/journal/articles/n2-2020/sistemy-podderzhki-prinyatiya-vrachebnykh-resheniy-analiz-multimodalnykh-dannykh-raznitsa-cheloveche/ (дата обращения: 25.01.2024).

2. *Ishaya Gambo, Chidozie Mbada, Segun Aina, Michael Magreola, Christopher Agbonkhese, Rhoda Ikono, Timilehin Ogundare, Olasunkami Alimi, Francis Saah*. Implementing decision support tool for low-back paindiagnosis and prediction based on the range of motions // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2024. Vol. 33, No. 2, pp. 1302∼1314 URL: https://www.researchgate.net/publication/377627535_Implementing_decision_support_tool_for_low-back_pain_diagnosis_and_prediction_based_on_the_range_of_motions_Decision_support_system_Low-back_pain_Machine_learning_Random_forest_Stack_ensemble_Support_ (дата обращения: 25.01.2024).

3. *Rakocevic G., Djukic T., Filipovic N., Milutinović V.* et al. Computational Medicine in Data Mining and Modeling. New York, NY: Springer, 2013. 376 p.

4. *Zikos D., DeLellis N*. CDSS-RM: a clinical decision support system reference model. BMC Medical Research Methodology, 2018, vol. 18, art. no. 137. URL: https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0587-6 (дата обращения: 25.01.2024).

5. *Халин В.Г., Чернова Г.В*. (ред.) Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. Москва: Издательство Юрайт, 2019. 494 с.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ DOCKER-КОНТЕЙНЕРАМИ В КЛАСТЕРАХ KUBERNETES

Буланов Георгий Александрович
ФГБОУ ВО МТУСИ, аспирант, Москва, Россия
g.a.bulanov@mtuci.ru

Тутова Наталья Владимировна
ФГБОУ ВО МТУСИ, доцент, к.т.н., Москва, Россия
n.v.tutova@mtuci.ru

Андреев Илья Александрович
ФГБОУ ВО МТУСИ, доцент, к.э.н., Москва, Россия
kis.dep@mtuci.ru

Аннотация

В работе проведен анализ существующих исследований в области распределения нагрузки. Среди систем управления контейнерами самым популярным можно выделить Google Kubernetes. Существующая технология не всегда позволяет получить эффективную и безопасную стратегию планирования для облачных вычислений. Отечественный рынок пока так же не располагает эффективными решениями в данной области. Для получения качественного программного продукта следует изучить слабые места существующих технологий.

Ключевые слова

Виртуализация серверов, Docker, Kubernetes, Оркестрация, Pod, Кластер.

Введение

Виртуализация серверов широко используется в облачных вычислениях. Виртуализация позволяет запустить несколько виртуальных машин со своими операционными системами на одном физическом оборудовании в облачной инфраструктуре. Недостатками виртуализации серверов являются немалый размер виртуальных машин на физическом носителе, нестабильную производительность, более длительное время загрузки и т.д. [1]. Чтобы избежать этих недостатков, широко используются контейнеры docker.

Использование контейнеров позволяет избежать затрат времени на настройку зависимых модулей. В контейнерах основными компонентами являются образы. Файл образа содержит требуемый код и необходимые библиотеки, необходимые для работы приложения. Образы Docker в совокупности представлены в репозитории Docker Hub. Эти репозитории содержат docker-образы в упорядоченном виде. Репозитории с образами могут быть двух типов: приватные и общедоступные. Они также делятся на официальные репозитории и репозитории сообщества. Официальные репозитории используются чаще, так как содержат общедоступные сертифицированные образы. Эти образы используются в качестве базовой платформы для других образов.

Контейнеры не имеют гостевой операционной системы. Это помогает снизить общую нагрузку на вычислительную систему. На текущий момент контейнеры Docker позволяют запускать несколько принципиально разных типов приложений на базе общих хостов [2].

Контейнеры обслуживаются с помощью систем управления контейнерами. Эти сервисы предоставляют API для управления жизненным циклом контейнеров, который включает в себя несколько этапов [3]:

– получение образа;
– сборка и разработка;
– развертывание контейнера;
– запуск контейнера;
– техническое обслуживание.

В режиме реального времени контейнерная система комбинируется с системой оркестратора для достижения масштабируемости, производительности и доступности приложений. Таким оркестратором является Kubernetes. Эта платформа используется для обеспечения эффективной связи между контейнерами. Кроме того, она предоставляет необходимые ресурсы для независимой работы контейнеров. Использование Kubernetes повышает надежность контейнеров для работы в промышленных условиях. В данной работе рассмотрена архитектура оркестратора Kubernetes, преимущества и недостатки управления контейнерами в Kubernetes, а также обзор работ по управлению контейнерами, на основании которого выделены перспективные направления исследований.

Структура docker-контейнера

Популярность программных контейнеров значительно возросла с момента выпуска Docker в 2013 году. Docker-контейнеры намного "легче" по сравнению с устройством виртуальной машины. Это помогает изолировать и запускать различные программы даже на компьютерах с ограниченными вычислительными возможностями. В последнее время docker-контейнеры используются поверх виртуальной машины. Это помогает преодолеть недостатки непосредственно виртуальных машин.

В таблице 1 преведены основные различия между виртуальной машиной и docker-контейнером. Первое отличие – уровень виртуализации. Виртуальная машина базируется на аппаратном уровне, в то время как docker-контейнер работает на программном уровне. Виртуальная машина полностью изолирована, а docker-контейнер изолирован на уровне процесса или приложения. Контейнер Docker работает быстрее по сравнению с виртуальной машиной.

Кроме того, он занимает меньше места на физическом носителе по сравнению с виртуальной машиной. Концепция повторного использования кода поощряется в docker-контейнерах в отличие от виртуальных машин. Кроме того, использование ресурсов распределяется динамически в docker-контейнере, тогда как на виртуальной машине это происходит статически.

Таблица 1

Различия между виртуальной машиной и docker-контейнером

Параметр	Виртуальная машина	Docker-контейнер
Уровень виртуализации	Аппаратный уровень	Программный уровень
Изолированность	Полностью изолирована	Уровень изоляции процесса / приложения
Использование CPU	Медленно. Используется больше ресурсов CPU	Быстро
Использование ОЗУ	Медленно	Быстро. В режиме реального времени
Дисковое хранилище	Использует много пространства	Использует мало пространства
Повторное использование кода	Мало возможностей	Возможно
Использование ресурсов	Статическое	Динамическое

На рисунке 1 показана многоуровневая структура docker-контейнера.

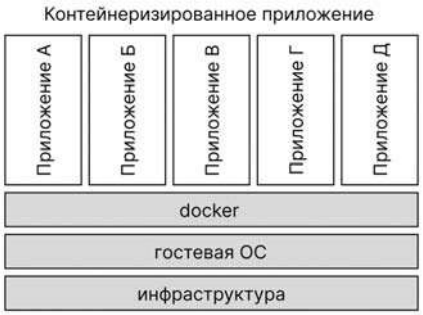


Рис. 1. Структура docker-контейнера

Самый нижний уровень — это уровень инфраструктуры. За ним следует уровень гостевой операционной системой. Поверх этого слоя находится слой ядра docker. Самый верхний уровень – это прикладной уровень, содержащий несколько контейнерных приложений.

Контейнеризация – это способ изоляции приложений на уровне процессов, а с другой стороны – это технология виртуализации на сетевом уровне, которая имеет отдельную файловую систему, сеть и пространство процесса для запуска сервера без изменения операционной среды хоста.

Благодаря виртуализации на базе контейнеров на одном хост-устройстве может работать несколько принципиально разных приложений без конфликтов друг с другом.

На рисунке 2 отображена концептуальная схема ядра docker-контейнера.

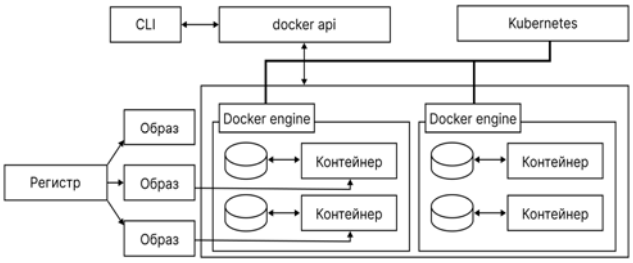


Рис. 2. Схема ядра docker

Основным компонентом docker-системы является образ, который представляет собой комбинацию файловой системы, данных конфигурации и команды запуска. Этот образ предназначен только для чтения. Механизм Docker отвечает за запуск, остановку и мониторинг контейнеров на данном хосте. Однако за более широкий спектр действий над docker-контейнерами отвечает система оркестрации, например, Kubernetes.

Системы оркестрации контейнеров

Контейнерная технология Docker как технология виртуализации нового поколения способствует развитию облачных вычислений. По сравнению с виртуальными машинами контейнеры Docker обладают такими функциями, как легкое переносимое развертывание контейнеров на разных платформах и повторное использование компонентов [4]. Однако, чем больше увеличивается количество контейнеров, тем сложнее становится управление контейнерами [5].

Чтобы решить эту проблему, поставщики облачных услуг используют системы оркестрации контейнеров с открытым исходным кодом, такие как Google Kubernetes, Docker Swarm и Apache Mesos [6]. Среди них Kubernetes обеспечивает обнаружение сервисов, балансировку нагрузки, самовосстановление сервисов и эластичное масштабирование для всего жизненного цикла контейнеров. Mesos сложен и требует индивидуальной структуры при планировании ресурсов для конкретных задач [7]. Swarm легкий, с простой архитектурой и подходит для малых и средних кластеров. По сравнению с Kubernetes у него все еще много ограничений и нестабильностей. Эти различия привели широкому использованию Kubernetes облачными провайдерами.

Устройство кластера Kubernetes

Работающий кластер Kubernetes включает в себя агента, запущенного на узлах (kubelet), и компоненты мастера (APIs, scheduler) поверх решения с распределенным хранилищем. Схематичная архитектура кластера Kubernetes представлена на рисунке 3.

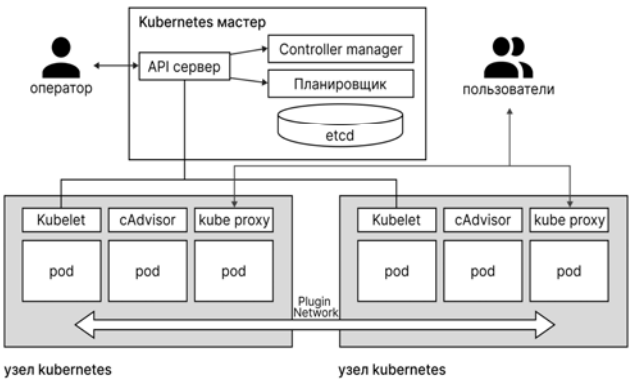


Рис. 3. Устройство кластера Kubernetes

Kubernetes разделяется на сервисы, работающие на каждом узле, и сервисы управления кластером. На каждом узле запускаются сервисы, которые необходимы для управления узлом со стороны мастера и для запуска приложений. Кроме того, на каждом узле запускается Docker, который обеспечивает загрузку образов и запуск контейнеров.

В состав сервисов Kubernetes на каждом узле входят:

- Kubelet – это сервис, который управляет модулями, их контейнерами, образами и разделами.
- Kube-Proxy – это простой proxy-балансировщик, который запускается на каждом узле и настраивается в Kubernetes API. Kube-Proxy может выполнять простейшее перенаправление потоков TCP и UDP между набором сервисов.

Управляющий узел Kubernetes включает следующие компоненты:

- сервер хранения ключевой информации etcd – хранит состояние мастера и обеспечивает надежное хранение конфигурационных данных и своевременное оповещение прочих компонентов об изменении состояния.
- API Server предназначен для того, чтобы быть CRUD-сервером со встроенной бизнес-логикой, реализованной в отдельных компонентах или в плагинах.
- Планировщик (Scheduler) привязывает незапущенные pod'ы к узлам через вызов /binding API.
- Kubernetes Controller Manager Server управляет всеми остальными функциями уровня кластера.

В итоге система управления Kubernetes может быть разделена на отдельные компоненты, чтобы сделать их независимо подключаемыми. Взаимодействие между модулями на одном узле в Kubernetes осуществляется через виртуальную Ethernet-пару и мост. Каждый под (абстрактный объект Kubernetes, представляющий собой группу из одного или нескольких контейнеров приложения и совместно используемых ресурсов для этих контейнеров) имеет свое изолированное пространство имен, которое соединяется с root-пространством имен через эту пару. Пакеты передаются через мост, который работает как физический коммутатор Ethernet, используя для поиска других локальных интерфейсов протокол разрешения адресов или маршрутизацию на основе IP. Таким образом, пакеты могут передаваться напрямую между подами на одном узле без необходимости выхода во внешнюю сеть.

Когда речь идет о взаимодействии между модулями на разных узлах в Kubernetes, используется тот же принцип виртуальной Ethernet-пары и моста, что и в случае с модулями на одном узле. Однако, поскольку каждый узел имеет свой уникальный IP-адрес, пакеты могут перемещаться между контейнерами на разных узлах по немного другому маршруту. Тем не менее, благодаря уникальным IP-адресам каждого модуля в кластере, связь между ними всегда возможна без необходимости выхода во внешнюю сеть.

Может показаться, что при взаимодействии между модулями и сервисами в Kubernetes, возникают определенные сложности. Отправить трафик в конкретное приложение, используя только IP-адреса подов, было бы трудно, поскольку динамический характер кластера Kubernetes подразумевает, что контейнеры могут перемещаться, перезагружаться, обновляться или масштабироваться и временно выйти из сети. Кроме того, некоторые сервисы имеют много реплик, поэтому между ними нужно распределять нагрузку. Однако Kubernetes предоставляет решение этой проблемы с помощью так называемых сервисов. Сервис – это объект API, который соединяет единый виртуальный IP (VIP) с набором IP-адресов модулей. Благодаря этому связь между модулями и сервисами в кластере становится возможной без необходимости выхода во внешнюю сеть.

Кроме того, Kubernetes предоставляет DNS-запись для имени и IP-адреса каждого сервиса, что упрощает доступ к ним по имени. Для координации связи виртуальных IP-адресов с IP-адресами подов внутри кластера используется процесс kube-proxy на каждом узле. Этот процесс настраивает либо iptables, либо IPVS, чтобы автоматически переводить VIP-адреса в IP модуля перед отправкой пакета в сеть кластера.

Существующие исследования в области управления контейнерами в кластерах Kubernetes

В стандартном Kubernetes используются ограниченные политики распределения нагрузок, которые в основном сосредоточены на конфигурации узлов. В свою очередь взаимные отношения между модулями обычно игнорируются. Например, при планировании модуля Kubernetes в основном рассматривает узлы, которые удовлетворяют требованиям стабильной работы модуля [8]. Это может привести к тому, что узлы будут генерировать фрагментированные ресурсы, что приведет к увеличению затрат на размещение модуля. Кроме того, кластеры Kubernetes в основном состоят из удаленных узлов. Сетевое взаимодействие между внешними узлами также увеличивает стоимость кластеров Kubernetes. Поэтому очень важно получить эффективную и безопасную стратегию планирования для облачных вычислений за счет оптимизации процесса планирования в Kubernetes.

В последнее время большое количество литературы, посвященной стратегиям планирования, широко изучалось при развертывании контейнерных приложений для Kubernetes.

Например, в работе [9] предложена стратегия распределения задач для эффективной оркестровки контейнеров за счет оптимизации использования ресурсов и гибкого ценообразования экземпляров. Во-первых, поддерживаются разнородные конфигурации заданий для оптимизации первоначального размещения контейнеров в существующих ресурсах путем упаковки заданий. Затем регулируется размер кластера в соответствии с меняющейся

рабочей нагрузкой с помощью алгоритмов автоматического масштабирования. Наконец, отключаются недоиспользуемые экземпляры ВМ для экономии средств и перераспределяются соответствующие задания без потери хода выполнения задачи. Однако эта стратегия не может запустить закрытые узлы вовремя, когда необходимо расширить модули, что повлияет на качество обслуживания.

В работе [10] предложен комплексный алгоритм управления ресурсами контейнера. Он оптимизирует начальное размещение контейнеров и динамически масштабирует ресурсы кластера.

В работе [11] разработан продукт TRKubernetes. Он оптимизирует затраты на выполнение смешанных интерактивных и пакетных рабочих нагрузок на облачных платформах с использованием временных виртуальных машин.

В работе [12] предложен новый комбинированный метод масштабирования под названием COPA. На основе собранных данных о производительности микросервисов, рабочей нагрузки в реальном времени, ожидаемого времени отклика и схемы экземпляров микросервисов во время выполнения COPA использует модель сети массового обслуживания для расчета комбинированной схемы масштабирования, направленной на минимизацию стоимости по умолчанию и стоимости ресурсов.

В [13] реализовано извлечение модели модуля планирования Kubernetes. А модель планирования K8S улучшена за счет объединения алгоритма муравьиной колонии и алгоритма оптимизации роя частиц. Наконец, он оценивается, и для развертывания модуля выбирается узел с наименьшей целевой функцией. Экспериментальные результаты показывают, что предложенный алгоритм снижает общую стоимость ресурсов и максимальную нагрузку узла и делает постановку задач более сбалансированной.

Чжан и др. [14] учитывали затраты на извлечение образа контейнера, затраты на передачу рабочей нагрузки по сети от клиентов к хостам контейнера и затраты на электроэнергию хоста. Чтобы снизить затраты, для решения проблемы планирования контейнеров использовалась модель целочисленного линейного программирования.

В работе [15] Чжу и др. предложили биметрический подход к масштабированию модулей, принимая во внимание как загрузку ЦП, так и использование пула потоков. В нем решена проблема, заключающаяся в том, что горизонтальное автомасштабирование модулей (HPA) Kubernetes может создавать больше модулей, чем на самом деле необходимо.

Однако эти исследования в основном были сосредоточены на методах планирования за счет уменьшения количества рабочих узлов, корректировки распределения ресурсов кластера, введения временных виртуальных машин и выделения соответствующих ресурсов контейнерам. Они не рассматривали экономически эффективное планирование контейнерных приложений с точки зрения взаимосвязи коммуникационного трафика между модулями. И сложно снизить стоимость облаков Kubernetes на базе docker-контейнеров, сохранив качество обслуживания.

Для решения этой проблемы в облаках Kubernetes есть три ключевых проблемы: динамика спроса на рабочую нагрузку, взаимосвязь коммуникационного трафика между модулями и ресурсная модель. Чтобы свести к минимуму затраты на кластер Kubernetes во время высокой нагрузки, необходимо, чтобы система Kubernetes принимала правильные решения во время планирования и повторного планирования.

Таким образом, поскольку платформа Kubernetes наиболее популярна, имеет меньше всего ограничений по сравнению с другими инструментами оркестрации, имеет множество исследований, направленных на развертывание модулей в своей среде – построение облачной инфраструктуры, основанной на кластерах Kubernetes является наиболее обоснованным решением.

Системы контейнеризации в Российской Федерации

На текущее время после ухода зарубежных компаний с российского рынка заказчики столкнулись с проблемой невозможности получения поддержки и обновлений. В следствие чего появились отечественные компании, предлагающие услугу “Kubernetes как сервис”. Среди отечественных облачных решений, поддерживающих технологию контейнеризации, можно отнести Yandex Cloud, Mail.ru Cloud Solutions. Кроме этого, появились и компании, предоставляющие подход “Платформа как сервис” – например, платформа Deckhouse российской компании Флант [16].

Использование этих подходов может сопровождаться рисками в области информационной безопасности. Использование зарубежных средств защиты информации технологий контейнеризации спровоцировал пробуждение отечественного рынка в этой области. На текущий момент разработками в этом направлении занимаются Лаборатория Касперского и Клаудран с программным продуктом Luntry [17].

Заключение

Docker-контейнеризация помогает виртуализации путем стандартизации окружения, изоляции ресурсов, экономии системных ресурсов, упрощения управления и оркестрации, а также тестирования и отладки приложений. Kubernetes является системой управления контейнеризированными приложениями, которая использует Docker-контейнеризацию для автоматизации развертывания, масштабирования и управления контейнерами в кластерах, обеспечивая изоляцию, безопасность, мониторинг и автоматическое восстановление контейнеров. Дальнейшие исследования будут посвящены модернизации существующих методов надстройки Kubernetes.

Литература

1. *Potdar A.M.* et al. Performance evaluation of docker container and virtual machine // Procedia Computer Science. 2020. Vol. 171, pp. 1419-1428.

2. *Kwon S., Lee J.H.* Divds: Docker image vulnerability diagnostic system // IEEE access. 2020. Vol. 8, pp. 42666-42673.

3. *Casalicchio and S. Iannucci*. The state-of-the-art in container technologies: Application, orchestration and security.

4. *E. Toka L.* et al. Machine learning-based scaling management for kubernetes edge clusters // IEEE Transactions on Network and Service Management. 2021. Vol. 18. No. 1, pp. 958-972.

5. *Zheng S.* et al. A cloud resource prediction and migration method for container scheduling // 2021 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS). IEEE, 2021, pp. 76-80.

6. *Киров Д.Е., Тутова Н.В.* Сравнение технологий виртуализации и контейнеризации в облачных вычислениях // Технологии информационного общества. 2019, pp. 441-444.

7. *Wojciechowski L.* et al. NetMARKS: Network metrics-AwaRe kubernetes scheduler powered by service mesh // IEEE INFOCOM 2021-IEEE Conference on Computer Communications. IEEE, 2021, pp. 1-9.

8. *Carrión C.* Kubernetes scheduling: Taxonomy, ongoing issues and challenges // ACM Computing Surveys. 2022. Vol. 55. No. 7, pp. 1-37.

9. *Zheng C.* et al. Autoscaling high-throughput workloads on container orchestrators // 2020 IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER). IEEE, 2020, pp. 142-152.

10. *Rodriguez M.A., Buyya R.* Container-based cluster orchestration systems: A taxonomy and future directions // Software: Practice and Experience. 2019. Vol. 49. No. 5, pp. 698-719.

11. *Ambati P., Irwin D.* Optimizing the cost of executing mixed interactive and batch workloads on transient vms // Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems. 2019. Vol. 3. No. 2, pp. 1-24.

12. *Ding Z., Huang Q.* COPA: A combined autoscaling method for kubernetes // 2021 IEEE International Conference on Web Services (ICWS). IEEE, 2021, pp. 416-425.

13. *Zhu C., Han B., Zhao Y.* A bi-metric autoscaling approach for n-tier web applications on kubernetes // Frontiers of Computer Science. 2022. Vol. 16, pp. 1-12.

14. *Zheng G., Fu Y., Wu T.* Research on docker cluster scheduling based on self-define Kubernetes scheduler // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. Vol. 1848. No. 1, pp. 012008.

15. *Zhu C., Han B., Zhao Y.* A bi-metric autoscaling approach for n-tier web applications on kubernetes // Frontiers of Computer Science. 2022. Vol. 16, pp. 1-12.

16. *Сысоев М.А., Наташкина Е.А.* Внедрение систем контейнеризации в Российской Федерации // Международная научно-практическая конференция по компьютерной и информационной безопасности (INFSEC 2023). 2023. С. 150-152.

17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662394 Российская Федерация. Luntry (Лантри) : № 2022662176 : заявл. 03.07.2022: опубл. 03.07.2022 ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «КЛАУДРАН».

ПОДХОДЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОСТРОЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Гордеев Георгий Владимирович,
студент магистратуры кафедры бизнес-информатики МТУСИ, Москва, Россия,
g_v_georg@mail.ru

Ерохин Андрей Густавович,
доцент кафедры бизнес-информатики, МТУСИ, к.т.н., Москва, Россия,
a.g.erokhin@mtuci.ru

Аннотация

В данной статье рассматриваются подходы по определению приоритетных направлений построения корпоративной системы информационной безопасности. Предложен механизм ранжирования для приоритизации наиболее важных механизмов безопасности и подлежащих к защите систем.

Ключевые слова

Информационная безопасность, Определение недопустимых событий, Риск-ориентированный подход, госрегулирование, нормативных документов, ФСТЭК.

Введение

При построении корпоративной системы информационной безопасности (далее – ИБ) возникает задача определения основных приоритетов с точки зрения бизнеса компании и основных защищаемых информационных ресурсов. С учетом аксиомы о невозможности построения абсолютной защиты исходя из наличия человеческого фактора, который вносит ошибки на каждом этапе жизненного цикла системы информационной безопасности, нельзя обеспечить абсолютную защиту для всех информационных активов и систем компании, следовательно необходимо выбрать принципы, на основе которых необходимо определять подходы к выбору критичных ресурсов, технологий и реализующих их средств.

В качестве таких принципов можно использовать:

– ориентацию на возможный ущерб, который может получить организация при реализации инцидента информационной безопасности;

– требования государственных регуляторов, невыполнение которых может привести к значительным штрафным санкциям или потери благоприятных рыночных возможностей (например, потери лицензии).

Исходя из указанного можно выделить следующие методы, позволяющие реализовать данные принципы:

- Определение недопустимых событий
- Риск-ориентированный подход
- Реализация требований нормативных документов (например, приказов ФСТЭК России)

Метод определения недопустимых событий

Инциденты информационной безопасности способны существенно нарушить работу компании и повлечь за собой значительные финансовые траты на восстановление позиций.

Определение недопустимых событий - метод, который максимально ориентируется на бизнес-интересы организации и задействуют прежде всего оценки руководства и высшего менеджмента, определяющего приоритеты функционирования организации. С учетом этого данный подход является оценочным и не имеет сложных математических реализаций, что позволяет не отдалять процесс получения граничных оценок от непосредственно заинтересованных в конечном результате лиц. В настоящее время отсутствуют ГОСТы или иные нормативно-правовые документы, вводящие четкие определения «недопустимого события». Исходя из этого определение недопустимого события можно представить как «событие в результате кибератаки, делающее невозможным достижение операционных и (или) стратегических целей организации или приводящее к значительному нарушению ее основной деятельности» [1]. Например:

остановка производства в связи с выводом из строя оборудования;

подмена ключевых проектных материалов, результате чего на выходе получается масштабный брак;

компрометация ключевых разработок компании.

Эффективнее всего начать определение недопустимых событий с их формулирований в масштабах всей организации при участии руководства компании. На данном этапе, возможно опущение технической специфики. Фокусом для гипотез будет являться влияние недопустимых событий на бизнес-уровне. При этом важно учитывать:

1. Стандартные недопустимые события для рассматриваемой организации;
2. Основные виды деятельности;
3. Глобальные цели и основные финансовые показатели организации.
4. В дальнейшем проводится корректировка недопустимых событий с руководителями ключевых направлений, который должны определить:
5. целевые информационные системы;
6. процессы наиболее подверженные влиянию рассматриваемых событий;
7. Какие информационные системы лежат в основе данных процессов;
8. К какому ущербу может привести реализация обсуждаемых сценариев и какой пороговый ущерб будет определен для каждого из них.

Порог может быть выражен различными параметрами или показателями в зависимости от специфики основной деятельности компании. Дополнительными обоснованиями пороговых значений может служить финансовая сторона и операционная отчетность.

В завершении проводится проработка сценариев реализации недопустимых событий с привлечением технических специалистов и отдела ИБ или аутсоурсинговой компании, специализирующейся на данных вопросах

(например, Positive Technologies, Ростелеком Солар, Инфосистемы Джет, BI.ZONE, РТ-Информационная безопасность). Специалисты должны рассмотреть сценарии, при которых возможно реализация рассматриваемых событии в том числе определить:

информационные системы, при воздействии на которых возможна реализация указанных событий;

существующие слабости и уязвимости в охраняемое инфраструктуре;

необходимый функционал системы ИБ способной исключить реализацию рассматриваемых событий;

условия, при достижении которых появляется вероятность возникновения недопустимого события.

В настоящее время метод, основанный на определении «недопустимых событий» еще не широко распространен, однако уже находится на этапе включения в государственные положения по ИБ.

Риск-ориентированный метод

На сегодняшний день во многих компаниях популярен риск-ориентированный подход, в котором принятие решений на реализацию или совершенствование мер ИБ принимают на основе оценки рисков, считающихся неприемлемыми для конкретной компании. При этом риски информационной безопасности сложно прогнозировать из-за их динамичности и сложности, а трудозатраты на измерение рисков могут быть несоизмеримы с результатом.

Сегодня существует широкий выбор различных стандартов, описывающих подход к управлению рисками в области ИБ. Однако окончательное решение по выбору подхода остается за компанией.

Риск-ориентированный метод подразумевает под собой постоянный и цикличный процесс, цикличность которого зависит от размеров и специфики компании. Продолжительность цикла может варьироваться от одного квартала до 4-х лет.

При возникновении серьезных изменений в жизнедеятельности компании или в ее инфраструктуре необходимо в обязательном порядке пересмотреть существующие риски вне зависимости от цикла, утвержденного ранее.

В процессе оценке рисков всегда необходимо:

1. провести инвентаризацию;
2. составить модель нарушителя;

Оценка рисков начинается с определения их ценности активов, которые выявлены в ходе инвентаризации. Далее, с учетом из актуальной модели нарушителя организация должна определить перечень потенциальных рисков. Данные риски ранжируются исходя из уровня рисков – величины, которая сопоставляет возможный ущерб и вероятность его наступления. Определяются варианты обработки оцененных рисков и просчитывается бюджет.

Таким образом алгоритм менеджмента рисками ИБ состоит из:

1. установления контекста;
2. оценки риска;
3. обработки риска;
4. принятия риска;
5. коммуникаций риска;
6. мониторинга и переоценки риска информационной безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 советует итеративное выполнение процесса управления рисками ИБ (рис. 1). При данном способе увеличивается глубина, детализация. При этом, время, затрачиваемое на определение способов реагирования, сокращается, сохраняя качество оценки высокоуровневых рисков [2].

Первым делом необходимо выявить все факторы, как внутренние, так и внешние, способные привести к реализации исследуемого риска. После того, как будет собрано достаточно информации, позволяющей выработать необходимые меры для снижения исследуемого риска до приемлемого для компании уровня, начинается следующий этап – обработка риска, например, одним из указанным далее способом:

– Определяются действия, отказ от которых исключает факторы возникновения риска (например, запрещение удаленного доступа пользователей);

– Принимается существующий или увеличивается существующий риск если приобретаемые выгоды от данного шага превышают потенциальный ущерб (например, удаленный доступ без реализации требований “нулевого доверия” позволяет привлечь более высококлассных специалистов);

– Устраняется источники риска (например, внедрение технологии “нулевого доверия” для удаленного доступа);

– Перенос или разделение возможного риска путем страхования потерь, которые способны возникнуть во время инцидента.

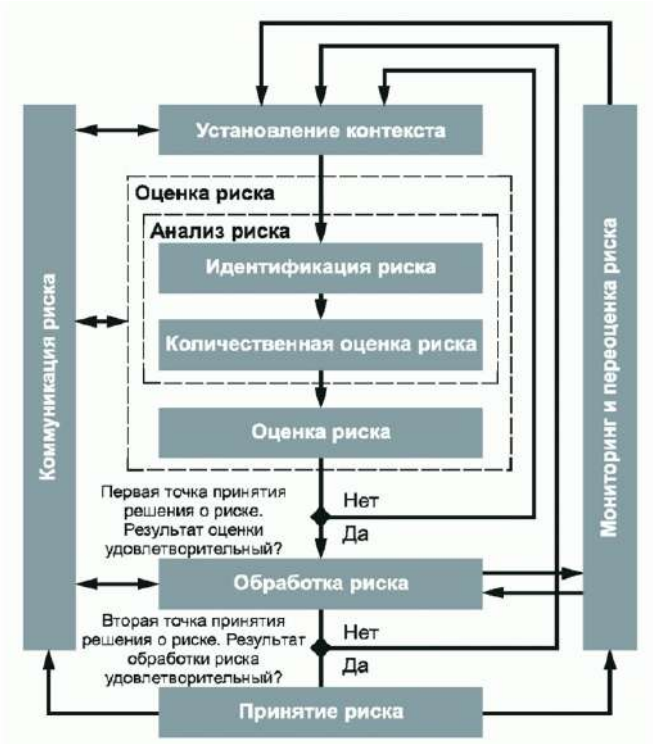


Рис. 1. Процесс менеджмента риска информационной безопасности

Если собранная информация не позволяет провести обработку риска, то необходимо снова пересмотреть факторы влияющие на определение критерии с использованием, которых проводились оценка рисков.

Результативность обработки рисков значительно зависит от результата оценки рисков. Есть вероятность того, что изначально принятый механизм обработки рисков будет не способен обеспечить необходимого уровня

уменьшения риска. В таком случае будет необходима дополнительная итерация для оценки риска с другими параметрами, с дальнейшей процедурой обработки риска.

Реализуемый алгоритм принятия риска должен обеспечить окончательное утверждение остаточных рисков высшим руководством компании для скорейшего принятия необходимых мер безопасности. В противном случае возможно затягивание выполнения необходимых мер (одной из причин может быть финансовая сторона вопроса).

С учетом того, что система обеспечения ИБ организации и защищаемая ей ИТ-инфраструктура подвержены постоянным изменениям, а также постоянно происходят изменения и в сфере деятельности организации, то риск-менеджмент обязан проводиться регулярно. Исходя из алгоритма процесса риск-менеджмента его реализация занимает значительное количество рабочего времени специалистов. Таким образом на практике нельзя проведение этой работы возложить только на отдел информационной безопасности, ведь, кроме этого, на него возложено достаточно много иных практических задач.

Одним из способов решения данной проблемы является автоматизация процесса риск-менеджмента с использованием специализированного программного обеспечения, что позволяет достичь приемлемого баланса наличествующих человеческих и временных ресурсов для получения необходимого результата достаточно быстро и эффективно. Также необходимо учитывать необходимость системной и профессиональной работы специалистов, участвующих в риск-менеджменте [3].

Государственное регулирование

Государственное регулирование является неотъемлемой частью сферы информационной безопасности для любого государства. Исходя от того, в какой отрасли производства присутствует организация она в меньшей или в большей мере вынуждена ориентироваться на требования регуляторов и учитывать их в ходе создания собственных систем информационной безопасности.

Основными регуляторами в сфере информационной безопасности в РФ являются: ФСТЭК России, ФСБ России, Роскомнадзор и Минцифры России.

Основные направления регулирования государства в сфере информационной безопасности следующие: защита государственной тайны (в данной статье не рассматриваем);

- защита персональных данных [4] (Федеральный закон РФ №152-ФЗ, Постановление Правительства РФ от 01.11.2012 №1119, приказ ФСТЭК 18.02.2013 №21);
- защита иной конфиденциальной информации, не относящейся к гостайне (СТР-К);
- обеспечение защиты информации в АСУ ТП на КВО, потенциально опасных объектах, а также объектах, представляющих повышенную опасность для жизни и здоровья людей и для окружающей природной среды [5] (Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 №31);
- обеспечение безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации [6] (Федеральный Закон от 26.07.2017 №187-ФЗ, Постановление Правительства РФ от 08.02.2018 №127, приказ ФСТЭК России от 25.12.2017 №239);
- защита информации, не составляющей гостайну, содержащейся в ГИС [7] (Приказ ФСТЭК от 11.02.2013 № 17).

Механизмы определения необходимых мер защиты и их применения, предлагаемые в вышеуказанных приказах (№17, №21, №31, №239) по своей сути одинаковы. Вначале осуществляется категорирование/определение уровня защищенности объекта информатизации, в ходе которого осуществляется учет основных факторов, влияющих на информационную безопасность информационной системы, попадающей под действие приказов. Далее проводится выбор базового набора мер с учетом категории или уровня защищенности, определенной для объекта информатизации, исходя из списка мер защиты, предлагаемого в Приказе для данного уровня/категории. В зависимости от разработанной модели нарушителя производится адаптация базового набора мер путем исключения нерелевантных базовых ме для использующихся технологий и характеристик объекта информатизации, или наоборот – включение в базовый набор дополнительных мер, необходимых для нейтрализации актуальных угроз.

Для полного соответствия нормам регуляторов адаптированный набор дополняется мерами из других приказов, под действие которых попадает объект информатизации.

Основная сложность данного метода, заключающегося в следовании требованиям, отраженным в нормативно-правовой базе регуляторов, это разработка адекватной модели нарушителя и угроз информационной безопасности, а также реализация предлагаемых мер на уже существующей ИТ-инфраструктуре.

Указанные приказы направлены прежде всего на создание системы информационной безопасности конкретных объектов информатизации и не рассматривают корпоративную ИТ-инфраструктуру в целом. В то же время, с учетом того, что ФСТЭК России оставил за организациями-владельцами право самостоятельно определять границы объектов информатизации и их состав, то при желании руководства организации требования указанных приказов возможно обоснованно распространять на всю корпоративную сеть. При этом это может привести к значительному увеличению затрат на информационную безопасность, так как не будут учитываться реальные риски и возможный ущерб.

Прямая зависимость подбора механизмов информационной безопасности, реализуемых в корпоративных сетях, от совокупности требований, формируемых в ходе анализа рисков, недопустимых событий и целевых задач, устанавливаемых в нормативно-правовых актах регламентирующих органов.

Подбор механизмов информационной безопасности, реализуемых в корпоративных сетях, напрямую зависит от совокупности требований, формируемых в ходе анализа рисков, недопустимых событий и целевых задач, устанавливаемых в нормативно-правовых актах (далее – НПА) регламентирующих органов.

Обобщение подходов

Исходя из существующих подходов можно предложить следующий механизм ранжирования по требовательности к защите корпоративных активов, а также наиболее значимых для реализации механизмов безопасности:

1. Введем коэффициент риска R_j (1 –низкий риск, 2 – средний риск, 3 – высокий риск), где j=1...N – номер корпоративного актива, N – количество корпоративных активов;

2. Введем коэффициент обработки риска P_j (1 – принимаем меры для нейтрализации, 0 – принимаем данный риск и страхуем потенциальные убытки);

3. Введем коэффициент недопустимого события U_j (1 – возможность наступления НС зависит от рассматриваемого актива, 0 – нет);

4. Определим параметр требований нормативно-правовых актов, предъявляемых к активу t_i (1 – предъявляются, 0 –не предъявляются), где i =1...n, где n – количество мер ИБ, требуемых к реализации НПА.

Тогда приоритизация активов основывается на значениях для каждого актива A_j, который будет равен:

$$\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\ R_j \times U_j \times P_j = A_j. \quad (1)$$

А, наиболее значимые механизмы безопасности можно определить по формуле:

$$\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\ R_j \times U_j \times P_j = T_i. \quad (2)$$

Заключение

Система информационной безопасности не должна быть чем-то застывшим, так как объектом ее защиты является ИТ-инфраструктура организации, которая находится в постоянном процессе трансформации в связи с интеграцией новых сервисов и внедрением новых технологий в ходе процесса цифрового развития производственной инфраструктуры. Это трансформация порождает новые уязвимости как идеологического плана, так и чисто технологического, что требует актуализации системы информационной безопасности.

Таким образом, система информационной безопасности постоянно находится в жизненном цикле, который состоит из следующих этапов: эксплуатация ➛ мониторинг соответствия (тестирование/анализ защищенности) ➛ совершенствование ➛ модернизация/создание ➛ реализация ➛ эксплуатация.

Именно на этапе совершенствования, когда осуществляется пересмотр приоритетов защиты с учетом новых бизнес-целей организации, актуальных технологий защиты/нападения и вновь появившихся регламентирующих нормативно-правовых актов в сфере информационной безопасности можно применять указанные в статье методы.

Литература

1. Методика определения недопустимых событий Positive technologies. URL: https://www.ptsecurity.com/upload/corporate/ru-ru/webinars/ics/metodika-opredeleniya-ns.pdf .

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности.

3. Риск-ориентированный подход как фактор обеспечения конкурентоспособности отечественных организаций / Прогрессивная экономика № 11/2023 ст. 50-63. DOI: 10.54861/27131211_2023_11_50

4. Приказ ФСТЭК 18.02.2013 №21. URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-18-fevralya-2013-g-n-21?ysclid=lrziuriz4z72656741 .

5. Приказ ФСТЭК России от 14.03.2014 №31. URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-14-marta-2014-g-n-31?ysclid=lrziw01kjd213990011 .

6. Приказ ФСТЭК России от 25.12.2017 №239. URL:https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-25-dekabrya-2017-g-n-239?ysclid=lrziwu0b8v499009296 .

7. Приказ ФСТЭК от 11.02.2013 № 17. URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-11-fevralya-2013-g-n-17?ysclid=lrziyaisfg375566648

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Осипов Алексей Викторович,
МТУСИ, доцент, Москва, Россия
a.v.osipov@mtuci.ru

Осипов Егор Алексеевич,
МТУСИ, Москва, Россия
naclzfaklz@gmail.com

Аржадеев Сергей Евгеньевич,
МТУСИ, Москва, Россия
xxxrenker@gmail.com

Дорожкина Дарья Дмитриевна,
МТУСИ, Москва, Россия
Deniro1707@yandex.ru

Аннотация

Для исследования нашего вопроса мы можем обратиться к методам анализа данных, известному как кластеризация и определение весов. Эти методы активно используются в различных областях для анализа неупорядоченных или упорядоченных наборов данных. Для изучения этого вопроса был проведен опрос среди студентов разных курсов для выявления факторов влияющих на дальнейшую научную деятельность студентов. Применяя кластеризацию, мы получили пять кластеров. Всего в опросе приняло участие 151 студентов. 32% людей интересна научная деятельность, но они еще в ней не участвовали. 17% первокурсникам не интересна научная деятельность. 4% студентов активно ищут возможности для участия в научной деятельности. 4% студентов первого курса не знают, что такое научная конференция.

Ключевые слова

Иерархическая кластеризация, машинное обучение, прогнозирование, построение моделей, мотивация студентов.

Введение

В этой научной статье мы стремимся определять степень готовности студента в участии в научных конференциях, исходя из ответов на вопросы [1,2]. Данный научный материал рассматривает системный подход, который использует метод иерархической кластеризации [3] текстовых данных. Наш подход не только улучшает интерпретацию данных высокой размерности, но и открывает новые перспективы в понимании их структуры.

Существует ряд методов обработки данных [4, 5]: автокорреляция [6], нейронные сети [7], линейная регрессия [8], прогнозирование [9], логистическая регрессия [10], деревья решений [11], карты Кохонена [12], кластеризация[13], ассоциативные правила [14], декомпозиция [15].

В статье [16] автор для определения влияния количества номеров на общее количество посетителей отеля, использует линейную регрессию и автокорреляцию.

Исходя из статьи на основе остаточных предположений, можно сделать вывод, что регрессионная модель содержит ошибку, которая не распределена нормально, имеет не постоянную дисперсию и присутствует автокорреляция.

Автор [17] использовал нейронные сети для оценки тепловой и охлаждающей нагрузки жилого дома, моделировал тепловое поведение четырехслойной стены с разной ориентацией. Разработаны и протестированы модели с многослойным перцептроном и радиальным базисом, применены алгоритмы, такие как Левенберга-Марквардта, масштабированный сопряженный градиент и функция радиального базиса. Для генерации данных использовано 624 модели, при чем модель с алгоритмом Левенберга-Марквардта показала лучшую точность. Исследование определило оптимальную форму здания (L-образная с окнами на восточной и южной сторонах, площадь окон 20%) для обеспечения требований к освещению, вентиляции, отоплению и охлаждению.

Авторы статьи [18] предложили новый алгоритм кластеризации. Суть заключается в том, что на этапе формирования кластера оптимальная голова кластера выбирается на основе таких факторов, как относительное перемещение узла, оставшаяся энергия и качество соединения. Остальные узлы присоединяются к кластеру с помощью одного или двух переходов на основе информации о соседстве, что приводит к формированию стабильного кластера.

В статье [19], для изучения бактериального вагиноза, используются правила ассоциации. Правило ассоциации состоит из двух наборов элементов, соединенных импликацией (если —> затем). Набор слева от стрелки называется антецедентом (левая сторона), а набор справа от стрелки называется консеквентном (правая сторона). Набор элементов, присутствующих в предшествующем исследовании в этом исследовании, будет представлять собой бактерии, которые будут взаимодействовать друг с другом, вызывая появление элемента, в результате чего это будет положительный случай бактериального вагиноза.

Авторы статьи [20], для прогнозирования временных рядов используют новый механизм картирования, кульминацией которого является более эффективная альтернатива скользящей декомпозиции, которая одновременно повышает точность прогнозирования и вычислительную эффективность RDEM.

Сравнительный анализ методов позволяет нам выявить преимущества и ограничения каждого подхода. Наши решения основаны на эффективности и интерпретируемости результатов. Именно поэтому мы выбрали иерархическую кластеризацию, в качестве основного метода, обеспечивающих не только точность, но и понимание структуры данных.

В рамках исследования уделяется внимание не только теоретическим аспектам методов, но и их практическому применению. Мы рассматриваем конкретный случай анализа ответов студентов на вопросы о предпочтениях касательно участия в научных конференциях. Цель состоит в выделении кластеров, отражающих общие интересы и мотивации студентов.

От проблемы кластеризации текстовых данных до детального анализа результатов, наша статья предоставляет четкий и понятный план работы. Мы стремимся предложить исследователям и аналитикам не только решение для конкретной задачи, но и полный набор инструментов для эффективной работы с неструктурированными текстовыми данными.

В условиях растущей значимости принятия решений на основе данных, предложенные методы становятся ключевым фактором в области анализа текстовых данных и их визуализации. Мы предоставляем не только теоретические основы, но и конкретные инструменты для эффективного решения сложных задач, связанных с обработкой текстовых данных и выявлением их семантической структуры.

Методы

Иерархическая кластеризация – это метод группировки данных, который создает иерархию кластеров. Существует два основных подхода к иерархической кластеризации: агломеративный (снизу-вверх) и дивизивный (сверху вниз). Обычно используется агломеративный метод. Рассмотрим его: на начальном этапе каждая точка данных рассматривается как отдельный кластер. Расстояния между всеми парами кластеров вычисляются на основе выбранной метрики расстояния. Объединение ближайших кластеров: на каждом шаге алгоритм объединяет два ближайших кластера в один. Расстояние между новым кластером и остальными кластерами пересчитывается. Этот процесс повторяется до тех пор, пока все точки не объединятся в один кластер.

Веса представляют собой числовые коэффициенты, присваиваемые каждому признаку входных данных. Эти веса определяют важность каждого признака при принятии моделью решений. Суть в том, чтобы модель "училась" весам в процессе обучения на основе предоставленных ей данных. Составление весов позволяет модели выявлять закономерности в данных и делать предсказания. Например, при обучении модели на изображениях, веса могут указать, насколько важны различные пиксели для распознавания объектов.

Процесс составления весов включает в себя оптимизацию: модель постепенно корректирует веса, чтобы минимизировать ошибку предсказаний. Составление весов находит свое применение в различных областях, включая финансы, медицину, маркетинг и многое другое. Например, в финансовой сфере модели с весами могут предсказывать тренды на рынке на основе различных факторов.

Составление весов – ключевой этап в обучении моделей машинного обучения. Это позволяет создавать более точные и эффективные системы, способные делать предсказания и принимать решения на основе сложных данных.

Сбор данных и составление весов

Для того чтобы создать модель, нужно помнить о важной части: исследование и сбор данных, которые в дальнейшем будут обработаны. Чтобы найти студентов, заинтересованных в конференциях, был проведен опрос среди студентов первого и четвертого курсов МТУСИ. Опрос включает в себя 15 основных вопросов, а также один дополнительный для студентов четвертого курса. Данные вопросы были разработаны для установления уровня заинтересованности студентов на основе нескольких критериев. Эти критерии включают опыт участия в школьных конференциях, возможную мотивацию, интересующие темы, ограничивающие факторы, отношение к публичным выступлениям и другие.

Ключевым моментом в формировании кластеров является определение весов. Необходимо выбрать вопросы и ответы на них так, чтобы кластеризация помогла выявить скрытые паттерны и структуры в данных, что в свою очередь обеспечит более глубокий анализ и понимание данных.

Определение весов будет базироваться на двух конкретных вопросах: "Какое из утверждений наиболее близко описывает ваше отношение к участию в научных конференциях?" и "В какой тематике вы бы хотели участвовать в научной конференции?". Этот выбор обусловлен необходимостью выделения ключевых аспектов интереса студентов. Результаты определения весов представлены на рисунке 1.

```
# Присвоение весов ответам на первый вопрос
weights_question_1 = {
    0: 1,  # "Я активно ищу возможности для участия"
    1: 3,  # "Мне интересно, но я ещё не участвовал"
    2: 2,  # "Мне это не интересно"
    3: 4   # "Я не знаю, что такое научные конференции."
}

# Присвоение весов ответам на второй вопрос
weights_question_2 = {
    0: 1, #'Технологии и инновации'
    1: 3, #'Гуманитарные науки'
    2: 3, #'Естественные науки'
    3: 3, #'Социальные науки'
    4: 2 #'Любая тема интересует'
}
```

Рис. 1. Определение весов, исходя из ответов на вопросы

Реализация кластеров

После того, как мы определили веса мы можем заниматься составлением кластеров. В их составлении нам поможет иерархическая кластеризация.

Иерархическая кластеризация позволяет анализировать структуру данных на различных уровнях детализации, что делает ее мощным инструментом для исследования внутренних отношений в данных.

На рисунке 2 представлена реализация кластеризации.

```
# Установка важности для ответов, соответствующих дополнительным условиям
df.loc[additional_conditions_1, 'Важность_вопроса_1'] = 1  # Меняем важность вопроса_1 для соответствующих условий
df.loc[additional_conditions_1, 'Важность_вопроса_2'] = 1  # Меняем важность вопроса_2 для соответствующих условий
df.loc[additional_conditions_2, 'Важность_вопроса_1'] = 1  # Меняем важность вопроса_1 для соответствующих условий

# Кластеризация с использованием Agglomerative Clustering
n_clusters = 4  # Задаем количество кластеров
agg_cluster = AgglomerativeClustering(n_clusters=n_clusters)
labels_agg = agg_cluster.fit_predict(df[['Ответ_вопроса_1', 'Важность_вопроса_1', 'Важность_вопроса_2']])

# Добавление столбца 'Cluster' с метками кластеров в исходный датасет
df['Cluster'] = labels_agg

# Вывод результатов
df.to_csv('result2_df.csv', index=False)
```

Рис. 2. Кластеризация с использованием иерархической кластеризации

После реализации кластеризации мы получили четыре кластера:

1) Я активно ищу возможности для участия;
2) Мне интересно, но я ещё не участвовал;
3) Мне это не интересно;
4) Я не знаю, что такое научные конференции.

На рисунке 3 представлены результаты, создающие представление о распределении ответов на вопросы об участии в научных конференциях и предпочтениях по тематике внутри каждого кластера. Первые два столбцы – это ответы на вопросы, третий столбец-кластер, четвертый столбец-количество ответов, четвертый столбец-процент от общего числа ответов.

```
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Гуманитарные науки,0,9,6.0
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Естественные науки,3,2,1.3333333333333335
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Любая тема интересует,3,26,17.333333333333336
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Социальные науки,3,20,13.333333333333334
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Технологии и инновации,0,23,15.333333333333332
Мне это не интересно,Гуманитарные науки,1,5,3.3333333333333335
Мне это не интересно,Естественные науки,1,2,1.3333333333333335
Мне это не интересно,Любая тема интересует,1,9,6.0
Мне это не интересно,Социальные науки,1,18,12.0
Мне это не интересно,Технологии и инновации,1,17,11.333333333333332
Я активно ищу возможности для участия,Естественные науки,0,1,0.6666666666666667
Я активно ищу возможности для участия,Любая тема интересует,0,2,1.3333333333333335
Я активно ищу возможности для участия,Технологии и инновации,0,5,3.3333333333333335
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Любая тема интересует,2,4,2.666666666666667
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Социальные науки,2,5,3.3333333333333335
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Технологии и инновации,2,2,1.3333333333333335
```

Рис. 3. Распределении ответов на вопросы

С учетом этих результатов, мы приняли решение добавить новый, пятый кластер, учитывая вопрос о предпочтениях по тематике научных конференций. Наш выбор для этого кластера – "Технологии и инновации". Этот вариант был выбран как наилучший, и вот почему: в современном мире технологии и инновации играют ключевую роль в различных областях, включая науку и исследования. Участие в конференциях по этой тематике предоставляет студентам уникальную возможность быть в центре событий и взаимодействовать с передовыми исследованиями.

Тема "Технологии и инновации" широко охватывает различные сферы, от информационных технологий до медицинских достижений, что позволяет студентам выбирать из множества интересующих направлений.

Добавление этого кластера обогатит общий анализ данных, учитывая важность темы в современном обществе, и предоставит дополнительные понимания в предпочтения студентов в контексте научных конференций.

На рисунке 4 представлено разбиение ответов на вопросы для пяти кластеров.

```
Какое из утверждений наиболее близко описывает ваше отношение к участию в научных конференциях?,В какой тематике вы бы хотели участвовать в научной конференции?,Cluster,Target_Cluster,Counts,Percentage
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Гуманитарные науки,0,0,9,6.0
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Естественные науки,0,0,2,1.3333333333333335
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Любая тема интересует,0,1,26,17.333333333333336
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Социальные науки,0,0,20,13.333333333333334
"Мне интересно, но я ещё не участвовал",Технологии и инновации,0,1,23,15.333333333333332
Мне это не интересно,Гуманитарные науки,2,0,5,3.3333333333333335
Мне это не интересно,Естественные науки,2,0,2,1.3333333333333335
Мне это не интересно,Любая тема интересует,2,0,9,6.0
Мне это не интересно,Социальные науки,2,0,18,12.0
Мне это не интересно,Технологии и инновации,2,0,17,11.333333333333332
Я активно ищу возможности для участия,Естественные науки,3,0,1,0.6666666666666667
Я активно ищу возможности для участия,Любая тема интересует,3,1,2,1.3333333333333335
Я активно ищу возможности для участия,Технологии и инновации,3,1,5,3.3333333333333335
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Любая тема интересует,1,1,4,2.666666666666667
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Социальные науки,1,0,5,3.3333333333333335
"Я не знаю, что такое научные конференции.",Технологии и инновации,1,1,2,1.3333333333333335
```

Рис. 4. Распределении ответов на вопросы для пяти кластеров

На рисунке 5 отражена визуализация кластеризации. По оси x представлены ответы на первый вопрос, касающийся отношения к участию в научных конференциях. Здесь представлены четыре варианта ответов:

1) Я активно ищу возможности для участия;
2) Мне интересно, но я ещё не участвовал;
3) Мне это не интересно;
4) Я не знаю, что такое научные конференции.

По оси y отображены ответы на второй вопрос, связанный с предпочтениями по тематике научной конференции.

Здесь представлены пять вариантов ответов:

1) Технологии и инновации;
2) Гуманитарные науки;
3) Естественные науки;
4) Социальные науки;
5) Любая тема интересует.

Рис. 5. Визуализация кластеров

Вывод

В данной статье использован метод иерархической кластеризации для анализа вовлеченности первокурсников в научные конференции. Сначала проведен опрос среди студентов, включающий вопросы о интересах и мотивации. На основе ответов определены веса, отражающие важность конкретных аспектов. Затем применена иерархическая кластеризация, которая сгруппировала студентов в кластеры в зависимости от их профилей интересов и отношения к участию в конференциях. Добавлен новый кластер "Технологии и инновации" для учета дополнительных аспектов. Результаты позволяют более глубоко понять предпочтения студентов и предсказать их потенциальную активность в научных мероприятиях.

Всего в опросе приняло участие 151 студентов. 32% людей интересна научная деятельность, но они еще в ней не участвовали. 17% первокурсникам неинтересна научная деятельность. 4% студентов активно ищут возможности для участия в научной деятельности. 4% студентов первого курса не знают, что такое научная конференция.

Литература

1. *Догадина Е.П., Смирнов М.В., Осипов А.В., Суворов С.В.* Оценка форм обучения старшеклассников с использованием гибридной модели на основе различных методов оптимизации и нейронной сети // Информатика 2021, no. 8, 46. MDPI. URL: https://www.mdpi.com/2227-9709/8/3/46 (дата обращения: 23.12.2023).

2. *Догадина Е.П., Смирнов М.В., Осипов А.В., Суворов С.В.* Формирование оптимальной нагрузки старшеклассников с использованием генетического алгоритма и нейронной сети // Прил. наук. 2021, no. 11, 5263. MDPI. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/11/5263 (дата обращения: 23.12.2023).

3. *Wang B., Barbu A*. Hierarchical Classification for Large-Scale Learning // Electronics 2023, no. 12, 4646. MDPI. DOI: https://doi.org/10.3390/electronics12224646

4. *Hooshmand M.J., Sakib-Uz-Zaman C., Khondoker M.A.H.* Machine Learning Algorithms for Predicting Mechanical Stiffness of Lattice Structure-Based Polymer Foam // Materials, 2023, no. 16, 7173. MDPI. DOI: https://doi.org/10.3390/ma16227173

5. *Zhang Y., Xie L., Zhang D., Xu X., Xu L.* Application of Machine Learning Methods to Predict the Air Half-Lives of Persistent Organic Pollutants // Molecules 2023, no. 28, 7457. MDPI. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28227457.

6. *Park D.-H., Jeon M.-W., Shin D.-M., Kim H.-N*. LPI Radar Detection Based on Deep Learning Approach with Periodic Autocorrelation Function // Sensors 2023, no. 23, 8564. DOI: https://doi.org/10.3390/s23208564.

7. *Askar A.H., Kovács E., Bolló B*. Prediction and Optimization of Thermal Loads in Buildings with Different Shapes by Neural Networks and Recent Finite.

8. *Shi H., Zhang X., Gao Y., Wang S., Ning Y*. Robust Total Least Squares Estimation Method for Uncertain Linear Regression Model // Mathematics 2023, no. 11, 4354. https://www.mdpi.com/2227-7390/11/20/4354

9. *Гусев А., Червяков А., Алексеенко А., Никульчев Е*. Обучение нейронной сети роем частиц для оценки нижней верхней границы интервалов прогнозирования временных рядов // Математика 2023, 11, 4342. https://doi.org/10.3390/math11204342

10. *Lee B., Park J., Kim Y*. Hidden Markov Model Based on Logistic Regression // Mathematics 2023, no. 11, 4396. https://doi.org/10.3390/math11204396

11. *Zhigang Sun, Guotao Wang, Pengfei Li, Hui Wang, Min Zhang, Xiaowen Liang*. An improved random forest based on the classification accuracy and correlation measurement of decision trees // Expert Systems with Applications. Vol. 237, Part B, 2024, 121549, ISSN 0957-4174. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121549

12. *Otilia Elena Dragomir, Florin Dragomir, Marian Radulescu*. Matlab Application of Kohonen Self-organizing Map to Classify Consumers' Load Profiles // Procedia Computer Science. Vol. 31, 2014, pp. 474-479, ISSN 1877-0509 https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.292

13. *Neamtu B., Negrea M.O., Neagu I.* Predicting Glycemic Control in a Small Cohort of Children with Type 1 Diabetes Using Machine Learning Algorithms // Mathematics 2023, no. 11, 4388. https://www.mdpi.com/2227-7390/11/20/4388

14. *Sedir Mohammed, Kerstin Rubarth, Sophie K. Piper, Fridtjof Schiefenhövel, Johann-Christoph Freytag, Felix Balzer, Sebastian Boie.* A statistical method for predicting quantitative variables in association rule mining // Information Systems. Vol. 118, 2023, 102253, ISSN 0306-4379, https://doi.org/10.1016/j.is.2023.102253https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437923000893

15. *Xu W., Wang X., Guo Q., Song X., Zhao R., Zhao G., He D., Xu T., Zhang M., Yang Y.* Decomposition Is All You Need: Single-Objective to Multi-Objective Optimization towards Artificial General Intelligence // Mathematics 2023, no. 11, 4390. https://doi.org/10.3390/math11204390

16. *Sofyan Adrianto, Ira Hanifah Nuha Balqis, Catharina Zevania Neysa Soetanto, Margaretha Ohyver*. Cochrane orcutt method to overcome autocorrelation in modeling factors affecting the number of hotel visitors in Indonesia // Procedia Computer Science. Vol. 216, 2023, pp. 630-638, ISSN 1877-0509 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922022566

17. *Askar A.H., Kovács E., Bolló B*. Prediction and Optimization of Thermal Loads in Buildings with Different Shapes by Neural Networks and Recent Finite Difference Methods // Buildings 2023, no. 13, 2862. https://doi.org/10.3390/buildings13112862 https://doi.org/10.3390/buildings13112862

18. *Siwei Yang, TingLi Li, Di Wu, Tao Hu, Wenjie Deng, Haochen Gong*. Bio-inspired multi-hop clustering algorithm for FANET // Ad Hoc Networks. Vol. 154, 2024, 103355, ISSN 1570-8705, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570870523002755

19. *Freddy de la Cruz-Ruiz, Juana Canul-Reich, Rafael Rivera-López, Erick de la Cruz-Hernández*. Impact of data balancing a multiclass dataset before the creation of association rules to study bacterial vaginosis // Intelligent Medicine, 2023, ISSN 2667-1026 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667102623000190

20. *Xiangjun Cai, Dagang Li*. M-EDEM: A MNN-based Empirical Decomposition Ensemble Method for improved time series forecasting // Knowledge-Based Systems. Vol. 283, 2024, 111157, ISSN 0950-7051, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705123009073

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ FUZZY C-MEANS

Осипов Алексей Викторович,
МТУСИ, доцент, Москва, Россия
a.v.osipov@mtuci.ru

Другалев Дмитрий Андреевич,
МТУСИ, Москва, Россия
campermailru@mail.ru

Грибов Эрсан Эминович,
МТУСИ, Москва, Россия
gribov.san1337@gmail.com

Аннотация

Для исследования нашего вопроса мы можем обратиться к методам анализа данных, известному как кластеризация и определение весов. Эти методы активно используются в различных областях для анализа неупорядоченных или упорядоченных наборов данных. Для изучения этого вопроса был проведен опрос среди студентов разных курсов для выявления факторов влияющих на дальнейшую научную деятельность студентов. После подсчетов, получилось, что количество точек в первом кластере составило – 192, а количество точек во втором – 162. На основе этих данных мы можем сделать вывод, что данная группа имеет заинтересованность в участии на научной конференции.

Ключевые слова

Кластеризация, кластерный анализ, fuzzy c-mean, анализ данных, не строгая кластеризация.

Введение

В данной научной статье мы сосредотачиваем внимание на применении алгоритма кластеризации Fuzzy C-Means (FCM) с использованием нечетких множеств для анализа интереса студентов в контексте участия в научных конференциях [1, 2]. Мы стремимся разработать эффективную методологию оценки степени готовности студентов к активному научному взаимодействию, учитывая различные аспекты их ответов на предложенные вопросы. Данный исследовательский материал обсуждает применение FCM в контексте нечеткой кластеризации, предлагая инновационный подход к анализу данных, который позволяет учесть неопределенность и размытость в структуре ответов студентов.

Мы предлагаем интеграцию Fuzzy C-Means [3] с дополнительными методами, такими как вычисление коэффициентов нечеткости и использование метрик валидации кластеров. Этот системный подход обеспечивает более глубокое понимание внутренних закономерностей данных и повышает точность выделения характерных групп студентов с учетом различных критериев. В конечном итоге, наша работа нацелена не только на разработку точной модели оценки готовности студентов к участию в научных конференциях, но также на предоставление наглядной и интерпретируемой визуализации результатов, что способствует более глубокому пониманию структуры данных и облегчает принятие обоснованных решений на основе полученных кластеров.

Существует множество методов кластеризации данных, каждый из которых подходит для разных типов данных и задач. Ниже приведен список, состоящий из наиболее распространенных методов (не учитывая используемый в статье метод): K-средних [4], иерархическая кластеризация [5], DBSCAN [6], Mean Shift [7], EM-алгоритм [8], OPTICS [9], спектральная кластеризация[10],распространение сходства [11], BIRCH [12], CLARA [13].

В [14] автор обращается к актуальной проблеме обработки не размеченных данных в эпоху больших данных. Фокус исследования сосредоточен на методах кластерного анализа, играющих важную роль в правильной организации групп, не размеченных данных. Задача кластерного анализа заключается в разделении данных на несколько семантически согласованных кластеров с высокой внутрикластерной схожестью и низкой межкластерной схожестью. Этот метод эффективен для извлечения полезной информации из не размеченных данных и широко применяется в различных областях, таких как сельское хозяйство, финансы, обработка изображений и медицина.

В рамках множества алгоритмов кластеризации, метод k-средних, реализованный с использованием метода Ллойда [15], выделяется как широко используемый и мощный метод. В статье подчеркивается, что, несмотря на простоту этого метода, он считается одним из ведущих в области добычи данных. Автор рассматривает проблемы временной сложности стандартного метода k-средних и предлагает подходы для его ускорения, включая методы, гарантирующие точность (exact methods) и приближенные методы (approximated methods). В частности, описывается метод, основанный на блочных векторах, который предлагается ускорить процесс k-средних, и его преимущества подтверждаются экспериментальными результатами. В целом, статья представляет новый подход, LBKC (Lower Bound based K-means Clustering), который использует нижние границы для оптимизации k-средних и гарантирует сохранение результатов кластеризации, сравнимых с стандартным методом.

В работе [16] представлен метод ассоциации треклетов, полученных оптическими телескопами для наблюдения объектов в околоземном космическом пространстве. С учетом постоянного увеличения количества объектов в космосе и постоянно меняющейся космической обстановки, оптический земной обзор становится одним

из наиболее эффективных способов быстрого получения большого объема данных об объектах. Основной характеристикой измерений в этом режиме является их краткосрочность и ограничивание только угловой информацией.

Проблема состоит в ассоциации треклетов, несмотря на то что большинство измерений легко соотносится с известными объектами. Треклеты, несоотнесенные (UCTs), хотя и немногочисленны, играют ключевую роль, поскольку они могут происходить от новых спутников, маневров спутников и только что обнаруженных космических обломков. Авторы предлагают использование метода Mean-Shift для решения задачи ассоциации треклетов как задачи кластеризации. В отличие от других методов кластеризации, этот метод не предполагает заранее известного числа кластеров и числа точек в каждой группе, что соответствует особенностям задачи ассоциации треклетов. Предложенный алгоритм основан на оценке плотности и более соответствует реальным требованиям, таким как определение орбиты по связанным треклетам.

В исследовании [17] автор использовал метод кластерного анализа профилей улова по дням рыбалки и поездкам (1986-2007) для выявления метье(рыболовные стратегии или характеристики деятельности флота, определенные в соответствии с целевыми видами рыбы, рыболовными районами и сезонами) в северном испанском прибрежном траловом флоте. Для анализа этих баз данных был выбран метод CLARA (Clustering Large Applications), поскольку он является техникой разделения, специально предназначенной для работы с очень большими наборами данных.

Полученные результаты позволяют выделить два метье, соответствующих знаниям об этом рыболовстве: одно, направленное на лосося и мерлузу, и другое, нацеленное на скумбрию. Второе метье демонстрирует сезонный паттерн, связанный с репродуктивным циклом скумбрии у побережья Кантабрии в Бискайском заливе. Метод CLARA доказал свою полезность при анализе такого объемного набора данных, хотя уровень охвата его алгоритма выборки следует учитывать.

Использование техник кластеризации, таких как Fuzzy C-Means (FCM), открывает перед нами новые перспективы в понимании поведения студентов в контексте участия в научных конференциях. В свете рассмотренного метода мы стремимся предоставить не только надежные и точные результаты, но и легко интерпретируемые визуализации, позволяющие более глубоко погрузиться в структуру данных.

Наш подход сфокусирован не только на теоретических аспектах методов, но и на их практическом применении в конкретном анализе ответов студентов. Мы нацелены на выявление общих интересов и мотиваций, представленных кластерами, что может служить ценной основой для дальнейшего исследования и формирования стратегий по стимулированию активности студентов в академической сфере.

От выявления проблем кластеризации текстовых данных до систематического анализа полученных результатов, наша статья предоставляет четкий и понятный план работы. Надеемся, что предложенные методы не только помогут решить конкретную задачу, но и станут ценным инструментарием для исследователей и аналитиков, работающих с неструктурированными текстовыми данными. В условиях постоянно растущей важности анализа данных в принятии решений, наши подходы призваны играть ключевую роль в эффективном извлечении смысла из текстовой информации и визуализации сложных структур в данных.

Методы

Метод Fuzzy C-Means (FCM) – это метод кластеризации данных, который использует итеративное разбиение данных на кластеры с учетом степени принадлежности каждой точки к каждому кластеру. На начальном этапе каждая точка данных получает случайное значение принадлежности к каждому кластеру. Далее вычисляется центр каждого кластера на основе взвешенных значений точек данных с учетом их принадлежности. Затем пересчитывается степень принадлежности каждой точки к каждому кластеру на основе расстояния до центров кластеров. Этот процесс повторяется до сходимости, то есть до тех пор, пока изменение степеней принадлежности станет незначительным.

Процесс определения весов в моделях машинного обучения представляет собой установку числовых коэффициентов для каждого признака входных данных. Эти веса являются показателями важности каждого признака при принятии решений моделью. В ходе обучения модель постепенно корректирует эти веса, основываясь на предоставленных данных, с целью минимизации ошибки прогнозирования. Процесс оптимизации весов позволяет модели выявлять закономерности в данных и делать точные предсказания. Например, в области финансов модели с весами могут предсказывать тренды на рынке, а в медицине – выявлять важные факторы для диагностики.

Составление весов является неотъемлемой частью обучения моделей и играет ключевую роль в создании эффективных систем, способных анализировать сложные данные и принимать обоснованные решения.

Сбор данных и составление весов

Для создания эффективной модели необходимо уделить внимание важному этапу - исследованию и сбору данных, которые будут подвергнуты дальнейшей обработке. В контексте поиска студентов, заинтересованных в конференциях, был проведен опрос среди студентов первого и четвертого курсов МТУСИ. Этот опрос включает 15 основных вопросов, а также один дополнительный для студентов четвертого курса.

Сформулированные вопросы направлены на определение уровня интереса студентов по нескольким критериям, таким как опыт участия в конференциях, мотивация, интересующие темы, ограничивающие факторы и отношение к публичным выступлениям. Определение весов является ключевым аспектом при формировании кластеров. Необходимо тщательно выбирать вопросы и их ответы, чтобы кластеризация помогла выявить скрытые закономерности и структуры в данных, обеспечивая тем самым более глубокий анализ и понимание полученных данных.

Определение весов будет базироваться на 14 вопросах:

1. Какое из утверждений наиболее близко описывает ваше отношение к участию в научных конференциях?

2. Что вас могло бы мотивировать принять участие в научной конференции?

3. Как вы считаете, насколько важно для первокурсников участвовать в научных конференциях?

4. Какие факторы могут вас остановить от участия в научной конференции?

5. Вам было бы интересно участвовать в научной конференции за границей?Вам было бы интересно участвовать в научной конференции за границей?

6. Если бы вы участвовали в научной конференции, вы бы хотели выступать с докладом или просто слушать?

7. Вы предпочли бы участвовать в конференциях в области вашей специализации или в других областях?

8. Вы считаете, что участие в научных конференциях может помочь вам в учебе?

9. Как часто вы участвовали в школьных конференциях и внеклассных мероприятиях?

10. Чем вы занимаетесь в свободное время?

11. Занимаетесь ли вы самообучением?

12. По какой причине вы поступили на данную специальность?

13. Как вы относитесь к публичному выступлению?

14. Как вы относитесь к возможности общения и сотрудничества с другими студентами в рамках академических мероприятий?

На каждый из 14 вопросов у нас есть по пять ответов, соответственно необходимо определить самые ценные ответы и дать им самые высокие веса, а ответы, которые обладают меньшей ценностью пометить более низкими весами.

Реализация метода

После распределения весов по ответам, необходимо подготовить наши данные, для корректной работы fuzzy c-means. Для этого мы производим замену текстовых ответов на подготовленные нами векторы весов, а также производим исключение не нужных столбцов в наших данных, таких как: “ID”,” Время создания”, “В какой тематике вы бы хотели участвовать”, поскольку они не представляют ценности для анализа.

Для лучшей визуализации, веса переведены в случайные вектора, но со строгими границами: веса 5 и 4 – переведены в случайны вектор от 31 до 50, вес 3 – переведены в случайный вектор от 21 до 30, веса 2 и 1 – переведены в случайны вектор от 1 до 10. Данное приведение весов позволяет нам получить наглядную визуализацию данных показанных на рисунке 1.

Преобразование данных, полученных в текстовом виде в векторный вид, позволяет использовать для их анализа выбранный нами алгоритм кластеризации fuzzy c-means. Однако для работы fuzzy c-means необходимо изначально задать количество кластеров. Исходя из нашей задачи определения заинтересованности группы в участии на научной конференции, мы решили остановиться на использовании двух кластеров, один из которых будет отражать количество ответов группы, с большими весами (такими как 5 и 4), а второй кластер с малыми (такими как 1 и 2), ответы с весом 3 будут равномерно распределяться между двумя кластерами. После применения fuzzy c-means, мы получаем матрицу принадлежности каждой точки к каждому кластеру и центры кластеров.

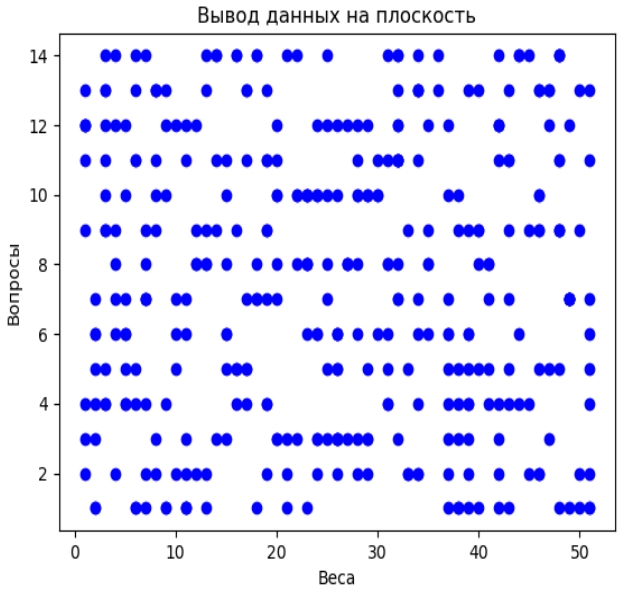


Рис. 1. Вывод данных на плоскость

Визуализация распределения точек по кластерам представлена на рисунке 2

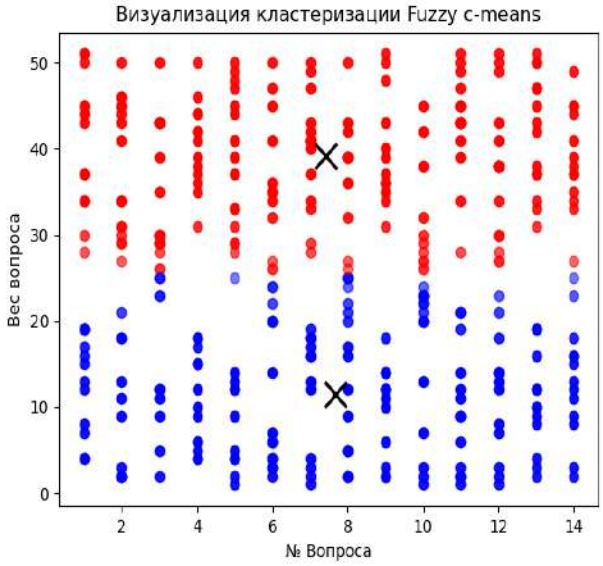


Рис. 2. Визуализация кластеризации Fuzzy c-means

На данном графике представлено распределение весов в зависимости от вопросов, а также распределение весов по кластерам. Каждая точка на этом графике представляет собой вес одного ответа одного студента на каждый из 14 вопросов. Черные крестики отображают центры кластеров.

После того как мы получили распределение весов вопросов по кластерам и определились с тем какой кластер отвечает за больший интерес в участии, а какой за меньший, необходимо подсчитать количество точек в каждом кластере и на основе это подсчета мы можем определить степень заинтересованности группы в участии на научной конференции. После подсчетов, получилось, что количество точек в первом кластере составило – 192, а количество точек во втором – 162. На основе этих данных мы можем сделать вывод, что данная группа имеет заинтересованность в участии на научной конференции.

Для дополнительного анализа, мы решили построить тепловую карту, которая поможет нам более наглядно удостовериться в правильности наших выводов на основе кластеризации fuzzy c-means. Для корректной работы тепловой карты, мы сложили все векторы весов ответов студентов, которые принадлежат данному вопросу.

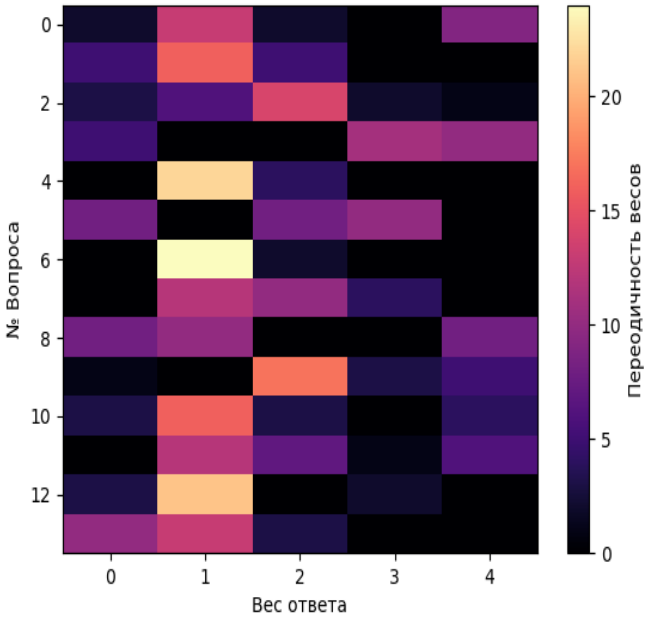


Рис. 3. тепловая карта распределения весов по вопросам

На данном графике представлена зависимость вопросов от каждого веса, а цвет ячейки указывает на то сколько раз студенты выбирали данный вес, на данном вопросе. Веса ответов распределены от большего к меньшему, то есть 0 – это самый высокий вес, а 4 – это самый низкий. Исходя из этой тепловой карты, мы видим, что большое количество светлых ячеек присутствует на весе 4, а также на весах 1 и 2 много темных ячеек, что соответствует выводу о том, что данная группа более заинтересована в участии на научной конференции.

Вывод

В данной статье использован метод нечетной кластеризации fuzzy c-means для анализа вовлеченности студентов в участии научные конференции. Сначала проведен опрос среди студентов, для сбора данных для последующего анализа.

На основе ответов определены веса, отражающие важность конкретных ответов. Затем применен метод нечеткой кластеризации fuzzy c-means, который сгруппировал ответы в кластеры в зависимости от их ценности. После чего полученные результаты были проанализированы путем подсчета точек в каждом кластере, а также для проверки правильности анализа, была построена наглядная тепловая карта. Результаты позволяют понять, есть ли у группы заинтересованность в участии на научных конференциях.

Литература

1. *Догадина Е.П., Смирнов М.В., Осипов А.В., Суворов С.В.* Оценка форм обучения старшеклассников с использованием гибридной модели на основе различных методов оптимизации и нейронной сети // Информатика. 2021, №8, 46. https://www.mdpi.com/2227-9709/8/3/46

2. *Догадина Е.П., Смирнов М.В., Осипов А.В., Суворов С.В.* Оценка форм обучения старшеклассников с использованием гибридной модели на основе различных методов оптимизации и нейронной сети // Информатика. 2021, № 8, 46. https://www.mdpi.com/2227-9709/8/3/46

3. *Сейед Эмадедин Хашеми, Фатиме Голиан-Джойбари, Мостафа Гаджиагаи-Кештели*. Алгоритм нечетких С-средних для оптимизации кластеризации данных // Expert Systems with Applications. Том 227, 2023, 120377 0957-4174. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417423008795?via%3Dihub

4. *Лин Чжан*. Исследование алгоритма кластеризации K-средних на основе фреймворка распределенного программирования MapReduce // Procedia Computer Science. Том 228, 2023, 262-270, 1877-0509. https://www.sciencedirect.com/science/ article/pii/S1877050923018549.

5. *Любен М.К. Кабесас, Рафаэль Избицки, Рафаэль Б. Стерн.* Иерархическая кластеризация: визуализация, важность признаков и выбор модели // Applied Soft Computing. Том 141, 2023, 110303, 1568-4946.https://www.sciencedirect.com/ science/article/abs/pii/S1568494623003216

6. *Тингуэй Оуян, Сюнь Шэнь*. Онлайн-структурная кластеризация на основе расширения DBSCAN с детализированными дескрипторами // Information Sciences. Том 607, 2022. С. 688-704, 0020-0255.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025522006090

7. *Куо-Лунг Ву, Миин-Шэнь Ян*. Кластеризация на основе среднего сдвига // Pattern Recognition. Том 40, выпуск 11, 2007, 3035-3052, 0031-3203. https://www.sciencedirect.com/science/ article/abs/pii/S0031320307000921

8. *Миин-Шэнь Ян, Чиен-Йо Лай, Чи-Ин Лин*. Надежный алгоритм кластеризации EM для моделей гауссовой смеси // Pattern Recognition. Том 45, выпуск 11, 2012, 3950-3961, 0031-3203.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031320312002117

9. *Юхан Чжао, Хонгру Ли, Ся Юй, Нин Ма, Тао Ян, Цзянь Чжоу.* Независимый алгоритм кластеризации OPTICS центральной точки для полуконтролируемого обнаружения выбросов при непрерывных измерениях уровня глюкозы // Biomedical Signal Processing and Control. Том 71, часть B, 2022, 103196,1746-8094. https://www.sciencedirect.com/science/ article/abs/pii/S174680942100793X

10. *Ченчен Ван, Чжичен Гу, Цзинь-Мао Вэй*. Спектральная кластеризация и встраивание с сохранением межклассовой топологии // Knowledge-Based Systems. Том 284, 2024, 111278, 0950-7051. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705123010262

11. *Салех Абдулла, Валид Атва, Ахмед М. Абдельмонием*. Активная кластеризация потоков данных с распространением сходства // ICT Express, Том 8, выпуск 2, 2022, 276-282, 2405-9595 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959521001077

12. *Борис Лорбир, Анна Косарева, Берсант Дэва, Дженан Софтич, Питер Руппель, Аксель Кюппер*. Вариации алгоритма кластеризации BIRCH // Big Data Research. Том 11, 2018, 44-53,2214-5796. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214579617300151

13. *Эрих Шуберт, Питер Дж. Руссеу*. Быстрая и энергичная кластеризация k-medoids: O(k) улучшение времени выполнения алгоритмов PAM, CLARA и CLARANS // Information Systems. Том 101, 2021,101804,0306-4379.https://www.sciencedirect.com /science/article/pii/S0306437921000557

14. *Хаовен Чжан, Цзин Ли, Джунру Чжан, Ябо Донг*. Ускорение кластеризации k-means в больших размерностях за счет сокращения ненужных вычислений расстояний // Knowledge-Based Systems, Том 284, 2024, 111262, 0950-0705. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950705123010110

15. *Дэвид Реболло-Монедеро, Джорди Форн, Эстеве Палларес, Хавьер Парра-Арнау*. Модификация алгоритма Ллойда для k-анонимного квантования // Information Sciences. Том 222, 2013,185-202,0020-0255.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025512005750

16. *Чжу Т., Ванг С., Чжан Ц., Юу С., Молотов И.* Подход кластеризации по среднему сдвигу для сопоставления треклетов с угловыми измерениями постоянных космических объектов // Astronomy and Computing. Том 40, 2022, 100588, 2213-3133.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213133722000269

17. *Хосе Кастро, Антонио Пунсон, Грэм Дж. Пирс, Мануэль Марин, Эстер Аббат.* Идентификация объектов прибрежного флота донных парных тралов Северной Испании с использованием метода секционирования CLARA // Fisheries Research. Том 102, выпуски 1-2, 2010. С. 184-190, 0165-7836. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165783609003130

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИК ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Егоров Вячеслав Игоревич
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
692677@mail.ru

Ванина Маргарита Федоровна
Московский технический университет связи и информатики, доцент, кандидат технических наук, Москва, Россия
margo.vanina2012@yandex.ru

Аннотация

В работе рассматриваются различные подходы к мониторингу и поддержанию работоспособности информационных систем, а также предлагаем пути перехода от логирования к метрикам с минимальными требованиями к разработке. Переход к метрикам значительно повышает эффективность мониторинга, давая возможность существенно ускорить время на сбор данных и реакцию на проблемы в работе информационных систем. Использование метрик позволяет не только оценить показатели и производительность, но и быстро контролировать их изменения, сравнивая версии при обновлении программного кода. В рамках статьи рассматривается создание разработчиком метрик, а также способ их сбора на примере Kubernetes, способы хранения. Также затронуты способы уведомления дежурных для реакции на возникающие сбои в работе информационных систем.

Ключевые слова

Информационная система, мониторинг, SRE, логи, метрики, Kubernetes.

Введение

Исследуемая информационная система изначально имела мониторинг с помощью логов. Генерируемый объем логов ранее составлял 200 Гб логов в сутки, а спустя два года он уже превысил 1,5 ТБ данных.

Этот способ мониторинга работал нестабильно и был в прямом смысле дорогих с точки зрения использования вычислительных ресурсов: запрос на поиск по логам может отрабатывать десятки секунд, в зависимости от его сложности, значительно нагружая лог-систему.

Таким образом, стало очевидным, что используемые походы слабо масштабируемы, не имеют версионирования алертов. Для каждого из множества сервисов стало необходимым создать метрики, которые работают быстро, позволяют создавать алерты в виде кода, строить визуализациюю из коробки, удобный алертинг.

Изначально работа мониторинга с помощью логов осуществлялась следующим образом:

- логи доставляются через log4j gelf appender в Graylog;
- логи индексируются на серверах Graylog;
- на сервере Zabbixзапущен zabbix-агент, в настройках которого прописан UserParameter для запуска скриптов [1], которые вызывают через API Graylog с заданными запросами;
- сервер Zabbix запускает скрипты, которые возвращают цифру с количество ошибок.

Для поиска ошибок выполнялись два отдельных запроса:

- подсчет количество ошибок;
- подсчет общего количества запросов для операции за период времени (1 минута).

Полученный процент ошибок требовалось сравнивать с неким допустимым порогом и выполнять алертинг в случае превышения этого порога.

Также мы имели сервер с Grafana [2], который позволял строить графики из Graylog, что значительно нагружало работу серверов Graylog. Индексирование имеющихся объемов занимало значительное время, и дежурные узнавали о проблемах с задержками. Генерируемый объем логов ранее составлял 200 Гб логов в сутки, а спустя два года он уже превысил 1,5 ТБ данных (и это без учета реплик).

Таким образом, стало очевидным, что используемые походы слабо масштабируемы, не имеют версионирования алертов, отсутствует процесс Code Review.

Google в своей книге об SRE [3] рассказывает о «Четырех золотых сигналах» (The Four Golden Signals), рекомендуя производить мониторинг на основе следующих четырех параметров:

1) задержки (latency);
2) трафик (traffic);
3) ошибки (errors);
4) насыщенность (saturation).

Проектируя метрики для исследуемой информационной системы, мы следовали данным рекомендациям [4]:

- задержки – время ответа наших, либо внешних сервисов;
- трафик – количество запросов по какому-либо методу в приложении;
- ошибки – количество запросов из числа поступивших, завершившихся ошибкой;
- насыщенность – наличие троттлинга по запущенному микросервису (в нашем случае, поду).

Изначально работа шла над созданием метрик, которые: работают быстро, позволяют создавать алерты в виде кода, строить визуализацию из коробки и имеют удобный алертинг. Речь идет о реализации метрик для каждого из 250 сервисов.

Как было сказано выше, в своей практике мы обычно используем процент ошибок по какому-либо методу:

$$\text{Процент ошибок} = \frac{\text{количество ошибок по методу}}{\text{всего запросов по методу}} 100\%$$

Существующие логи рассматриваемой информационной стандартизированы, текст представлен на рисунке 1.

Рис.1. Пример существующих логов
(с которым предстояло работать)

Как видно из рисунка 1, у нас есть название сервиса (component name), метод (operation name), описание (description), статус запроса (status), время обработки запроса (time_diff) с момента получения нами запроса.

Было принято рабочее решение, что в качестве метрики использовать имя сервиса с постфиксами:

- _counter_total - counter, для общего количества запросов по методу;
- _time_total - counter, времени обработки операции.

В качестве обязательных лэйблов мы использовали operataionName, description, status.

Таким образом, лог из скриншота мы должны превратить в метрику. На рисунке 2 раскрыта метрика, созданная из лога, представленного на рисунке 1 (рис. 2).

Рис. 2. Метрика, созданная из лога

Для фиксации ошибок представилось эффективным использовать лейбл headerStatus, как показано на рисунке выше.

Большая часть приложений была написана на языке Java. В разработке используется язык программирования Kotlin в связке со Spring Boot [5].

Первый инструмент для мониторинга приложения – Spring boot actuator, предоставляющий готовые для работы на production среде «ручки» (production-ready endpoints). Добавление зависимости на actuator в проект позволяет мониторить живость приложения с помощью проб. Actuator имеет большой набор готовых методов, подробнее о которых можно узнать из его документации (рис. 3).

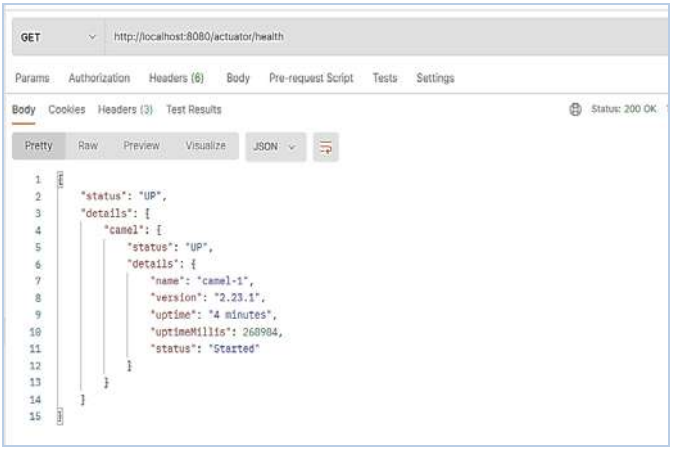


Рис. 3. Пример проверки «живости» приложения

Это решение не дает возможности настройки гибкого мониторинга приложения, у него также отсутствует графический интерфейс, поэтому будем использовать и другие технологии.

Micrometer – это Java-библиотека с API для создания метрик. Micrometer предоставляет фасад, за которым можно сконфигурировать сбор метрик в Prometheus.

Micrometer выставляет наружу bean MeterRegestry, с помощью которого можно настраивать мониторинг приложения – обращаться к имеющимся метрикам, проводить с ними манипуляции, регистрировать новые.

Для данной операции нами были написаны два класса:

1. MetricsPusher (листинг 1).
2. MetricsAppender (листинг 2).

Листинг 1. Интерфейс MetricsPusher

```
import
org.apache.logging.log4j.core.LogEvent;
public interface MetricsPusher {
    void pushMetrics(LogEvent logEvent);
    void start();
    void stop();
}
```

MetricsAppender реализует базовый абстрактный класс AbstractAppender, использующийся для всех аппендеров log4j из библиотеки log4j-core.

Листинг 2 – Добавление MetricsAppender в лог-конфигурацию

```
private void initLog4j2Appender() {
    LoggerContext context = (LoggerContext)
LogManager.getContext(false);
    metricsAppender.start();
    con-
text.getConfiguration().addAppender(metricsA
ppender);
    con-
text.getLogger(loggerName).addAppender(metri
csAppender);
}
```

MetricsAppender добавляется в лог конфигурацию и будет использоваться для добавления метрик при логировании.

В MetricsAppender проверяется, что текущий LogEvent относится к «нашим» логам, т.е. в header-е лога имеются заголовки с определенным префиксом (листинг 3).

Листинг 3. Проверка, что лог относится к «нашим» логам

```
   private boolean isOurEvent(LogEvent
logEvent) {
      Map<String, String> stringMap =
logEvent.getContextData().toMap();
      for (String value : stringMap.keySet())
{
          if (value != null && val-
ue.startsWith("ourValue")) {
              return true;
          }
      }
      return false;
   }
```

В методе pushMetrics проверяется метрики какого типа содержатся в логе, далее проверяется наличие метрики в списке метрик такого типа, если метрики нет, то регистрируется новая метрика с помощью MeterRegistry из библиотеки Micrometer.

Нами использовались определенные заголовки из контекста лога. Здесь нужно быть внимательным при логировании, так как если в каком-то из этих заголовков будет присутствовать постоянно изменяющееся уникальное значение, то это может привести к увеличению количества метрик, вследствие чего объем собираемых метрик увеличится, а в некоторых случаях метрики перестанут быть доступными для использования, так как некоторые платформы могут иметь ограничения на количество метрик от одного микросервиса (пода).

Описанный код не позволяет дать представление о том, насколько нагружен микросервис. Для вычисления «насыщенности» (saturation) мы используем величину троттлинга, предоставляемую платформой Kubernetes (рис. 4).

Опыт эксплуатации показал, что комфортное значение троттлинга для микросервисов ИС составляет 10%, но бывают и исключения. Например, сервисы с фоновыми задачами могут показывать и бóльшие значения троттлинга. Для фронтовых приложений и backend-приложений, которые обрабатывают запросы с фронта, необходимо поддерживать троттлинг на минимальном уровне.

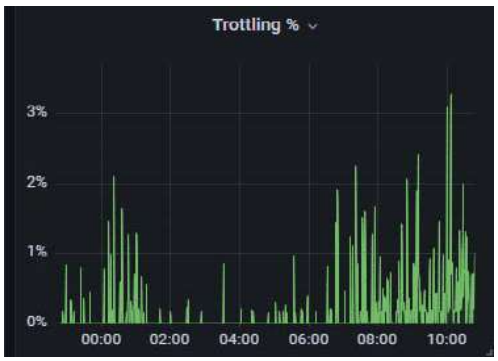


Рис. 4. Троттлинг приложения

Заключение

Использование Prometheus для сбора метрик позволило использовать такие практики, как «алерты как кода», используя git. Стандартизованный формат формат метрик дал возможность создавать алерты не только SRE-инженеры, но и более широкому кругу лиц – аналитикам и разработчикам. Причем, создание алерта возможно еще до начала есть эксплуатации на Production среде. Данный подход гораздо удобнее ситуативного мониторинга.

Литература

1. *Andrea V.D.* Mastering Zabbix. Packt Publishing, 2015. 414 с.
2. *Ajay Y.R.* End-to-End Observability with Grafana: A comprehensive guide to observability and performance visualization with Grafana. BPB Publications, 2023. 332 с.
3. *Jennifer P.* Site Reliability Engineering: How Google Runs Production Systems. O'Reilly Media, 2016. 550 с.
4. *David B.E.* Seeking SRE: Conversations About Running Production Systems at Scale. O'Reilly Media, 2018. 587 с.
5. *Devlin D.B.* Spring Boot and Angular: Hands-on full stack web development with Java, Spring, and Angular. Packt Publishing, 2022. 438 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В УЧАСТИЕ В НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

Осипов Алексей Викторович
МТУСИ, доцент, Москва, Россия
a.v.osipov@mtuci.ru

Дубинская Маргарита Андреевна
МТУСИ, Москва, Россия
dubinskaya.rita@bk.ru

Емельянов А.И.
МТУСИ, Москва, Россия
alexndr.emelyanov@gmail.com

Аннотация

Участие в научных конференциях является важной частью жизни студентов, которые собираются или не собираются связать свою жизнь с научной деятельностью. Для преподавателей важно понимать какие из его студентов готовы к подобной деятельности и вовлечены в нее. Чтобы исследовать данный вопрос можно обратиться к методу анализа данных под названием логистическая регрессия. Логистическая регрессия используется во многих областях для анализа неупорядоченных или упорядоченных наборов данных. Однако предсказание поведения студентов первого курса, которое показывало бы их заинтересованность в научных конференциях изучено в недостаточной степени. На основе этого в данной статье была предпринята попытка провести сравнение эффективности и надежности модели логистической регрессии для прогнозирования и объяснения заинтересованности студентов первого курса МТУСИ в научной деятельности. Для изучения этого вопроса был проведен опрос среди студентов разных курсов для выявления факторов влияющих на дальнейшую научную деятельность студентов. Он включал в себя вопросы, связанные с мотивациями студентов, их предыдущим опытом, отношениям к публичным выступлениям и многое другое. Это привело к размышлению о влиянии этих составляющих на дальнейшую судьбу студентов первого курса.

Ключевые слова

Логистическая регрессия, машинное обучение, прогнозирование, построение моделей, мотивация студентов

Введение

На данный момент научные конференции являются важной частью обучения студентов высших учебных заведений. Подобные мероприятия помогают им в ознакомлении с исследовательской работой в стенах учебного заведения. Однако не каждый из студентов готов к работе в научной стезе по различным причинам. Преподавателям важно понимать какие из их учеников могут иметь успех в данной деятельности, и на ком стоит сосредоточить внимание в этом вопросе. Для этого необходимо определить потенциальных участников конференций в самом начале их обучения в вузе.

Классификация студентов по степени их заинтересованности является важной проблемой, которая может потребовать использования современных алгоритмов машинного обучения. Выбор того или иного алгоритма обусловливается задачей, которую предстоит решить, и имеющимися данными, их природой, полнотой и качеством описания.

При разделении студентов первого курса на группы может быть использован метод логистической регрессии [1]. Несмотря на свое название, логистическая регрессия является алгоритмом классификации, а не алгоритмом регрессии, и его не следует путать с линейной регрессией [2]. С помощью нее можно разделить набор данных на студентов, заинтересованных в научных конференциях и на студентов, которые в этом не заинтересованы.

Актуальность исследования в современном образовательном контексте несомненна, поскольку вовлечение первокурсников в научную деятельность представляет собой ключевой момент в формировании будущих исследователей. Цель настоящей работы заключается в исследовании и прогнозировании вовлеченности первокурсников в участие в научных конференциях с использованием логистической регрессии.

Для достижения данной цели ставятся следующие задачи:

1) Проведение опроса среди студентов первого и четвертого курса МТУСИ
2) Анализ и преобразование полученных данных
3) Построение модели логистической регрессии
4) Оценка работы модели

Обзор предыдущих исследований выявляет отсутствие комплексного подхода к прогнозированию участия студентов в научных мероприятиях, что делает предложенную модель уникальной в своем роде. Объектом исследования выступают первокурсники, а предметом – их участие в научных конференциях.

Сбор данных и построение модели

Исследование и сбор обрабатываемых данных является важной частью построения модели. Выбор типа исследования в каждом конкретном случае определяется спецификой изучаемой проблемы, целью, имеющимися ресурсами и пр. [3].

Для определения заинтересованных в конференциях студентов было проведено анкетирование среди студентов первого и четвертого курса МТУСИ.

Опрос состоит из 15 основных вопросов и одном дополнительном для обучающихся на четвертом курсе. Пятнадцать вопросов были составлены так, чтобы определить уровень интереса студентов на основе нескольких критериев. Этими критериями являются: опыт участия в школьных конференциях, возможная мотивация, интересуемая тематика, сдерживающие факторы, отношение к публичным выступлениям и др.

Дополнительный вопрос для четвертого курса составлен для определения студентов, которые по итогу в течении времени обучения принимали участие в конференциях. Опрос проводился с использованием разнообразных методов, обеспечивающих анонимность и откровенные ответы.

Результаты опроса приведены на рисунке 1.

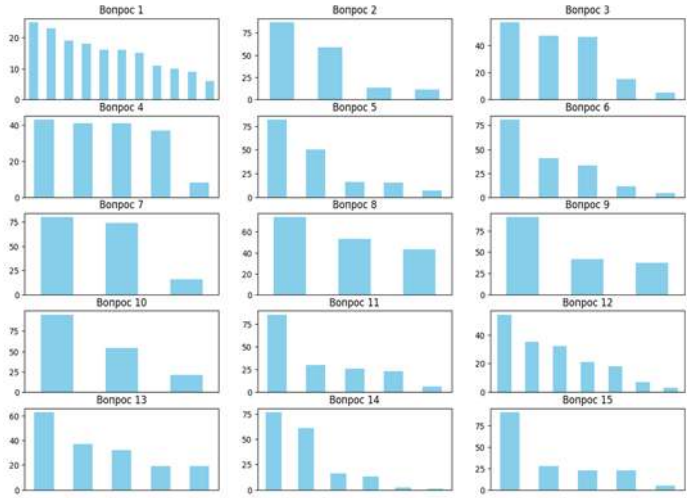


Рис. 1. Диаграмма результата опроса среди студентов

Полученные данные будут систематизированы и проанализированы с целью выделения основных тенденций и ключевых факторов, формирующих мотивацию студентов принимать активное участие в научных событиях. Этот этап исследования предоставит основу для построения эффективной модели логистической регрессии.

Подготовка данных

В начале исходные данные необходимо разделить на атрибуты и таргет. В качестве атрибутов будут выступать ответы на 15 вопросов анкеты, а таргет это значение показывающее участие студентов в конференции, или же 16 вопрос анкеты. Это обеспечивает основу для построения модели логистической регрессии, позволяя анализировать влияние каждого атрибута на вероятность участия студентов в научных конференциях.

Однако все результаты опроса представлены в виде категориальных признаков, которые необходимо привести к числовым. Под категориальными данными мы понимаем данные, которые не имеют численного представления, они могут иметь два уникальных значения (бинарные признаки) и более [4]. Приведя все к численному представлению появится возможность составить модель для предсказания участия студентов в конференциях.

Для данных преобразований был использован Target Encoder.Target Encoder для задачи регрессии использует среднее значение целевой метки по данному значению категориального признака [4]. Это важно, поскольку такие числовые представления категорий обеспечивают модели информацию о связи между признаками и целевой переменной, улучшая ее способность делать прогнозы. Следующим шагом будет разделение информации на две части. В задачах обучения с учителем данные должны быть разделены на тренировочную (train), тестовую (test) и для некоторых задач проверочную (validation) части [5]. В данной работе в качестве тренировочных данных будут выступать результаты опроса, проведенные среди студентов четвертого курса, а в качестве тестовых данных среди студентов первого курса. Таким образом можно будет по ответам обучающихся четвертого курса предсказать поведение студентов первого курса.

Далее необходимо произвести стандартизацию данных. Это позволит преобразовать распределение, сделав его близким к гауссовскому с нулевым средним и дисперсией равной единице. Нормализация делает процесс обучения менее чувствительным к масштабу функций. Это приводит к улучшению коэффициентов после тренировки [6]. Это особенно важно, когда признаки входных данных имеют разные диапазоны значений. В случае логистической регрессии, стандартизированные данные облегчают интерпретацию весовых коэффициентов и улучшают сходимость модели.

Применение стандартизации также может уменьшить влияние выбросов и сделать модель менее чувствительной к артефактам в данных, что способствует более стабильным и эффективным прогнозам.

Для работы с данными опроса среди студентов был выбран MinMaxScaler. При этом все функции будут преобразованы в диапазон [0,1], что означает, что минимум и максимум значение функции / переменной будет равно 0 и 1 соответственно [7]. Процесс масштабирования с использованием MinMaxScaler осуществляется следующим образом: каждое значение признака вычитается из минимального значения признака, а затем делится на разницу между максимальным и минимальным значениями признака.

Реализация логистической регрессии

После подготовки данных необходимо перейти к основной части работы. Для данного исследования был выбран метод логистической регрессии. Логистическая регрессия является оптимальным методом для представленного исследования по предсказанию участия первокурсников в научных конференциях по следующим причинам

1) Бинарная природа зависимой переменной

Участие студента в конференции – бинарное событие (участвует или нет). Результатом работы логистического регрессора является 0 или 1, то есть это бинарный классификатор.

2) Интерпретируемость коэффициентов:

Модели логистической регрессии предоставляют интерпретируемые коэффициенты, связанные с каждой функцией [8, 9]. Это позволяет оценить влияние каждого фактора на вероятность участия студентов в конференциях. Это важно для понимания ключевых факторов, влияющих на принятие таких решений.

3) Устойчивость к мультиколлинеарности:

Логистическая регрессия обладает хорошей устойчивостью к проблеме мультиколлинеарности, что является значимым преимуществом при анализе множественных факторов. Мультиколлинеарность возникает, когда две или

более независимых переменных сильно коррелируют друг с другом, так что они не предоставляют уникальную или независимую информацию в регрессионной модели [10].

4) Хорошая обобщающая способность:

В силу своей простоты и эффективности, логистическая регрессия обычно обеспечивает хорошую обобщающую способность на новых данных. Важно понимать, что мы не хотим, чтобы наша модель запоминала обучающий набор данных, нам нужна модель, которая запоминает шаблоны и хорошо обобщает новый и невидимый набор данных [11]. Для решения задачи предсказания вовлеченности студентов в участие в научных конференциях была выбрана модель логистической регрессии из библиотеки scikit-learn. Этот выбор обоснован широким функционалом библиотеки, предоставляющей эффективные средства для построения и оценки моделей машинного обучения. Библиотека Scikit-Learn очень проста в использовании, при этом она эффективно реализует многие алгоритмы машинного обучения [12].

Логистическая регрессия, используемая в данном контексте, основывается на принципах линейной классификации. Она представляет собой метод, при котором проводится взвешенная комбинация входных признаков, с последующим применением логистической функции к этой комбинации. Этот подход позволяет получить вероятность принадлежности объекта к одному из двух классов.

В рамках данного исследования была выбрана L2-регуляризация, представленную параметром "penalty='l2'", для контроля переобучения модели и повышения ее обобщающей способности. Чтобы создать регуляризованную модель, нужно модифицировать целевую функцию, добавив штрафной член, значение которого увеличивается с ростом сложности модели [13]. Солвер 'liblinear' использован в качестве оптимального метода оптимизации для задач бинарной классификации.

Таким образом, использование логистической регрессии из библиотеки scikit-learn предоставляет надежный инструмент для решения задачи предсказания вовлеченности студентов в участие в научных

Результаты

В результате обработки данных, модель отобрала 10 студентов из 155, как потенциальных участников будущих научных конференций.

Результаты предсказания показаны на рисунке 2.

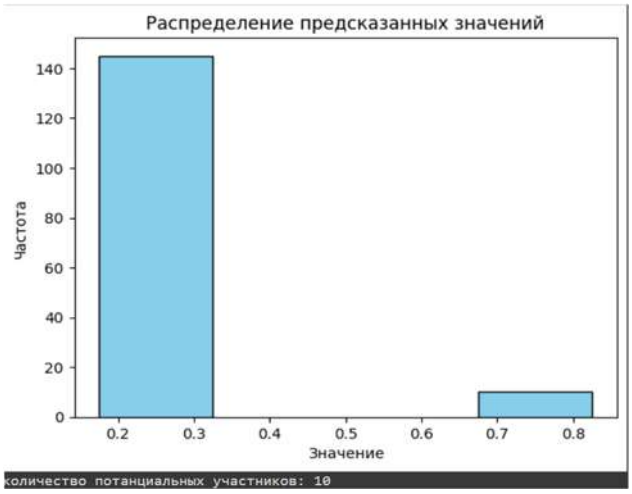


Рис 2. Диаграмма предсказания участников конференций

Для определения качества модели была выбрана метрика Accuracy. Точность – это сумма правильно определенных классов, поделенная на общее число экземпляров контрольных данных [14]. Значение Accuracy для данной модели составляет 0.93.

Вывод

В настоящем исследовании были успешно достигнуты поставленные цели и выполнены поставленные задачи. Был проведен обширный опрос среди студентов первого и четвертого курса МТУСИ, а также проведен анализ и трансформация полученных данных. На основе этих данных была построена модель логистической регрессии, которая с высокой точностью прогнозирует вовлеченность студентов в участие в научных конференциях.

Демонстрируется, что использование логистической регрессии в данном контексте обеспечивает эффективное разделение студентов на группы заинтересованных и незаинтересованных в научных мероприятиях. Это имеет важное значение для преподавателей, которые могут более целенаправленно подходить к обучению и мотивации студентов.

Для улучшения качества модели рекомендуется расширить выборку данных, включив больше студентов в опрос. Это позволит более точно адаптировать модель к различным контекстам и особенностям студенческой аудитории. Дополнительные данные также могут способствовать более глубокому анализу факторов, влияющих на участие студентов в научных конференциях, что даст дополнительные исследовательские и образовательные перспективы.

Литература

1. *Кугаевских А.В., Муромцев Д.И., Кирсанова О.В.* Классические методы машинного обучения. СПб: Университет ИТМО, 2022. 53 с.

2. *Мюллер А., Гвидо С.* Введение в машинное обучение с помощью Python. М.: Исследовательский центр «Гевисста», 2017. 393 с.

3. *Яковлева Н.Ф.* Социологическое исследование. 2-е изд. М.: Издательство «ФЛИНТА», 2014. 250 с.

4. *Дзись А.* Категориальные признаки. URL: https://habr.com/ru/articles/666234/ (дата обращения: 29.11.2023).

5. *Мухамедиев Р.И., Амиргалиев Е.Н.* Введение в машинное обучение. 1-е изд. Алматы: Учебник, 2022. 252 с.

6. *Васильев А.Н.* Как нормализовать данные в Python // Программирование на Python : [сайт]. URL: https://pythonim.ru/osnovy/kak-normalizovat-dannye-v-python (дата обращения: 29.11.2023).

7. *Лукас С.* Все, что вам нужно знать о нормализации Min-Max в Python // Design-Hero : [сайт]. URL: https://design-hero.ru/articles/236180/ (дата обращения: 29.11.2023).

8. *Лимановская О.В., Алферьева Т.И.* Основы машинного обучения. 1-е изд. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. 92 с.

9. Логистическая регрессия в машинном обучении: прогнозирование типов тыкв с использованием набора данных US-Pumpkins // Skine : [сайт]. URL: https://skine.ru/articles/732625/ (дата обращения: 30.11.2023).

10. Редакция Кодкампа 6 допущений логистической регрессии (с примерами) / Редакция Кодкампа // КодКамп : [сайт]. URL: https://www.codecamp.ru/blog/assumptions-of-logistic-regression/ (дата обращения: 30.11.2023).

11. Кази Д. А31: Логистическая регрессия >> Живой или мертвый >> Полный пошаговый проект по машинному обучению! // Design-Hero : [сайт]. URL: https://design-hero.ru/articles/551002/ (дата обращения: 30.11.2023).

12. *Орельен Ж*. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. 1-е изд. СпБ: "Диалектика", 2018. 688 с.

13. *Орельен Ж*. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. 1-е изд. СпБ: "Диалектика", 2018. 688 с.

14. *Бенгфорт Б., Билбро Р., Охеда Т*. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка. 1-е изд. СпБ: «Питер», 2019. 368 с.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МЕНЕДЖМЕНТА

Иванова Ольга Валентиновна,
Московский технический университет связи и информатики, главный специалист, Москва, Россия,
o.v.ivanova@mtuci.ru

Терехов Антон Игоревич,
Московский технический университет связи и информатики, факультет «Информационные технологии», Москва, Россия,
terekh@antony-bv.ru

Ядринцев Сергей Мамудович,
Московский технический университет связи и информатики, факультет «Сети и системы связи», Москва, Россия,
yadrintsev.serg@yandex.ru

Бирюкова Ольга Дмитриевна,
Московский технический университет связи и информатики, заместитель начальника отдела ЭЗСС МТУСИ, Москва, Россия,
o.d.biryukova@mtuci.ru

Аннотация

Эффект от цифровизации зачастую отождествляется с повышением качества и снижением затратности, поэтому следует больше внимания уделять сегменту цифровизации: минимизации издержек и затратности. Формат и горизонты обслуживания различных интересов коммерческой структуры по обработке информации на различных организационных уровнях информационного поля, которое создается с целью получения конкурентных преимуществ, обеспечения устойчивого и динамического развития деловой активности организации.

Ключевые слова

Информационная среда, программно-аппаратные средства, вычислительные технологии, виртуальная инфраструктура, сервис в цифровом формате, искусственный интеллект, кибер-безопасность, цифровые системы, надёжность, обработка данных, оптимизация трансакций.

Введение

Уровень проникновения ИКТ не только в государственном управлении общественной жизнью, но и в финансово-экономической сфере зависит от программного и аппаратного комплекса, как уже имеющегося, так и от перспективного, при достаточной подготовленности к нему человеческого потенциала, экономической среды, уровня развития инфраструктуры ИКТ, управления информатизацией и ряда системообразующих и специфических факторов.

Иными словами, со временем происходит эволюция показателей развития ИКТ, его уровень переходит из количественного показателя (расширения сети инфраструктуры во всех регионах страны) в качественный (к внедрению самих предоставляемых услуг в электронной форме).

Для получения выводов от роли ИКТ в социально-экономической составляющей системы государственного и финансового управления необходима глубокая научная проработка методических вопросов измерения конечного эффекта от сервиса, которые реализуются на базе цифровых технологий в оказании услуг населению.

Эффект от цифровизации зачастую отождествляется с повышением качества и снижением затратности. При проведении исследований следует больше внимания уделять менее изученному сегменту цифровизации: минимизации издержек и затратности.

Инвестиции в ИКТ правительством Российской Федерации, распределяются следующим образом: на развитие информационной среды (53%), далее – на внедрение инфраструктуры ИКТ в систему государственного управления (информационное государство –18%), а затем – на реализацию сервиса в электронной форме государственных услуг населению (16%) и безопасность в информационном обществе (13%). Можно предположить, что и коммерческие предприятия поступают таким же образом, когда планируют свои бюджеты на закупки программно-аппаратных средств.

Анализ вектора развития технологических факторов обработки информации на различных организационных уровнях информационного поля

Дальнейшее технологическое совершенствование материальной базы на основе ИКТ и финансовые услуги в электронной форме, которые будут предоставляться при более высоком качестве сервиса, могут обеспечивать длительный положительный социально-экономический эффект, показателями которого будут: экономия человеческого времени и уменьшение стоимости оказания услуг, увеличение объема обработанных данных и их безопасность, повышение эффективности операционной составляющей, а также расширение функциональной составляющей трудовых ресурсов финансовой организации [1].

Формат и горизонты обслуживания различных интересов коммерческой структуры по обработке стратегической и эксплуатационной информации на различных организационных уровнях информационного поля, которое создается с целью получения конкурентных преимуществ в области бухгалтерской прибыли предприятия, обеспечения устойчивого и динамического развития деловой активности организации.

В условиях роста современных производств, который обусловлен внедрением новых программно-аппаратных комплексов в крупные бизнес-структуры компаний, так и в сегмент среднего предпринимательства, отчетливо прослеживается необходимость в выстраивании уровней защиты информационных систем и данных при передаче коммерческой информации в цифровом формате [2].

В цифровом мире, где действия социума, компаний и органов власти тесно взаимосвязаны и существуют обширные зоны риска для создаваемых и обрабатываемых данных, субъекты взаимодействия должны быть уверены, что эти данные будут не доступны злоумышленникам для осуществления преступной деятельности. На этом этапе требуется не только переосмысление формальных методов защиты личных данных, но и очевидно необходимо разработать программный документ и предпринять юридические шаги на внесение изменений в общественные нормы и в законодательство.

Координация взаимодействия структурных подразделений при начальном планировании автоматизации при слабоструктурированной и, в ряде случаев, уникальной информации отличается от последующих этапов, которые возникают в процессе модернизации технологических процедур в рамках их цифровизации, так как данный процесс предполагает введение максимально точной информации из уже сформированной нормативной базы внутреннего документооборота с целью оптимизации трансакций для достижения целей деятельности.

При построении вектора развития нового поколения ИКТ необходимо провести анализ конкурентных составляющих технологических факторов с общими и обособленными характеристиками, которые будут учитываться для учета трансакционных издержек при взаимодействии организаций на региональном уровне с внешней средой [3].

Реальная проблемная среда стоит в зависимости от формата разноуровневой и отраслевой обработки данных с учетом хранения и анализа, кибербезопасности персональных данных субъектов рынка при B2B взаимодействии, платформ и сервисов, которые можно сгруппировать по выполняемому функционалу и представить в виде нескольких типов: вычислительные технологии, технологии искусственного интеллекта и робототехники, или взаимодействующие с устройствами вычисления. Становление этих технологий особенно сильно скажется на развитии иных информационно-логических системах и формах использования их при взаимодействии между коммуникантами [4].

Совершенствование программно-аппаратных комплексов для взаимодействия с виртуальными ресурсами

В связи с совершенствованием сервисов, которыми располагают системы искусственного интеллекта, увеличивается и число связанных с ним технологий – уже сегодня такие технологии имеют большое воздействие и на технологический ландшафт, и на ландшафт киберугроз. При доступности к алгоритмам человеко-машинного взаимодействия и увеличение масштаба применения в разных сферах коммерческих отношений это воздействие лишь обострится.

Важно учитывать затраты на изменение технологических процессов и вырабатывать новые подходы к обеспечению эффективного функционирования систем безопасности при защите от угроз в информационном пространстве [5].

Аутсорсинг. Предоставление программно-аппаратных комплексов для коммерческой деятельности – в большом понимании это облачные технологии, представляющие собой систему, которая состоит из определённого количества мощных серверов. Такая система позволяет пользователям иметь доступ к их ресурсам через мировую сеть интернет, включая полную работу над файлами: обработка, хранение, выполнение вычислений и работа с онлайн-приложениями. Простыми словами это инструменты в онлайн формате, содействующие в организации дистанционной работы и решении бизнес-задач.

Существует три модели программно-аппаратных комплексов для коммерческой деятельности:

– публичные облачные сервисы;

– частные облачные сервисы;

– гибридные облака;

Публичные облачные сервисы предоставляют компании услуги по возможности аренды виртуальной среды и инфраструктуры у провайдера. В сфере экономики, это сервисы, которые предоставляют виртуальную инфраструктуру для работы с приложениями. Провайдером выделяется некоторый объём ресурсов, благодаря которым клиент сможет запускать приложения. Частные облачные сервисы являются облачной инфраструктурой, которая принадлежит одной компании или конкретному владельцу. Данная инфраструктура создана на собственной базе или на арендованном оборудовании. Такие ресурсы используются только компанией и не представляются другим лицам. Гибридное облако совмещает сразу два типа ресурсов: облачные ресурсы сторонних поставщиков и внутренние ресурсы самой компании. А так же обеспечивается возможность управления ресурсами из одной точки.

Рассматривается три основных слоя: IaaS (инфраструктура как сервис), PaaS (платформа как сервис) и SaaS (программное обеспечение как сервис).

– Infrastructure-as-a-Service (IaaS) – данная модель работает в клауд-сервисе и предоставляет базовые информационно-технологические ресурсы по арендному договору для потребителей. Предоставленные ресурсы предоставляют виртуальные серверы с ограниченными вычислительными возможностями, установленной операционной системой и доступом к сети. Одним из популярных решений для создания IaaS служит предоставление вычислительных мощностей, старт собственных разработок и настройки сетевой инфраструктуры предприятия.

– PaaS (PlatformasaService) – метод, обеспечивающий электронно-вычислительными ресурсами в виртуальной инфраструктуре, при котором предоставляется уже готовый сервис или платформа для запуска собственного программного кода и хранения данных. Облачный провайдер предоставляет постоянную работу данной системы и управление ее инфраструктурой в автоматическом режиме. PaaS – предоставляет возможность использовать уже заранее разработанные и настроенные платформы для выполнения конкретных задач, что даёт более лёгкий старт процессу разработки и внедрения IT-решений.

– SaaS (SoftwareasaService) – это часть системы аутсорсинга так же, как PaaS и IaaS. При использовании модели SaaS данные и приложения находятся на удаленных серверах, а пользователи имеют доступ к ним с помощью

устройств с выходом в интернет. Например, мессенджеры работают по этому принципу. Данные сервисы могут включают в себя отправку электронной почты, управление и распределение клиентских баз данных, управление сайтом и другие функции. Предоставляются все эти услуги в виде облачных сервисов [6].

Данная технология обеспечивает высокий уровень доступности и позволяет пользователям получать доступ к своим данным в любое время, с любого устройства и с любой точки земного шара. Эти положительные качества делают технологию отличным выбором для коммерческой деятельности, которой нужна мобильность и гибкость. Объединение с облачными сервисами увеличивает надежность системы, потому как они предлагают резервное копирование и восстановление утерянных или удалённых данных в случае сбоев, снижая вероятность их потери. Одним из ярких и успешных примеров использования таких программно-аппаратных комплексов может служить компания Netflix. Они применяют данные комплексы для хранения и стриминга видеоконтента своим пользователям в режиме реального времени.

Кроме того, следует обращать внимание и на то, что киберпреступники тоже не стоят на месте и будут пробовать применять совершенствующиеся технологии, в основе которых лежат алгоритмы искусственного интеллекта в своих интересах, что увеличит массовость и уменьшит стоимость совершения правонарушений. При этом технологии искусственного интеллекта могут употребляться и в нуждах кибербезопасности, способствуя более быстрому и результативному прогнозу и противодействию угрозам, как уже имеющимся, так и только зарождающимся.

Новая модель нарушителя и угроз в цифровом мире с приходом современных технологий

Характерной чертой повышения уровня сложности и самостоятельности цифровых систем будет возрастающее влияние на пользователей, поэтому такие моменты нужно контролировать, отслеживать, содействовать поиску и принятию мер защиты, так как под управлением будут находиться огромное количество систем и данных, которые обеспечивают функционирование жизнедеятельности государства, а сбой может нанести колоссальные повреждения в выполняемых функциях, спровоцировать нарушение работоспособности отдельных фирм и компаний, появление опасности в городах и населенных пунктах.

В общем случае модель нарушителя и угроз представлена следующими составляющими: кража или преобразование автоматизированных ценных данных в целях обогащения; манипулирование миром XR с целью влияния на человека (поведенческий контроль, внушение мнений и очертаний, искажение достоверной информации); хищение цифровой XR-личности (кпримеру,совершениепреступлений с использованием похищенной личности, вымогательство, шантаж и прочее); проблематика мер защиты авторских прав на виртуальные XR-произведения [7].

Вместе с становлением технологий на базе искусственного интеллекта совершенствуются и технологии, позволяющие повысить темпы вычислений. Кроме систематически развивающихся укоренившихся микропроцессорных вычислений свое развитие получают и иные подходы, такие как квантовые, нейроморфные или фотонные вычисления [8].

Электронно-вычислительные машины, использующие вычисления с принципом квантовой механики, которые базируются на квантовой суперпозиции применяющиеся для передачи и обработки данных. Имея по ряду функций различия с компьютерами в классическом понимании, где используются биты, квантовые компьютеры манипулируют кубитами, имеющие значения равные нулю и единице единовременно. Это дает возможность работы с различными многочисленными состояниями одновременно, получая огромное преимущество над классическими компьютерами, при минимальном наборе алгоритмов, которые разрабатываются специально для квантовых компьютеров.

К примеру: квантовый алгоритм, который даёт рациональное разделение чисел на естественные множители. В квантовом компьютере этот алгоритм подвергает угрозе алгоритмы, которые применяются в широких областях, таких как – процесс несимметричного шифрования, защита которого построена на разделении больших чисел на несколько множителей для классического компьютера. Вдобавок уравновесить влияние на рельеф угроз кибербезопасности в секторе криптографии могут новые подходы в области квантового шифрования, где устойчивость шифра зависит от начальных физических принципов [9].

Несмотря на то, что рост вычислительных скоростей влияет на формирование различных технологий и даёт возможности их реализации, в руках киберпреступников они могут стать оружием для совершения более продвинутых и массовых кибератак, а на определённой ступени развития и вовсе имеют возможность поставить под сомнение стойкость криптоалгоритмов, зависящих от сложности вычислений.

Также следует учесть и развивающиеся технологии, которые способны дать возможность более комфортного и быстрого взаимодействия компьютерных устройств и человека. Если посмотреть на то, как происходило развитие компьютерных технологий, то можно заметить, что возникновение иных, более комфортных способов взаимодействия влияет на увеличение вариантов их употребления, так как сокращается минимальный порог умений и знаний, нужных для этого [10].

Формирование макро- и микро- проблемной среды, в том числе и в B2B отношениях, на первом этапе могут обеспечить технологии AR (дополненная реальность), VR (виртуальная реальность) и MR (смешанная реальность), которые позволяют использовать программный продукт и на базе его взаимодействовать с устройствами интуитивно понятным для специалиста способом с помощью манипуляции с объектами виртуального мира, аналогичного реальному миру.

Однако в будущем наиболее большой вклад в это развитие принесут технологии нейроинтерфейсов, которые могут использоваться вместе с AR/VR, или наоборот, отдельно от них. Развитие нейроинтерфейсов окажет кардинальное влияние на среду киберугроз [11].

Воздействие нейронной сети на информационную среду

Искусственный общий интеллект, также известный как AGI (Artificial General Intelligence), представляет собой технологию, которая позволяет реализовать бизнес-

цели и получить заранее ожидаемый результат при использовании всех спроектированных возможностей в рамках созданного искусственного интеллектуального агента, умеющего выполнять любые интеллектуальные задачи, которые снимали бы часть рутинной нагрузки с человека при выполнении им ряда функций.

В наше время развивается слабый и узконаправленный искусственный интеллект, который был создан только под конкретные задачи, но в отличии от него AGI заменяет человека в больших сферах деятельности, получить навык выполнения новых задач с опорой на накопленный опыт и без утери полученных навыков.

Исходя из вышеперечисленного, многие исследователи делают прогнозы на существенное влияние AGI, его применение в глобальных масштабах при встраивании во все аспекты бизнеса, в том числе решая проблемы кибербезопасности, где этот инструмент в большой степени необходим для выбора оптимального набора компонентов для решения задач защиты от серьёзных потенциальных угроз с глобальными негативными последствиями [12].

Эксперты прогнозируют следующие угрозы в области кибербезопасности в связи с появлением AGI:

1) Появление «разумного» электронно-вычислительного вредоносного программного обеспечения, которое может взаимодействовать как с аппаратным устройством, так и с человеком (например, в силу создания и понимания естественного языка), с умением проводить сложные многоэтапные атаки с применением машинного обучения. Подобное программное обеспечение имеет возможность самостоятельно обучаться новым способам атаки и обходить средства защиты, в связи с чем противостоять ему обычным способом будет заведомо невозможно.

2) Резкий рост создания «фальшивого» аудио/видео/текстового контента для введения в замешательство при восприятии информации потребителями, позволяя манипулировать действиями людей, при этом все это может рассматриваться как опасность для бизнеса отдельных компаний, так и для дестабилизации экономики государства и мира.

3) В динамичной информационной среде наблюдается активность в области использования мошеннических схем и роста их многовариантности и результативности, различного рода махинаций по нанесению вреда частным лицам. AGI-инструмент может способствовать созданию качественно новых потенциальных угроз и рисков для социума при наличии в его арсенале персональных данных, полученных незаконным путем с помощью социальной инженерии с долей вероятности почти в 100% [13].

4) Переход AGI на сторону потенциального противника или самостоятельная смена поставленных задач, заложенных создателем. При этом вероятные угрозы, которые относятся к этой технологии, настолько масштабны и поэтому важно крайне внимательно отслеживать негативные стороны ее развития и применения, заранее разрабатывать стратегии и методы для искоренения всевозможных угроз.

Влияние информационных технологий на появление новых типов трансакционных издержек в бизнес-процессах

Трансакционные издержки – негативные последствия затрат при совершении сделки. Затраты имеют разную степень ценности, но каждая из них влечёт за собой потерю того или иного ресурса.

Под ресурсами понимается время и деньги, что негативно влияет на компанию как со стороны заказчика, так и покупателя. В бизнесе такие издержки могут приводить к потери рейтинга среди покупателей, потери спонсоров или к полному закрытию компании.

Чаще всего такие издержки внутри компании могут быть связаны с подбором некомпетентных специалистов для оптимизации решений и бизнес процессов, а также с внешними ситуациями в мире (санкции, уход поставщиков комплектующих с рынка, курс валют).

На рынке информационно-коммуникационных технологий довольно часто встречаются такие издержки. У данного типа рынка есть одна из важных негативных особенностей – быстрое устаревание технологий. Компании предоставляющие свои продукты на рынке должна отслеживать тенденции в мире технологий, а также иметь ряд специалистов и ресурсов для создания нового продукта [14].

Организация при создании новой технологии может встретиться с рядом трансакционных издержек таких как:

– Анализ рынка. В современном мире есть одно неотъемлемое правило – спрос порождает предложение. Прежде чем приступать к разработке нового продукта, нужно проанализировать рынок, найти потенциальных покупателей, которые будут заинтересованы в данном товаре, а также определить класс производимого продукта.

– Создание продукта или услуги. При создании нового продукта требуется большой опыт в данной сфере, ресурсы необходимые для создания (деньги, квалифицированный персонал, время), а также знание рынка.

– Преимущества продукта. Предоставляемый продукт должен иметь не только новизну, но и предлагать покупателю то, чего не могут предложить другие. Это может быть цена, качество или сервис, предоставляемый при покупке продукта. Задача компании сделать так, чтобы в его услуге потребители были заинтересованы больше, чем у конкурентов.

– Повышение квалификации персонала. Не всегда бывает выгодно нанимать новый персонал для создания продукта. Достаточно повысить знания в новом направлении. Но это может занять некоторое время, что тоже имеет свои издержки.

– Поиск клиентов. Не все новые технологии понятны покупателям. Нужно правильно преподнести свой товар для клиента, объяснить ему как данный продукт поможет и облегчит его взаимодействие с другими нужными ему ресурсами.

Выводы

Эффективная клиентоориентированная политика компании формируется за счет безотказности коммуникации и получения сервиса в цифровом формате с высоким уровнем качества, которая достигается за счет гибкого построения модели целесообразного и обоснованного решения в области использования ресурсов, выделяемых на решение проблем и ограничений в области кибербезопасности и менеджмента.

Важно произвести расчёт выделяемых ресурсов, потому что любая деструктивность может нарушить целостность всей системы, которая была спроектирована для увеличения прибыли компании, при этом следует иметь запас ресурсов в условиях неопределённости, ведь

создание и внедрение нового продукта всегда влечёт за собой большие риски для компании в целом.

Новая технология, которая более совершенна на фоне своих предшественников и имеет усовершенствованную функциональную специфику, в свою очередь позволяет повысить эффективность трансакционных услуг в рамках операционной составляющей менеджмента компании.

Таким образом, модернизация информационных технологий выступает одним из способов влияния на трансакционные издержки. В случае, если все единые потери полезности при конкретном улучшении идут на уменьшение, а не на возрастание, то усовершенствование информационных технологий является целесообразным.

Литература

1. *Кузовкова Т.А., Шаравова М.М., Шаравов И.М.* Оценка использования цифровых технологий в системе государственного управления российской экономикой // В сборнике: Технологии информационного общества. Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2023. С. 178-182.

2. *Кузовкова Т.А., Салютина Т.Ю., Кузовков А.Д.* Международная оценка вклада инфокоммуникационных технологий в инновационное развитие России // В сборнике: Технологии информационного общества. Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». 2021. С. 258-260.

3. *Старовойтова А.С., Кузовкова Т.А.* Выявление этапов развития цифровой экономики на период до 2050 года. В сборнике: Искусственный интеллект и цифровая экономика: взгляд студенчества // Материалы I Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Государственный университет управления. Москва, 2020. С. 140-142.

4. *Иванова О.В., Иванов П.В., Пащенко А.В.* Обзор средств поиска по контенту и анализ перспектив их внедрения в современные цифровые платформы // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы 2020. Труды международной научно-технической конференции. Московский технический университет связи и информатики. 2020. С. 144-149.

5. *Кузовкова Т.А., Иванов П.В., Смирнов А.А.* Цифровая трансформация бизнеса на основе партнерских платформ и сервисных экосистем // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы 2020. Труды международной научно-технической конференции. Московский технический университет связи и информатики. 2020. С. 712-716.

6. *Кузовкова Т.А., Салютина Т.Ю., Шаравова О.И.* Влияние цифровой трансформации экономики и общества на объекты, методы и показатели отраслевой статистики // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2023. Т. 12. № 2. С. 36-42.

7. *Терехов А.И., Иванова О.В., Иванов П.В., Павлюк Е.А.* Мультиагентные системы, перспектива развития в области искусственного интеллекта // В сборнике: Технологии информационного общества. Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». 2021. С. 182-184.

8. *Иванова О.В., Иванов П.В., Павлюк Е.А., Смольников В.А.* Анализ эффективности развития индустрии информатизации в мировой экономике // В сборнике: Технологии информационного общества. Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». 2021. С. 247-249.

9. *Иванова О.В., Иванов П.В., Павлюк Е.А.* Цифровые платформы и приоритетные направления стратегии создания коммуникационного пространства // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы 2020. Труды международной научно-технической конференции. Московский технический университет связи и информатики. 2020. С. 689-694.

10. *Иванова О.В., Зюзин В.Д., Обухов А.В.* Оценка качества обеспечения информационной безопасности России в условиях цифровой экономики // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы 2020. Труды международной научно-технической конференции. Московский технический университет связи и информатики. 2020. С. 395-400.

11. *Иванова О.В., Фудина Н.Ю., Кобычев Р.А., Смирнов А.А.* Сервис управления видеоресурсами // В сборнике: Телекоммуникационные и вычислительные системы - 2018. Международный форум информатизации (МФМ-2018); Международный конгресс (CTN-2018) "Коммуникационные технологии сети". 2018. С. 375-377.

12. *Кузовкова Т.А., Салютина Т.Ю.* Влияние нового технологического уклада на цифровую безопасность экономики // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2022. Т. 11. № 3. С. 13-19.

13. *Кузовкова Т.А., Салютина Т.Ю.* Влияние нового технологического уклада на цифровую безопасность экономики // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2022. Т. 11. № 3. С. 13-19.

14. *Фудина Н.Ю., Иванова О.В., Патенченкова Е.К., Кобычев Р.А.* Особенности формирования инновационной компетентности в условиях преобразований национальной экономики и социальной сферы // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2018. Т. 7. № 1. С. 18-20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЛОГИСТИКЕ ТОРГОВОЙ КОМПАНИИ: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Манькова Наталья Владимировна,
МТУСИ, Москва, Россия
mnata18@yandex.ru

Аннотация
В статье проведен обзор использования информационных систем в логистике торговых компаний, выявлены проблемные аспекты функционала данных систем, проведен сравнительный анализ рассматриваемых систем.

Ключевые слова
Логистика, торговая логистика, информационные логистические системы

Введение

Торговая логистика представляет систему взаимосвязанных бизнес-процессов различных торговых компаний. Торговая логистика позволяет осуществить планирование, реализацию и контроль перемещения товаров от поставщиков к потребителям и, следовательно, является одной из важнейших видов деятельности торговой компании для получения прибыли. Эффективно организованная логистика повышает конкурентноспособность компании.

Основной задачей торговой логистики являются создание высокоэффективных систем распределения товаров, которые могут обеспечить наличие необходимого продукта в определенном месте, в определенное время и в необходимом количестве [1].

В современном обществе информационные технологии выполняют важные функции для организации логистики торговых компаний. Благодаря информационным системам скорость цикла реализации товара увеличивается. Кроме того, информационные технологии позволяют спланировать бизнес-процессы, обеспечив более высокую точность логистических решений.

Информационные системы в логистике торговой компании

Специфика логистической деятельности задает множество требований к используемым информационным системам. Прежде всего, это соблюдение множества корпоративных, российских и международных стандартов, регламентов и процедур, поскольку в логистическую цепочку вовлечено множество сторон: поставщики и потребители, перевозчики, таможенные сотрудники, коммерческие и государственные органы.

Рынок российских и зарубежных информационных систем, позволяющих организовать автоматизацию управления логистическими процессами, довольно широк. Для анализа логистических информационных систем, рассмотрим наиболее известные программные продукты, используемые в России [2].

Информационная система «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» от отечественного вендора 1С-Рарус является одним из наиболее распространенных решений класса TMS на российском рынке [3]. Одним из ключевых преимуществ данной системы является широкие возможности стандартной интеграции с прочими системами вендора 1С, являющего лидером ИТ-рынка России по количеству внедрений [2]. Основная задача данной информационной системы – планирование грузоперевозок, являющихся важным бизнес-процессом в торговле, с использованием привлеченного или собственного транспорта компании. Функционал данной информационной системы довольно широк: управление нормативной и справочной информацией, формирование рейсов, визуализация информации на электронных картах, контроль процесса выполнения перевозок, электронный документооборот и аналитическая отчетность и т.д.

В организацию нормативно-справочной информации входит создание, обработка и хранение части необходимых с точки зрения функциональных требований данных, таких как справочники организаций, деловых партнеров компании, контактных лиц, адресов, правил тарификации, зависящих от параметров перевозки, правил классификации грузов, номенклатуры, пользователей и т.д. В то время как справочники, например, транспортных средств, событий, не представлены. Следовательно, для учета логики бизнес-процессов потребуется расширение имеющихся справочников и создание дополнительных. Также потребуется разработка процесса интеграции справочников основных данных с действующими информационными системами автоматизации бизнес-процессов в компании, кроме продуктов 1С, например, с широко распространенной информационной системой SAP ERP (Enterprise Resource Planning), представляющее собой программное решение, разработанное компанией SAP AG, для автоматизации управления в компаниях, в том числе торговых.

Визуализация информации в «1С:TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» возможна только на активных электронных картах, что, безусловно, позволяет повысить удобство работы диспетчера при составлении маршрута движения конкретного транспортного средства, однако в случае отсутствия электронных карт функция визуализации не работает.

Формирование рейсов в «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» представляет собой объединение заданий на перевозку, возможное как в автоматическом, так и в ручном режиме. Также заявлена возможность формирования пакета так называемых печатных форм необходимых сопроводительных документов. Отсутствует учет логистических ограничений, построение маршрутов и создание рейсов с учетом типа и характеристик транспортного средства, возможность планировать упаковки, загрузку кузова и нагрузку на оси. Весь описанный отсутствующий функционал необходимо будет создавать «с нуля» либо реализовывать в рамках иных информационных систем, что приведет к перечисленным выше недостаткам.

Функционал же оперативного распределения рейсов по контрагентам-перевозчикам и краткосрочных торгов в информационной системе «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» не реализован, следовательно, также потребуется его разработка «с ну-

ля» либо использование дополнительного стороннего решения.

Контроль процесса выполнения перевозки, мониторинг транспортных средств функционально представлен в информационной системе «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» достаточно широко и покрывает значительную часть требований реализуемых бизнес-процессов. В том числе возможна фиксация даты и времени факта наступления определенного статуса рейса, интеграция с внешними сервисами, выполняющими отслеживание местоположения транспортного средства в рамках рейса, интеграция с внешними сервисами контроля датчиков телеметрии, возможность сравнения планового и фактического километража рейса, оповещения при наступлении событий, возможность прикрепления файлов. Доработки потребует функционал создания плановых схем событий в разрезе бизнес-сценариев, функционал информирования заинтересованных лиц по разным каналам.

Автоматизация документооборота с контрагентами-перевозчиками в рассматриваемой информационной системе не представлена. Так называемый портал перевозчика, с помощью которого происходит юридически значимое взаимодействие с перевозчиками по различным бизнес-процессам, в стандартном функционале «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» не поставляется, следовательно, для покрытия обозначенных требований необходима разработка «с нуля» либо использование внешнего решения.

Функционал сверки и взаиморасчетов с контрагентами-перевозчиками представлен в виде возможности фиксирования списков показателей расчета, зависящих от одного или двух параметров, а также формирования правил расчета, установки тарифов и услуг в разрезе видов транспорта. Соответственно, потребуются доработки в части расчета стоимости фрахтовых расходов по рейсу с учётом более чем двух параметров (тарифов), ведения тарифных таблиц по договорам или дополнительным соглашениям с контрагентами-перевозчиком с указанием ставок в разрезе различных сочетаний тарифов, разработки возможности взаимодействия с перевозчиком, возможности передачи в учетную информационную систему SAP ERP, если она используется в компании, сформированного документа расчета фрахта для отражения расходов на транспортную логистику далее в финансовых и контроллинговых процессах[4].

Информационная система Axelot TMS (Transportation & Fleet Management System) от отечественного вендора Axelot разработана на платформе «1С: Предприятие». Axelot TMS в сравнении с «1С:TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» имеет значительно расширенный функционал, в частности, по формированию рейсов, обладает функционалом по оперативному распределению рейсов по контрагентам-перевозчикам и дополненным функционалом в части сверки и взаиморасчетов с контрагентами-перевозчиками.

Отличием Axelot TMS от «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» в части автоматизации документооборота с контрагентами-перевозчиками является наличие специального тендерного портала, который может служить базой для расширения стандартного функционала.

С учетом узкой функциональной направленности специального тендерного портала потребуется значительный объем доработок.

Функциональный модуль сверки и взаиморасчетов с контрагентами-перевозчиками в информационной системе Axelot TMS значительно расширен по сравнению с «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками» и покрывает значительную часть требований. К наиболее весомым недостаткам можно отнести отсутствие у перевозчика доступа к процессу сверок по объемам выполненных услуг в рамках единого информационного контура, необходимость разработки интеграционных потоков с учетной информационной системой SAP ERP в части передачи документов расчета фрахта [5].

Функционал модуля ведение справочников основных данных в Axelot TMS не претерпел значительных изменений по сравнению с информационной системой «1С: TMS Логистика. TMS Управление транспортом и перевозками». Соответственно основные недостатки остаются прежними: необходимые согласно требованиям справочники представлены не в полном объеме, требуется разработка интеграционных потоков основных данных между Axelot TMS и информационной системой учета SAP ERP, если она используется в компании.

Корпоративная информационная система SAP TM (Transportation Management), разработанная компанией SAP SE, отличается от решений отечественных вендоров наличием возможности выстраивания бизнес-процессов компании на базе так называемых референтных моделей бизнес-процессов, выстроенных на базе лучших практик в соответствующей области [6]. В случае с SAP TM – области управления процессами транспортной логистики. Одним из важных преимуществ данной системы, в частности, является наличие стандартных интеграционных потоков по справочникам с учетной системой SAP ERP, следовательно, в части интеграции потребуется только незначительные доработки. Однако в стандартном функционале SAP TM отсутствует автоматизированное определение тарифной зоны для адреса местоположения по попаданию координат адреса в географическую зону на карте, соответствующую тарифной зоне, ведение справочника квалификации перевозчиков с учетом вида продукции, ведение справочника «черного списка» перевозчиков и водителей, однако для реализации этих требований не потребуются значительные доработки, так как необходимая база в стандартном функционале представлена [7].

Тендеры и заключение долгосрочных договоров с контрагентами-перевозчиками реализовано в стандартном функционале SAP TM в виде модуля Strategic Freight Procurement (SFP). Данный модуль предоставляет возможность формирования лотов с указанием необходимых данных, публикацию лотов на тендере, участие в тендере сотрудников контрагентов-перевозчиков на портале перевозчика с использованием простой электронной подписи в виде уникальной комбинации имени пользователя и пароля.

Заключение

В заключении стоит отметить, что внедрение любой из рассмотренных информационных логистических систем позволит торговой компании организовать логистические бизнес-процессы, однако сравнение функционала и возможностей этих систем показывает, что данные ре-

шения направлены в первую очередь на автоматизацию процессов и требуют доработки по части интеллектуальной оптимизации данных. Использование искусственного интеллекта позволит спрогнозировать спрос на товары в том или ином направлении, оптимизировать маршруты доставки. Не менее важным функционалом в организации логистических бизнес-процессов торгового предприятия является развитие технологий блокчейн, которые позволяют обеспечить прозрачность и безопасность взаимодействия участников логистической цепочки. В конечном итоге использование данного рода технологий позволит сделать бизнес не только конкурентноспособным, но и масштабировать компанию и перевести его на новый уровень.

Литература

1. *Стаханов В.Н., Шеховцов Р.В.* Торговая логистика: Учеб, пособие. 2-е изд. перераб. М.: ПРИОР, 2000. С. 15.

2. Transportation Managament System – Управление транспортом [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.tadviser.ru/index.php/TMS_-_Управление_транспортом (дата обращения 25 декабря 2023).

3. 1С:TMS Логистика/ TMS Управление транспортом и перевозками [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL:https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:1С:TMS_Логистика._TMS_Управление_транспортом_и_перевозками (дата обращения 27 декабря 2023).

4. 1С:Предприятие 8. TMS Логистика. Управление перевозками [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://solutions.1c.ru/catalog/tms/features / (дата обращения 3 января 2024).

5. Axelot. Управление перевозками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://www.axelot.ru/product/axelot-tms/ (дата обращения 5 января 2024).

6. SAP Transportation Management SAP TM [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:SAP_Transportation_Management_%28SAP_TM%29 (дата обращения 10 января 2024).

7. SAP Transportation Management: Комплексный обзор [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.fingent.com/blog/sap-transportation-management-a-comprehensive-overview/ (дата обращения 15 января 2024).

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МАЛЫМ БИЗНЕСОМ

Мугдусян Лусинэ Сержиковна,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия
mugdusyan_lusine@mail.ru

Аннотация
В статье рассмотрены принципы работы нейронных сетей, описаны способы применения нейронных сетей малым бизнесом для оптимизации затрат. Приведены примеры практического использования нейронных сетей. Сделаны выводы относительно перспектив использования бизнесом нейронных сетей.

Ключевые слова
Нейронные сети, искусственный интеллект, бизнес, данные, клиент, компания.

В мире технологий сейчас происходит нечто удивительное, причем дело здесь не только в росте цифровизации или в развитии нанотехнологий, биотехнологий, 3D-печати, но и в том, куда движется развитие роботов и искусственного интеллекта [1].

Нейронные сети возникли из исследований в области искусственного интеллекта, а именно из попыток воспроизвести способность биологических нервных систем обучаться и исправлять ошибки, моделируя низкоуровневую структуру мозга [6].

С выходом в публичный доступ ChatGPT (чат-бот с искусственным интеллектом) использовать технологии искусственного интеллекта начали миллионы людей [5].

Слова «нейронная сеть» любят использовать для демонстрации технологичности разрабатываемых проектов. Часто нейронную сеть применяют для распознавания образов, сбора и анализ данных, фильтрации информации, визуализации.

С помощью нейронной сети маркетологи могут автоматизировать процессы, сегментировать клиентов, разрабатывать модели покупок, осуществлять прогнозы на основе данных. Компания может привлечь огромное количество правильно ориентированных потребителей используя систему рекомендаций.

Но зачастую в небольших компаниях препятствием для применения нейронной сети могут быть непонимание принципов работы искусственного интеллекта, необходимость адаптации бизнес-процессов для интеграции нейронной сети, затрудненность сбора и анализа данных, высокие затраты на обучение и внедрение нейронной сети, недостаток квалифицированных специалистов в области работы с нейронными сетями [2], сопротивление со стороны сотрудников или руководства компании. Нейронные сети не могут объяснить свои действия (процесс получения того или иного решения) [6]. Практика показывает, что несмотря на возникающие сложности применение нейронной сети быстро окупается, поэтому далее мы рассмотрим основные практичные способы применения нейронной сети в малом бизнесе.

Говоря о нейронной сети, нужно отметить, что она работает по следующему принципу: когда вы задаете вопрос, то нейронная сеть, обученная на большом объёме информации, генерирует такой ответ, который она считает наиболее статистически приемлемым для вас, то есть на старается сгенерировать ответ, который максимально соответствует вашим ожиданиям и максимально вам понравится. Нейронная сеть не генерирует новые идеи. Они обладают очень средней экспертностью в большинстве областей, но тем не менее они генерируют очень хорошие качественные тексты основываясь на огромном объеме информации. Например, последняя версия ChatGPT прекрасно работает с эмоциями, нейронная сеть распознает эмоции, эмоциональную окраску текста. Нейронную сеть можно попросить, чтобы она выдавала текст в юмористическом или саркастическом стиле.

Одним из самых простых способов использования нейронных сетей является создание копирайтного материала, то есть написание разнообразных текстов, которые нам нужны для статей, рекламных материалов, постов в социальных сетях. Для этого, к примеру, в ChatGPT пишем запрос «Возьми на себя роль интернет-маркетолога и напиши 5 сегментов целевой аудитории на услугу курс по омоложению лица» и получаем добротный текст, но для того, чтобы получить хорошо сгенерированный текст, необходимо научиться правильно формировать запрос. Чем более конкретный запрос вы задаете, тем более высококачественный контент вы получите. Например: “Напиши (короткий) развлекательный пост для телеграмм на тему: (Морщины на лице – что делать? Работа с косметологом может быть решением), от лица (женщины) с цепляющим заголовком. Напиши с юмором и сделай призыв записаться на консультацию.”

Еще один способ использования нейронных сетей – это написание разных экспертных статей и сценариев. Если вы эксперт в какой-то области и хотите чтобы ChatGPT помог Вам написать экспертную статью или сценарий для ваших рилсов, то вы берете тему идеи и например несколько минут надиктовываете своим голосом объяснение для этой идеи (то есть суть идеи) например вы хотите сценарий для рилса, который будет на 70-100 слов, потом через различные сервисы переводите вашу аудиозапись в текст и загружаете его в ChatGPT и пишите, что это экспертное мнение на основе которого необходимо написать статью для такой-то целевой аудитории, с указанием стиля написания и длины текста.

Также довольно часто в бизнесе необходимо делать презентации и одна из проблем с которой люди сталкиваются при подготовке презентации, это необходимость разработки ее структуры. Нейронная сеть сейчас отлично справляется с такой работой методиста, к примеру, вы пишите ChatGPT что нужно сделать презентацию на такую-то тему для такой-то целевой аудитории донеся такие-то идеи, и эта презентация должна была «продающая», где в результате поступают заявки на покупку того-то. То есть необходимо подробно описать задачу, и вы за короткое время получаете хорошую структуру презентации, которую вы как эксперт при необходимости быстро скорректируете.

Кроме того, с помощью нейронной сети вы можете создавать уникальные изображения, что позволяет разрабатывать персонализированные рекламные компании. Одну из нейронных сетей для создания картинок на основе текстовых запросов – «Кандинский» – запустила компания «Сбер» [3].

Еще вы можете использовать нейронную сеть как справочник или словарь, когда необходимо прояснить какие-то понятия или поверхностно разобраться в каком-то

вопросе. Вы задаете вопрос ChatGPT и так как он обучен на большом количестве данных он выдает вам ответы, но помните, что нейронная сеть не является экспертом ни в одном из вопросов и выдает тот ответ, который считается статистическим приемлем, поэтому нейронная сеть является в своем роде интеллектуальным толковым словарем, который ещё по вашей просьбе может дать больше примеров, какие-то ссылки, сделать необходимое сравнение.

Поскольку нейронные сети создаются как инструмент для большого количества людей, то в ней заложены механизмы самоцензуры. То есть она стремится не выдавать ответы, которые с её точки зрения могут иметь негативные последствия. Например, когда специалист отдела кадров задает нейронной сети вопросы, связанные с увольнением сотрудника, то нейронная сеть может уклоняться от прямого ответа и предлагать, к примеру, разнообразные варианты усиления командного духа в компании, потому что с точки зрения общественной приемлемости увольнение сотрудника это плохо, а нейронная сеть старается максимально избежать плохих рекомендаций в своих ответах.

Можно обучать нейронную сеть на своих материалах загружая в нее книги и статьи создавая свой собственный набор данных «data set». Получив собственную версию нейронной сети, обученную на наших данных, она становится более экспертной в нужной для вашей компании области, и вы встраиваете ее в сервис виртуального консультанта для общения с вашими клиентами. Скорость и качество ответов на вопросы улучшает взаимодействие с клиентами, что увеличивает доход компании.

Также в нейронную сеть можно загрузить локальные документы вашей компании (регламенты, инструкции и т.п.) и сотрудник сможет найти документ, не зная его точного наименования, потому что нейронная сеть понимает смысл запроса, например «Какова скидочная политика в нашей компании для оптовых клиентов» и выдает вам правила со ссылкой на источник. Данная возможность нейронной сети ускоряет обучение сотрудников и повышает эффективность их работы так как зачастую из-за большого объема документов сотрудник может не знать, забыть или не найти какой-либо регламент. Однако нужно не забывать, что алгоритмы нейронной сети учатся на наших ответах и запоминают всё, что им дают при запросе. Нейронной сети не нужно сообщать персональные данные (свои или чужие), пароли и другие чувствительные для вашего бизнеса сведения. Одна из развивающихся технологий – блокчейн – предлагает метод нецентрализованного хранения данных и снижение издержек на их верификацию. Вместе с искусственным интеллектом такие технологии могли бы решить вопросы соблюдения конфиденциальности и заодно безопасности [4].

При проведении совещаний компания может использовать систему автопротоколирования деловых встреч SumMeet. Система не просто выделяет важные информационные блоки из стенограммы совещания, а генерирует новый текст, объединяющий озвученные идеи и смыслы. Протокол формируется хорошего качества, типичный тому, что написал бы человек. Система также подготовит список поручений и направит готовые протоколы адресатам. Нейронную сеть можно дополнительно обучить лексике, принятой в компании, а также в ней могут быть учтены речевые особенности выступающих. При этом трудозатраты секретаря значительно снижаются и сводятся к прочтению и правкам протокола.

С помощью нейронной сети (например ElevenLabs) также возможна генерация голоса. Человек загружает образец своего собственного голоса, и нейронная сеть создает ваш искусственный голос, который может воспроизводить текст на различных иностранных языках, например, размещение на сайте приветственного обращения руководителя компании для испаноязычных пользователей вашей продукции.

Сейчас популярность набирают сервисы генерирующих видео (например: Colossyan и Heygen) в которых можно выбрать или создать собственный аватар. В видеоролике с аватаром можно рекламировать продукцию компании (в том числе на различных иностранных языках), а при необходимости легко редактировать содержание ролика. Использование данных сервисов экономит временные ресурсы компании и снижает финансовые затраты на аренду студии для профессиональной видеосъемки, найм актеров и прочие расходы.

В заключении можно сделать вывод о том, что сфера применения нейронной сети в бизнесе будет быстро расширяться. Нейронные сети оказывают помощь в решении многих задач, требующих аналитических действий.

Использование искусственного интеллекта повышает эффективность продвижения товаров и услуг. Сейчас маркетологи в процессе сегментирования и таргетирования пользуются усреднёнными данными. При помощи нейронной сети можно собрать больше данных о пользователе и в короткие сроки обработать информацию. Технологии машинного обучения могут анализировать и постоянно обновлять модели «предрасположенности к покупке», которые предсказывают, какие клиенты с наибольшей вероятностью приобретут конкретные продукты и услуги [2]. Анализ поведения клиента и его покупок также позволит сделать персональное актуальное предложение.

Использование нейронной сети помогает прогнозировать спрос, улучшать логистику, обеспечивать прозрачность и безопасность поставок, организовывать складской контроль, распределять человеческие ресурсы.

В настоящее время наблюдается повышенный уровень заинтересованности компаний во внедрении нейронной сети. Разработка собственной нейронной сети требует огромных финансовых затрат, поскольку нужны большие объемы данных для машинного обучения, значительные вычислительные мощности и хорошие программисты, однако несмотря на сложность и финансовую затратность, применение искусственного интеллекта выгодно там, где необходима интеллектуальная обработка больших массивов данных и качественный анализ поведения пользователей.

Литература

1. *Бутл Р.* Искусственный интеллект и экономика: Работа, богатство и благополучие в эпоху мыслящих машин. Альпина ПРО, 2023. С. 11
2. *Дейвенпорт Т.* Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику: Преимущества и сложности. Интеллектуальная литература, 2019. С. 41-51.
3. *Евстафьев В.А., Тюков М.А.* Искусственный интеллект и нейросети: практика применения в рекламе: учебное пособие. Дашков и К, 2024. С. 24-32.
4. *Агравал А., Ганс Д., Голдфарб А.* Искусственный интеллект на службе бизнеса. Как машинное прогнозирование помогает принимать решения. Манн, Иванов и Фербер, 2019. С. 211.
5. *Агамалиев Р.* От «Энигмы» до ChatGPT: эволюция искусственного интеллекта и российские бизнес-кейсы. Манн, Иванов и Фербер, 2024. С.20.
6. *Боровская Е.В., Давыдова Н.А.* Основы искусственного интеллекта: учебное пособие для вузов. Лаборатория знаний, 2023. С. 114-116.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕШЕНИЙ OPEN SOURCE ДЛЯ РАЗРАБОТКИ РОССИЙСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Орлова Ксения Леонидовна,
МТУСИ, Москва, Россия,
kseniyaorlova1991@yandex.ru

Аннотация

В современном мире область информационных технологий развивается стремительными темпами. Компании и государства сталкиваются с необходимостью создания и развития информационных систем, которые бы удовлетворяли потребностям пользователей и обладали высоким уровнем безопасности. Поэтому с каждым годом возрастает интерес к использованию решений Open Source в разработке таких систем. Open Source – это методология разработки программного обеспечения, основанная на открытом доступе к исходному коду программ. Такой подход позволяет разработчикам и пользователям свободно использовать, изменять и распространять программные продукты, а также активно участвовать в их усовершенствовании. Зачастую, решения Open Source предоставляются бесплатно, что позволяет существенно снизить затраты на разработку и внедрение информационных систем. В настоящий момент в России наблюдается растущий интерес к использованию решений Open Source в разработке информационных систем. Это обусловлено не только экономическими преимуществами, но и стремлением создать технологические решения, способствующие развитию отечественной ИТ-индустрии. В этой статье мы рассмотрим преимущества и возможности использования решений Open Source для разработки российских информационных систем и успешные примеры, и вызовы, с которыми сталкиваются разработчики.

Ключевые слова

Open Source, разработка, лицензия, PostgreSQL, Kubernetes, Keycloak, Astra Linux.

Введение

В мире Open Source стал незаменимым инструментом разработки программного обеспечения. Множество крупных компаний, включая Google, Microsoft, Facebook и Linux Foundation, активно используют и вносят свой вклад в развитие проектов Open Source. Эти компании понимают преимущества этого подхода: открытость и прозрачность, эффективное сотрудничество и доступность программного обеспечения для общества. Open Source активно используется в области научных исследований, где открытый доступ к программному обеспечению позволяет проверять и воспроизводить результаты исследований.

В России Open Source также получил распространение и признание. В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию открытых исходных кодов в различных сферах, включая государственный сектор, бизнес и образование. Одной из причин такого роста интереса являются экономические преимущества, так как использование Open Source позволяет снизить затраты на лицензирование коммерческих программных продуктов. Кроме того, открытые решения с трансграничным кодом дают возможность привлекать разработчиков и специалистов со всего мира.

1. Основные типы лицензий программного обеспечения с открытым исходным кодом

1. GNU General Public License (GPL) – одна из самых популярных лицензий с открытым исходным кодом. Она гарантирует, что программное обеспечение, распространяемое под этой лицензией, будет свободно доступно для использования, изучения, изменения и распространения. Важное требование GPL заключается в том, что все производные работы, основанные на программном обеспечении, должны быть лицензированы по GPL.

2. MIT License – это пермиссивная лицензия, позволяющая свободное использование, изменение и распространение программного обеспечения. Она не накладывает ограничений на пользователей и разработчиков, за исключением потребности сохранить авторские права и оговорить отказ от гарантий.

3. Apache License – это другая популярная пермиссивная лицензия. Она обеспечивает свободное использование, изменение и распространение программного обеспечения. Отличительной особенностью этой лицензии являются ее требования о патентных правах и установление четких правил для внесения вклада в проект.

4. BSD License – это группа лицензий, охватывающая несколько вариаций. Они являются пермиссивными лицензиями, позволяющими свободное использование, изменение и распространение программного обеспечения. BSD-лицензии, в том числе, позволяют коммерческое использование.

5. Mozilla Public License (MPL) – это лицензия, разработанная Mozilla Foundation. Она сочетает в себе свободу исходного кода с некоторыми ограничениями в отношении использования патентов и распространения производных работ. MPL позволяет комбинировать код с другими программными обеспечениями, которые могут иметь другие лицензии.

6. Creative Commons – это набор лицензий, предназначенных для различных типов произведений, включая программное обеспечение. Они предоставляют авторам гибкость в установлении правил и условий использования, изменения и распространения своего программного обеспечения [1].

2. Open Source в России сегодня. Примеры внедрения и эффективность

Хорошим примером продуктов с открытым кодом это разработанная в России операционная система Astra Linux; эта операционная система является одной из самых популярных отечественных Linux-дистрибутивов. Она широко применяется в государственном секторе и в коммерческих организациях для обеспечения информационной безопасности и надежности.

Astra Linux построена на базе открытого исходного кода Debian GNU/Linux. Основной выбор Debian обусловлен его стабильностью, безопасностью и широкой поддержкой сообщества разработчиков. Ядро Linux, является свободным и открытым исходным кодом операционной системы, который обеспечивает базовую функциональность и взаимодействие с аппаратным обеспечением. Операционная система поставляется с различными рабочими окружениями, включая «K Desktop Environment» (KDE) и «GNOME». Они обеспечивают удобный и интуитивно понятный интерфейс для работы с операционной системой. Техническая составляющая Astra Linux включает в себя такие компоненты, как система пакетного менеджера, инструменты разработки, средства автоматизации установки и обновления программного обеспечения, вспомогательные программы для сетевого взаимодействия и другое [4].

Еще одним примером продуктов с открытым исходным кодом – реляционная база данных PostgreSQL, которая широко используется в России. Она применяется в различных отраслях, включая банковскую сферу, телекоммуникации, государственную и коммерческую сферы. PostgreSQL является мощной и гибкой системой управления базами данных, обеспечивает высокую производительность, надежность и возможности масштабирования, продолжает активно развиваться и привлекать все больше пользователей со всего мира. Ее открытая лицензия, богатый функционал и активное сообщество разработчиков делают PostgreSQL привлекательным выбором для различных проектов и организаций [3].

Одной из важных причин выбора PostgreSQL в России является ее безопасность. PostgreSQL предлагает многофакторную аутентификацию, контроль доступа на уровне таблиц и столбцов, шифрование данных и другие механизмы безопасности, что особенно важно для систем, обрабатывающих конфиденциальные данные.

Есть примеры использования Open Source в государственном секторе, например – государственная информационная система "Единая информационно-документальная система по госзакупкам" (ЕИС), основанная на Open Source-платформе, обеспечивает прозрачность и эффективность процесса государственных закупок. ЕИС позволяет проводить все этапы госзакупок, начиная от планирования и размещения заказа до заключения контракта.

Компоненты ЕИС: OpenContracting Data Standard (OCDS), PostgreSQL, Django – фреймворк разработки веб-приложений на языке Python, Elasticsearch – распределенная система поиска и аналитики, используемая в ЕИС для выполнения быстрых и точных поисковых запросов в большом объеме данных о закупках.

Еще одним успешным примером внедрения информационной системы на базе Open Source является «Универсальный портал государственных и муниципальных услуг» (ГосУслуги). Эта система позволяет гражданам получать различные государственные услуги онлайн, такие как выдача паспорта, регистрация автомобиля, подача налоговой декларации и другое. ГосУслуги созданы на базе Open Source-платформы и активно используются в России уже многие годы [6].

Использование Open Source решений также распространено в HR направлении развития компаний. Тенденция на импортозамещение заставила ключевых игроков разработки HR решений использовать программное обеспечение с открытым исходным кодом для реализации первоклассных решений для управления процессами, связанными с персоналом компании: управление эффективностью, карьерное развитие, подбор персонала, его адаптация и обучение.

Экосистема HR Tech «Росатома» включает решения собственной разработки, в основе которых также лежат решения Open Source: PostgreSQL, Kubernetes, Keycloak – инструмент для идентификации пользователей и др.

В настоящий момент отечественные решения могут использовать различные Open Source компоненты и технологии для реализации своих потребностей [2, 7]. Некоторые из основных компонентов, которые применяют при разработке:

1. В качестве **веб-сервера** используется Apache HTTP Server или Nginx- популярные Open Source решения для обработки HTTP-запросов и доставки веб-страниц на клиентские устройства.

2. **База данных**. Для хранения данных может использоваться реляционная база данных, такая как PostgreSQL или MySQL. Эти базы данных являются Open Source и широко распространены для хранения и организации структурированных данных [3].

3. Для выполнения бизнес-логики и обработки запросов может быть использован **сервер приложений** на базе Open Source решений, таких как Java (с использованием Apache Tomcat или Jetty) или PHP (с использованием PHP-FPM или других серверов приложений) [2].

4. **Фронтенд.** Для создания пользовательского интерфейса портала могут применяться различные Open Source фреймворки и библиотеки, такие как React, Angular или Vue.js. Они обеспечивают удобную разработку интерактивных веб-приложений с использованием JavaScript [5].

Заключение

Open Source является мощным инструментом, который имеет большие перспективы развития и применения как в мире, так и в России. Он предоставляет возможность разработки качественного программного обеспечения, снижает затраты и способствует развитию открытой экосистемы разработчиков. Российские компании и организации могут воспользоваться преимуществами Open Source, чтобы развивать свои проекты и укрепить позиции на рынке информационных технологий.

С одной из проблем, с которыми сталкивается внедрение Open Source в России, является отсутствие достаточной осведомленности и поддержки со стороны бизнеса и государственных органов. Многие компании и организации продолжают предпочитать коммерческие решения и не признают потенциал и преимущества Open Source. В то же время, в России есть успешные примеры использования Open Source, которые могут служить образцом для дальнейшего развития этого подхода [6].

Необходимо проводить образовательные мероприятия, мастер-классы и конференции, где разработчики и специалисты могут обмениваться опытом и знаниями. Кроме того, государственные органы могут содействовать внедрению Open Source, создавая программы и инициативы, направленные на поддержку открытых решений.

Open Source играет важную роль в развитии программного обеспечения и содействует инновационному развитию. В мире и в России все больше компаний и организаций осознают его потенциал и преимущества, и активно внедряют его в свою работу.

Литература

1. Проблематика Open Source: профиль риска, лицензирование, как выбирать продукт и подход к разработке решений. Хабр, [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/vk/articles/762846/

2. Открытое ПО в России – что изменилось к 2023 году. РБК, [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/industry/642129b89a79473edb541be3

3. Open Source как инструмент импортозамещения в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.itweek.ru/foss/article/detail.php?ID=225659&ysclid=lr85kfot9k762811146

4. Российские проекты на базе Open Source: вызовы и перспективы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.itweek.ru/foss/article/detail.php?ID=227650&ysclid=lrs3rkm545955901762

5. Исследование: свыше 90% компаний России будут использовать ПО с открытым кодом к 2026 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nauka.tass.ru/nauka/12829557

6. «Отечественные проекты на базе Open Source: опыт и перспективы», 2022, Digital Business.

7. *Dymkova S.* Collaboration enhancing between industry staff and university researchers in international scientific communications system // В сборнике: International Conference on Engineering Management of Communication and Technology. New York, 2022. С. 51-57.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОМЕРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА.

Пестова Ирина Александровна,
Московский технический университет связи и информатики МТУСИ, доцент кафедры ТЭЦ, к.т.н., Москва, Россия,
data2020@mail.ru

Аннотация
В статье проводится анализ выхода из строя современныхэлектроизмерительных анализаторов жидкости, на производстве, как основного прибора для непрерывного контроля производства продукции. Приводятся данные отбраковки датчиков приборов, а также рекомендации по повышению их качества.

Ключевые слова
Анализатор жидкости, концентратомер, преобразователь, гидроудар, вибрация.

Введение

В условиях сложного времени военной операции в нашей стране, с особой актуальностью встают задачи повышения качества приборов непрерывного контроля продукции, контроля водно-химических режимов на объектах энергетики, военной промышленности, пищевой промышленности. На ряде предприятий используются современные отечественные и импортные приборы. Однако, существуют общие тенденции выхода из строя таких приборов.

Анализаторы жидкости кондуктометрические общепромышленного применения предназначены для измерения удельной электрической проводимости. К анализаторам относятся концентратомеры с нормированным соотношением между удельной проводимостью и составом измеряемой жидкости [1]. Принцип действия приборов основан на измерении электрического сопротивления растворов электролитов и преобразования его в значение удельной электрической проводимости, а также в унифицированный электрический сигнал. Применяя это устройство, можно определить концентрацию растворенных веществ в воде.

С помощью таких приборов решаются многие практические задачи, в том числе для осуществления непрерывного контроля производством. Они применяются так же для контроля наведения растворов, очистки воды, оценки сточных вод и т.д. Определение электропроводности – один из методов контроля качества пищевых продуктов. Наиболее частые причины поломок этих приборов – выход из строя индуктивных датчиков.

Результаты исследований

Кондуктометры состоят из первичного измерительного преобразователя (датчика) и электронного блока (вторичного преобразователя). Электронные блоки комплектуют различными типами датчиков, которые включают в себя преобразователь электрической проводимости и преобразователь температуры.

Электричество переносится через растворы электролитов находящимися в растворе ионами. При измерении электропроводности растворов используют переменный ток для предотвращения электролиза. Электропроводность растворов определяется с помощью кондуктометров 2-х типов.

Первый тип. Измерение электропроводности растворов может быть осуществлено при помощи уравновешенных мостов, измеряя электрическое сопротивление слоя жидкости, находящейся между двумя электродами, опущенными в исследуемый раствор.

Измеряемое сопротивление R4 находится по формуле:

$$\mathbf{R4 = R3 * R2 / R1} \qquad (1)$$

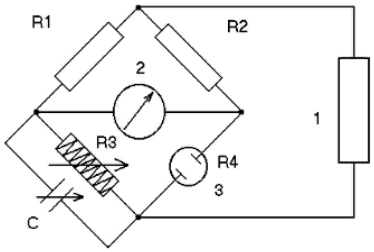


Рис. 1. Мостик Уинстона

R1, R2, R3, R4 – плечи моста; C- переменная емкость; 1 – звуковой генератор; 2 – индикатор нуля; 3 – электролитическая ячейка [2, 3].

Второй тип измерения удельной электрической проводимости электропроводящих растворов использует бесконтактный индуктивный способ.

Датчик кондуктометра индуктивного типа состоит из силовой (генераторной) катушки и измерительной катушки, находящиеся в диэлектрическом защитном кожухе.

Переменное напряжение с генератора на силовую катушку первичного преобразователя создает магнитный поток, который наводит ЭДС в жидкостном контуре связи, который является вторичной обмоткой для силовой катушки. Сила тока в контурах связи пропорциональна удельной электрической проводимости. В измерительной ячейке также содержится температурный датчик. С одного выхода датчика снимается токовый сигнал, пропорциональный удельной электрической проводимости, а с другого выхода датчика токовый сигнал, пропорциональный температуре анализируемой среды. Эти сигналы поступают на вход сумматора.

Удельная электрическая проводимость имеет следующую температурную зависимость:

$$\mathbf{X_t = X_0\ [\ 1 + a_t\left(t - t_0\right)\ ]} \qquad (2)$$

где X_t – значение удельной электропроводности при текущей температуре, См/м;

X_0 – значение удельной электропроводности при начальной температуре, См/м;

α_t – температурный коэффициент раствора, град$^{-1}$;

t_0 – начальная температура раствора, град;

t – текущая температура раствора, град;

Для электролитов (солей, кислот и щелочей) α_t положителен и имеет значение от 0,019 до 0,025 [4].

Целью измерений является контроль концентрации растворов через измерение электропроводности. Пересчет концетрации растворов через удельную электропроводность производится по известным для этих растворов данным. Но при неизменной концентрации раствора при росте температуры раствора его удельная электропроводность растет. Для компенсации этого увеличения необходимо уменьшить выходной сигнал и пересчитать $\mathbf{X_t}$ на $\mathbf{X_0}$.

Рис. 2. Внешний вид измерительных преобразователей CLM223/253

Рис. 3. Внешний вид индуктивного датчика проводимости CLS54 Endress-Hauser

На пищевом производстве часто встречаются кондуктометры фирмы Endress-Hauser. Модели CLM223/253 и индуктивный датчик проводимости CLS54. На рисунке 3 видно проходное отверстие, вокруг которого размещены силовая и измерительная катушки, а также выступ с расположенным внутри датчиком температуры.

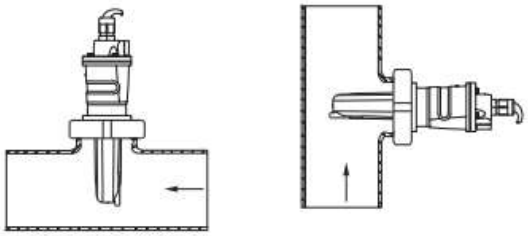


Рис. 4. Монтаж датчика проводимости CLS54, стрелками показано направление потока

На рисунке 4 приведены примеры монтажа индуктивных датчиков проводимости CLS54 [5].

В этой статье мы рассмотрим причины поломок индуктивного датчика проводимости CLS54 фирмы Endress-Hauser. Выполненный в пластиковом экране датчик защищен от агрессивного воздействия измеряемого элетролитического раствора. Жидкости, в которых проводят измерения, транспортируются по трубопроводам, и нахождение в герметичной трубе делает корпус датчика уязвимым:

1. Для воздействия гидроударов, проходящих в трубопроводах;

2. Воздействия вибрации от близко расположенного насоса;

3. Воздействия первых двух факторов в условиях высокой температуры раствора (часто на мойках используют наведенные растворы 70-85 градусов Цельсия), наличия агрессивной щелочной или кислотной среды (этот фактор учтен стойкостью пластмассы к этим агрессивным средам), но при появлении трещин на датчике раствор выводит температурный или индукционный элемент датчика из строя.

Совокупность этих факторов приводит к кратному сокращению срока службы данных датчиков.

Основной причина выхода из строя датчиков это трещина пластикового корпуса датчика в районе проходного отверстия или вблизи термоэлемента.

На пищевом производстве (молочный комбинат) эти датчики стоят на:

1. Циркуляционных линиях наведения моющих растворов щелочных и кислотных танков;

2. Подающих и возвратных линиях для промывки оборудования с танков наведения моющих растворов;

3. Продуктовые линии для перекачки продуктов на фасовочные автоматы (это самые долгоживущие датчики).

На рассматриваемом предприятии выходит из эксплуатации порядка 15 датчиков в год при общем количестве 30 приборов на линиях, связанных с мойками. То есть отбраковка на участках с «тяжелыми» условиями составляет 50% в год от общего количества, установленного на этих участках датчиков.

Данные по статистке отбраковки получены за период три года.

Заключение

Предлагается для усовершенствования данных приборов и повышения срока эксплуатации данных датчиков использовать:

1. Приемы по устранению гидроударов в линиях, где стоят датчики. Для этого в технологических программах предусмотреть пуск насосов на данных линиях после открытия всех клапанов на этих линиях. На сегодняшний день это не соблюдается.

Использовать расширительные баки-экспанзоматы для демпфирования гидроударов, если это позволяет технология моек.

2. Для снижения действия вибрации на датчики предусматривать вибровставки в системе крепления насоса и на трубопроводе, и на основании крепления насоса.

Литература

1. ГОСТ Р8722-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Анализаторы жидкости кондуктометрические. Переиздание март 2019 г.

2. Панфилов В.А. Электрические измерения. М.: Издательский центр «Академия», 2013. С. 228.

3. *Маркелов С.Н., Сазанов Б.Я.* Электротехника и электроника: Учебное пособие. «Инфра-М», 2021. 268 с.

4. *Первухин Б.С.* Развитие научно-методических основ проектирования кондуктометрических приборов контроля жидкостей и разработка технических средств их метрологического обеспечения.: Докторская диссертация. Барнаул, 2012. 216 с.

5. Инструкция по эксплуатации Liquisys M CLM223/253 https://bdih-download.endress.com/files/DLA/4CA099384DF76BD1E10000000A35E042/TI193CRU.pdf

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА

Самохин Евгений Григорьевич,
МТУСИ, Москва, Россия,
jackman.samohin@yandex.ru

Аннотация

Целью данной статьи является анализ методологий моделирования бизнес-процессов при автоматизации документооборота системы информационного обеспечения. Ознакомимся с основными понятиями, недостатками и преимуществами рассматриваемых моделей. Проведем сравнение по сложности входного порога при выборе той или иной методологии моделирования.

Ключевые слова

Документооборот, BPMN, IDEF, EPC, UML, бизнес-процесс.

Введение

Документооборотом называют жизненный цикл документа с момента его создания до архивации (или уничтожения, если он исчерпал свою значимость). А деятельность, которая связана с процессом оформления документа и всей последующей работой с ним, носит название «делопроизводство». Документооборот – это важная и неотъемлемая часть делопроизводства.

При автоматизации документооборота в организации важной задачей является анализ и оптимизация бизнес-процессов.

Моделирование бизнес-процессов (Business Process Modeling) — один из методов повышения эффективности и прозрачности работы организации. В его основе лежит процессный подход к управлению: процессы описываются через присущие им элементы — действия, данные, события, материалы. Полученное описание позволяет глубоко разобраться в бизнес-процессах, увидеть потенциал их улучшения и эффективно организовать взаимодействие всех участников.

Модель – это графическое или текстовое представление бизнес-процессов и логической взаимосвязи между ними. С ее помощью отображают два состояния процессов: как есть – текущая деятельность организации, и как должно быть – ее будущее состояние после внесения изменений или улучшений.

Системное моделирование бизнес-процессов может быть выражено в виде блок-схем, диаграмм, таблиц, сценариев и т.д. Способы, выбранные для наглядного отображения элементов, называются методами моделирования.

В данной статье мы рассмотрим несколько методологий моделирования бизнес-процессов, которые могут быть применены при автоматизации документооборота.

1. Бизнес-процессный подход (BPMN)

Бизнес-процессный язык моделирования (BPMN) является наиболее распространенной методологией для моделирования бизнес-процессов. Он предоставляет нотацию для описания шагов, событий, ролей и потоков документов при выполнении бизнес-процессов в организации. С помощью BPMN можно визуально представить поток документов, роли, ответственные за выполнение задач, а также автоматические и ручные промежуточные этапы [2].

Основные достоинства бизнес-процессного подхода (BPMN):

1. Визуализация: BPMN предоставляет наглядное представление бизнес-процессов, что делает их понятными и доступными для всех участников команды. Это помогает облегчить коммуникацию и понимание процессов, а также улучшить сотрудничество.

2. Стандартность: BPMN является открытым стандартом, разработанным консорциумом Object Management Group (OMG). Благодаря этому, он поддерживается большинством программных инструментов и используется многими организациями во всем мире. Это упрощает совместную работу и обмен информацией между разными участниками.

3. Анализ и оптимизация: Бизнес-процессный подход позволяет анализировать и оптимизировать бизнес-процессы, выявлять проблемы и улучшать их эффективность. BPMN предоставляет инструменты для моделирования, симуляции и анализа процессов, что помогает выявить узкие места и находить оптимальные решения.

4. Интеграция и автоматизация: BPMN позволяет интегрировать бизнес-процессы с различными информационными системами и автоматизировать их выполнение. Это упрощает управление и контроль процессов, сокращает время выполнения, уменьшает возможность ошибок и повышает производительность.

Основные недостатки бизнес-процессного подхода (BPMN):

1. Сложность: Визуализация бизнес-процессов в формате BPMN может быть сложной задачей, требующей определенных знаний и навыков. Некорректное моделирование может привести к неправильному пониманию процессов и ошибкам в их реализации.

2. Субъективность: Интерпретация и понимание BPMN-диаграмм могут различаться в зависимости от конкретного контекста и понимания участников. Это может привести к неоднозначности и неправильным выводам, если согласования и обсуждения недостаточно.

3. Сложность обучения: для эффективного использования BPMN требуется обучение и освоение определенных инструментов и методологий. Не все сотрудники обладают необходимыми знаниями, что может быть препятствием для успешной реализации подхода.

4. Ограничения формата: BPMN имеет свои ограничения и не всегда может описать все аспекты бизнес-процессов. Например, сложные алгоритмы, адаптивные или итеративные процессы могут быть сложными для моделирования в рамках BPMN.

2. IDEF

IDEF (Описание и представление процессов) — это семейство методологий, которые разработаны для анализа, моделирования и оптимизации бизнес-процессов. Методологии IDEF позволяют описывать бизнес-процессы в виде диаграмм, потоков данных и текстовых описаний.

IDEF имеет различные версии, такие как IDEF0, IDEF3 и IDEF4, которые могут быть использованы для моделирования бизнес-процессов и документооборота [1].

Основные достоинства IDEF (Описание и представление процессов) включают:

1. Структурированное представление процессов: IDEF позволяет представить процессы в структурированном виде, что упрощает их понимание и анализ.

2. Единый язык: IDEF предоставляет единый язык для описания и представления процессов, что облегчает коммуникацию между различными сторонами.

3. Гибкость и адаптируемость: IDEF позволяет гибко адаптировать и модифицировать стандартные процессы под конкретные потребности организации.

4. Возможность автоматизации: IDEF может быть использован для автоматизации процессов, что помогает ускорить выполнение задач и снизить вероятность ошибок.

Однако у IDEF также есть некоторые недостатки:

1. Сложность в освоении и использовании: IDEF требует определенного уровня знаний и навыков для его применения, поэтому может потребоваться время и ресурсы для его освоения.

2. Ограниченность функциональности: IDEF не может полностью охватить все аспекты процессов, поэтому может потребоваться использование дополнительных методологий или инструментов для полного анализа процессов.

3. Отсутствие стандартизации: IDEF не является стандартом и может иметь различные интерпретации и варианты использования, что может создавать некоторую путаницу при обмене информацией между различными организациями.

3. Event-driven Process Chain (EPC)

Event-driven Process Chain (EPC) - это методология моделирования бизнес-процессов, которая используется для анализа и оптимизации потоков документов и операций в организации. EPC основана на использовании событий, функций и процессов, которые представлены в виде диаграммы, состоящей из элементов, связей и условных операторов. EPC дает возможность представления документооборота на уровне процессов с учетом событий, функций и управляющих переходов [5].

Основные достоинства методологии Event-driven Process Chain (EPC):

1. Визуализация бизнес-процессов: EPC предоставляет графическое представление бизнес-процессов, что помогает лучше понимать и анализировать их.

2. Простота понимания: EPC достаточно проста и интуитивно понятна, поэтому ее можно использовать даже среди пользователей без специфических знаний в области моделирования процессов.

3. Анализ процессов: EPC позволяет легко выявлять узкие места, избыточности и неэффективности в бизнес-процессах и проводить их оптимизацию.

4. Интеграция с другими методологиями: EPC может быть легко интегрирована с другими методологиями моделирования, такими как UML, что позволяет более полно и точно представить процессы.

Основные недостатки методологии EPC:

1. Ограниченность в определении времени: EPC не предоставляет полной информации о времени выполнения каждого шага процесса, что может быть ограничением при моделировании более сложных процессов.

2. Отсутствие поддержки при проектировании информационных систем: EPC ставит акцент на бизнес-процессы и их оптимизацию, но не предоставляет инструменты для проектирования информационных систем, что может быть недостатком в определенных ситуациях.

3. Неэффективность при описании параллельных процессов: EPC не наилучшим образом подходит для моделирования параллельных процессов, так как ее основной упор делается на последовательные шаги.

4. Перенасыщение информационной нагрузкой для сложных процессов: EPC может стать непонятной и запутанной при моделировании сложных процессов, требующих большего количества

4. UML

Унифицированный язык моделирования (UML) – это язык, разработанный для моделирования систем и процессов в программировании предоставляя набор диаграмм, таких как диаграммы классов, диаграммы последовательности и диаграммы состояний, которые помогают описать различные аспекты системы, но также может быть использован для моделирования бизнес-процессов, в том числе и в документообороте. UML предоставляет нотацию для определения ролей, задач, документов, связей и их взаимодействия в рамках бизнес-процессов. UML может быть использован как дополнение к другим методологиям для более детального моделирования и анализа бизнес-процессов [3-4].

Основные достоинства UML методологии:

1. Универсальность: UML может использоваться для моделирования различных типов систем – от программных продуктов до бизнес-процессов.

2. Наглядность: UML предоставляет набор графических символов и диаграмм, которые позволяют ясно представить структуру и динамику системы.

3. Возможность коммуникации: UML предоставляет единый язык для коммуникации между разработчиками, заказчиками и другими заинтересованными сторонами.

4. Гибкость: UML поддерживает различные уровни детализации и позволяет моделировать разные аспекты системы, начиная от высокоуровневых концепций и заканчивая детализацией алгоритмов.

5. Улучшение процесса разработки: UML помогает разработчикам лучше понять систему, определить требования, обнаружить ошибки и идентифицировать улучшения еще на ранней стадии разработки.

Основные недостатки UML методологии:

1. Сложность: UML имеет большое количество символов и диаграмм, что может быть сложно для новичков.

2. Неприспособленность для малых проектов: UML может быть излишне сложным и затратным для использования в небольших проектах, где требуется быстрое развертывание.

3. Отсутствие формальной семантики: UML не обладает формальной семантикой, что может привести к неоднозначности интерпретации некоторых элементов.

4. Трудность поддержки и совместной работы: слишком большое количество диаграмм и сложность некоторых символов может затруднить поддержку и совместную работу при использовании UML.

5. Фокус на статическом моделировании: UML сконцентрирован на статическом моделировании системы и может быть менее эффективным при моделировании

динамических процессов или систем с часто изменяющейся логикой.

Заключение

Основываясь на приведенных выше пунктах, можно сделать вывод что сложность освоения методология моделирования может зависеть от индивидуальных предпочтений и опыта каждого человека. Однако, среди перечисленных методологий, UML (Unified Modeling Language) может быть наиболее сложной в освоении для начинающих пользователей. UML предоставляет большое количество диаграмм и нотаций, которые могут быть сложными для понимания и применения без должного обучения и практики. Более того, UML может использоваться для моделирования различных видов систем, что также может добавить сложности. Однако, с опытом и практикой, освоение UML может стать более легким и натуральным процессом.

1. Определить самую простую методологию моделирования сложно, так как это зависит от индивидуальных предпочтений и области применения.

2. Однако, помимо нотаций и методологий, важно помнить о нескольких ключевых аспектах при моделировании бизнес-процессов при автоматизации документооборота:

3. Учет требований заказчика: моделирование должно быть направлено на достижение конкретных целей и требований организации, поэтому важно учесть потребности заказчика и его стратегические цели.

4. Анализ и оптимизация процессов: моделирование должно быть сопровождено анализом и оптимизацией бизнес-процессов, чтобы улучшить их эффективность и сократить время выполнения.

5. Включение всех заинтересованных сторон: моделирование должно проводиться с участием всех заинтересованных сторон, таких как руководители и сотрудники, чтобы убедиться, что все существующие процессы и потребности учтены и участники согласны с новыми предлагаемыми изменениями.

6. Регулярное обновление моделей: бизнес-процессы и требования организации могут меняться со временем, поэтому важно периодически обновлять и проверять актуальность моделей и вносить изменения при необходимости.

В целом, методологии моделирования бизнес-процессов при автоматизации документооборота – это инструменты, которые помогают организациям лучше понять и оптимизировать свои процессы, улучшить эффективность работы и достичь своих бизнес-целей. Они предоставляют стандартные нотации и подходы к моделированию, что позволяет участникам проекта взаимодействовать и сотрудничать для более успешной автоматизации документооборота.

Литература

1. *Долганова О.И. Виноградова Е.В., Лобанова А.М.* Моделирование бизнес-процессов: учебник и практикум для вузов; под редакцией О. И. Долгановой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2023. 322 с.

2. *Рамбо Д., Блаха М.* UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка. СПб.: Питер, 2007. 544 с.

3. *Миндалёв И. В.* Моделирование бизнес-процессов с помощью IDEF0, DFD, BPMN за 7 дней: учебное пособие. Красноярск: КрасГАУ, 2016. 123 с.

4. *Морозова В.И., Врублевский К.Э.* Моделирование бизнес-процессов с использованием методологии ARIS: учебно-методическое пособие. М.: РУТ. (МИИТ), 2017.

5. *Федоров И.Г.* Нотация BPMN 2.0. Стандарт ISO/IEC 19510:2013 для создания исполняемых моделей бизнес-процессов: учебник. М.: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2018. 263 с.

ИНВЕСТИЦИОННАЯ КАРТА РЕГИОНА (ОБЛАСТИ)

Серпуховитина Майя Владимировна,
МТУСИ, Ижевск, Россия,
mayaserpuhovitina @gmail.com

Аннотация

Современная экономика требует эффективных инструментов для управления инвестиционной активностью. Целью данного исследования является создание интерактивной карты инвестиционных проектов и площадок, которая обеспечит доступ к актуальной информации об инвестиционных возможностях региона (области). Данный проект включает в себя разработку визуально доступной интерактивной карты, где можно получать информацию о проектах, инфраструктуре, истории успеха или настроить фильтры по своему запросу.

Ключевые слова

Инвестиционный проект Инвестиционный портал Интерактивная площадка Интерактивная карта Мультимасштабные карты.

Введение

Инвестиционная привлекательность региона зависит от множества факторов, включая экономическую стабильность, инфраструктуру, доступность ресурсов, уровень технологического развития и бизнес-климата. Инновационные технологии могут значительно улучшить процесс определения инвестиционной привлекательности региона, предоставляя точные и актуальные данные для принятия важных бизнес-решений. Перечисленные инновационные технологии могут содействовать привлечению и удержанию инвестиций, улучшению прозрачности и снижению бюрократических барьеров, что в конечном итоге способствует развитию экономики региона.

Анализ данных и машинное обучение:

- Прогностические модели: Использование алгоритмов машинного обучения для анализа больших объемов данных, включая экономические показатели, социальные факторы, инфраструктуру и другие параметры, чтобы предсказать будущий экономический рост региона.
- Кластерный анализ: Идентификация экономических кластеров и определение их потенциала для развития.

Геоинформационные системы (ГИС):

- Пространственный анализ: Использование ГИС для пространственного анализа, включая оценку доступности инфраструктуры, определение оптимальных местоположений для развития новых предприятий и т.д.
- Картографирование рисков: Создание карт рисков, включая климатические, геологические и другие факторы, которые могут повлиять на инвестиции.

Блокчейн:

- Прозрачность данных: Использование технологии блокчейн для обеспечения прозрачности и подлинности данных, таких как статистика, договоры и финансовые показатели, что может улучшить доверие инвесторов.
- Смарт-контракты: Реализация смарт-контрактов для автоматизации и упрощения инвестиционных процессов.

Информационные платформы и порталы:

- Электронные порталы: Разработка электронных порталов и информационных платформ, где инвесторы могут получать актуальную информацию о региональных возможностях и инвестиционном климате.
- Обратная связь от инвесторов: Использование онлайн-обратной связи от инвесторов для непрерывного улучшения условий и привлекательности региона.

Искусственный интеллект в принятии решений:

- Анализ рисков: Применение ИИ для анализа рисков инвестиций и предоставления рекомендаций для принятия обоснованных решений.
- Автоматизация решений: Разработка систем автоматического принятия решений на основе данных и аналитики для оптимизации инвестиционных стратегий.

Эти инновационные технологии могут содействовать привлечению и удержанию инвестиций, улучшению прозрачности и снижению бюрократических барьеров, что в конечном итоге способствует развитию экономики региона.

Результаты исследований

Для развития региона важное значение имеет эффективная «витрина» реализованных, реализуемых инвестиционных проектов региона, демонстрирующая потенциал территории для локализации производства.

Предпосылками развития такого проекта, как инвестиционный портал, может стать отсутствие простого удобного взаимодействия текущих и потенциальных инвесторов с административными ресурсами региона (области), желание продемонстрировать потенциал развития, как привлекательного региона с приятным инвестиционным климатом, привлечь новые предложения для сотрудничества.

Решением может стать интерактивная карта инвестиционных проектов и площадок. Карта призвана облегчить взаимодействие потенциальных инвесторов с субъектом и придать наглядности и прозрачности [3].

В ходе работы над Картой решаются следующие вопросы:

- Классификация проектов и площадок
- Полноценное представление инвестиционного потенциала региона (области)
- Продвижение инвестиционных площадок и проектов
- Визуализация данных
- Полноценный поиск
- Помощь в определении желаемого проекта

Описание интерактивной карты

Интерактивная карта возможностей региона представляет собой географическую карту области с нанесенными метками городов, инфраструктурных объектов, проектов, с нанесенными слоями районов республики (области) и инвестиционных площадок.

Интерактивная карта возможностей региона является интерфейсом для наглядного представления интересной для инвестора информации о регионе (области) в разрезе муниципальных образований, расположенной на инвест-портале.

Для ее реализации планируется использовать электронные мультимасштабные карты открытого пользования.

Для работы с картой и наполнения ее контентом должна быть реализована административная часть.

Виртуальная карта возможностей региона является интерактивной картой, с которой можно взаимодействовать.

Пользователь может:

- фильтровать контент карты при помощи фильтров,
- масштабировать карту,
- выбрать МО,
- кликнуть на иконки проектов, площадок, инфраструктурных элементов, историй успеха, перспективных направлений, природных ресурсов.

Возможности инвестиционной карты

При первом просмотре карта представляет собой стилизованную карту региона (области) с нанесенными графическими отображениями инвестиционных площадок и проектов, границами МО, иконками инфраструктурных объектов, фильтрами, легендой, возможностью переключиться в режим спутника [2]. В режиме спутника графические элементы остаются доступны. Предлагаю разделять объекты на 3 составляющие: объект федерального значения/ объект регионального значения/ объект местного значения.

По умолчанию на карте показываются иконки инвестиционных проектов и площадок, инфраструктурных элементов, историй успеха.

Иконками и областями на карте обозначаются [1]:

1. Инвестиционные площадки.
2. Инвестиционные проекты (с элементами отрасли).
3. Элементы энергетической инфраструктуры (вышки, ТЭЦ, заправки, газораспределительные станции, трансформаторные подстанции).
4. Элементы производственной инфраструктуры (заводы, предприятия).
5. Элементы транспортной инфраструктуры (ж/д вокзалы и станции, аэропорт, речные порты, таможенные посты).
6. Элементы инфраструктуры здравоохранения (больницы, поликлиники, фельдшерские пункты).
7. Элементы инфраструктуры образования (школы, спо, вузы, детские сады).
8. Элементы инфраструктуры культуры (театры, кинотеатры, музеи, зоопарки, торговые центры, гостиницы, выставочные центры).
9. Истории успеха.
10. Перспективные виды деятельности для СМП.
11. Природные ресурсы

Каждая отрасль экономической деятельности имеет свое обозначение:

1. Сельское хозяйство.
2. Пищевая и перерабатывающая промышленность.
3. Производство строительных материалов.
4. Добыча полезных ископаемых.
5. Социальная сфера.
6. Деревообрабатывающая промышленность, включая лесозаготовку.
7. Машиностроение.
8. Металлообработка.
9. Нефтесервисная промышленность.
10. Легкая промышленность.
11. Автомобилестроение.
12. Обрабатывающая промышленность, в том числе приборостроение и ОПК.
13. Санаторно-курортный и туристический комплекс.
14. Информационно-коммуникационные технологии.

Для полноценной работы с картой необходимо предусмотреть систему фильтров переключения контента для того, чтобы пользователь смог получить для себя самую точную и конкретную информацию [4].

На карте представляем следующие фильтры:

1. Переключатель между стилизованной картой и спутником.
2. Инвестиционные площадки. При выборе данного фильтра показываются только площадки.
3. Инвестиционные проекты. При выборе данного фильтра показываются только проекты.
4. Истории успеха. При выборе данного фильтра показываются только истории успеха.
5. Перспективные виды деятельности. При выборе данного фильтра отображаются МО (муниципальные образования), в которых есть указанные виды деятельности.
6. Природные ресурсы. При выборе данного фильтра показываются иконки природных ресурсов.
7. Выбор отрасли экономической деятельности. При выборе данного фильтра показываются только проекты и истории успеха, относящиеся к данной отрасли. Площадки показываются все.
8. Выбор элементов инфраструктуры. При выборе данного фильтра показываются только элементы выбранной инфраструктуры.

Фильтры сочетаются между собой. Например, при выборе фильтров “Отрасль” и “Проекты” показываются только проекты выбранной отрасли. Фильтры работают в обоих режимах отображения. Фильтр наследуется при выборе МО (муниципальное образование).

Для демонстрации полной информации о проекте/ площадке/ МО открываются карточки с подробным описанием, с планируемой окупаемостью, фотографиями.

При выборе МО на карте происходит выделение выбранного МО, четко обозначаются его границы, иконки проектов, площадок и элементов инфраструктуры остаются на карте МО. Иконки других районов скрываются.

При выборе МО открывается карточка МО с краткой информацией о возможностях инвестора в этом районе. С карточкой МО можно перейти на отдельную страницу МО в структуре сайта, где будет размещена развернутая полная информация об инвестиционных данных района.

При наведении на иконку проекта или площадки появляется подсказка с названием проекта/площадки. При клике на проект/площадку появляется его карточка с основными данными по нему.

Карточка проекта на карте содержит следующие данные:

1. Название проекта.
2. Краткое описание проекта.
3. Сумма требуемых инвестиций.
4. Срок окупаемости.
5. Отрасль.

Карточка площадки на карте содержит следующую информацию:

1. Название площадки.
2. Краткое описание площадки.
3. Сумма требуемых инвестиций.
4. Площадь.
5. Назначение (если есть).

При выборе фильтра “Истории успеха” показываются иконки успешно реализованных инвестиционных проектов. Иконки реализованных проектов визуально отличаются от иконок текущих инвестиционных проектов. При наведении на иконку истории успеха появляется подсказка с названием.

Разработка

Технологический стек бэкенд:
Язык программирования – PHP 7.0
База данных – MySQL 5.7
CMS – 1С-Битрикс 16.5

Библиотеки:
- symfony/console (консольное приложение)
- symfony/event-dispatcher (события)
- monolog/monolog (логирование)

Архитектура

Backend разделен на четыре логических части:
- Главная страница
- API для веб-приложения карты инвестиций
- Административная панель
- Консольное приложение для работы с миграциями

Раз в минуту jenkins отпрашивает gitlab об изменении в ветках test для тестового окружения и master для продакшен окружения. При изменении запускается скрипт ansible, который готовит новый релиз, обновляя измененные файлы, подключая к нему симлимки на ядро битрикса и, если предыдущие шаги выполнены успешно, переключает nginx и php-fpm на работу с новым релизом. Таким образом у нас происходит бесшовное обновление с нулевым даунтаймом. Одновременно на сервере хранится три последних успешных релиза и поддерживается функция отката на предыдущую версию.

Главную страницу можно сделать максимально просто. Генерация html-представления происходит на стороне сервера.

API для веб-приложения строится на кастомном комплексном компоненте, который выступает в роли роутера. В зависимости от HTTP-запроса вызывается соответствующий метод класса комплексного компонента (с натяжкой можно назвать такой метод контроллером). В методе класса происходит получение требуемых данных из БД, их обработка, кеширование. Далее происходит преобразование в json-формат и данные отправляются на клиент (в нашем случае, браузер) [5].

Административная часть полностью построена на базе CMS и никак не кастомизирована. Все сущности хранятся в стандартном для данной CMS виде – инфоблоках.

Консольное приложения для работы с миграциями разработано на основе компонента symfony/console. При разработке приложения подразумевалось, что все сущности, необходимые для работы проекта, будут создаваться с помощью миграций, а не через административную панель. Это позволит содержать структуру БД на разных площадках (dev, test, prod) в одинаковом состоянии.

Миграции представляют из себя класс, который содержит методы up и down. Метод up включает в себя логику создания/изменения сущностей, которая в большинстве случаев представляет из себя работу с api Битрикс. Соответственно, метод down – логику возврата к состоянию до вызова метода up.

Технологический стек фронтенд:
Язык программирования – Javascript(ES6,ES7)

Библиотеки:
- react/redux
- jquery
- lodash

За визуальное представление приложения отвечает библиотека React. Анимация, раскрывание списков, нотификация, вкладки, переключения типа карты. За управление состоянием приложения, содержащее в себе переменные, доступ на чтение значение которых можно получить из любого места приложения, а также методы, выполняющие заложенную бизнес-логику и/или модифицирующие значения этих переменных: фильтрация/получение данных, – отвечает Redux.

Системное администрирование
Технологический стек
1. gitlab
2. jenkins
3. ansible
4. ansistrano

Цифровая картографическая основа

Электронные мультимасштабные карты открытого пользования:
– Единая электронная картографическая основа;
– ORBIS карта;
– OpenStreetMap;
– Яндекс схема;
– Яндекс спутник;
– Google карты;
– 2ГИС или аналоги;
– Публичная кадастровая карта.

Заключение

Инвестиционная интерактивная карты региона (области) может быть очень гибким и постоянно совершенствующимся, с помощью новых технологий, инструментом в зависимости от нормативных актов, потребностей бизнеса и региона.

Это часть решения проблемы с ограниченным доступом к информации о существующих инвестиционных проектах и площадках.

Данный инструмент способствует улучшению прозрачности рынка, создает условия для эффективного взаимодействия между инвесторами и проектами, способствует общему экономическому развитию в целом. Административная часть позволяет добавлять, редактировать и удалять метки по мере необходимости. А интерактивное представление, простота визуализации, возможность установки фильтров делает процесс удобным и интуитивно доступным.

Логически связанные изображения оптимизированы для ускорения загрузки и работы, а экраны карты отображаются во всех распространенных браузерах, на обоих мобильных платформах (iOS, Android). Поддержка данного продукта возможна на всех доступных устройствах – ноутбуки, планшеты, мобильные телефоны.

Литература

1. *Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В*. Геоинформационные системы территориального управления: Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. 121 с.

2. *Турлапов В.Е.* Геоинформационные системы в экономике: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: НФ ГУ-ВШЭ, 2007. 104 с.

3. *Рауткаусас Т.К.* Инвестиции и инвестиционная деятельность организаций: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 316 с.

4. Модели работы региональных специализированных организаций в области привлечения инвестиций III издание [Электронный ресурс] // Ассоциации агентств инвестиций и развития: [Офиц.сайт] 2021. URL: https://naair.ru/files/articlesblockgallery/analiticheskiy_otchet_investportali.pdf

5. Кому на Руси жить хорошо? Как мы искали самый «зеленый» город с помощью OpenStreetMap и Overpass API // habr.com [IT блог]. URL: https://habr.com/ru/post/520524/

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВОГО РУБЛЯ И СМАРТ-КОНТРАКТОВ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Слядников Павел Евгеньевич,
Московский технический университет связи и информатики, заведующий лабораторией, Москва, Россия,
p.e.slyadnikov@mtuci.ru

Ерохин Андрей Густавович,
Московский технический университет связи и информатики, доцент, кандидат технических наук, Москва, Россия,
andrew145@yandex.ru

Ванина Маргарита Федоровна,
Московский технический университет связи и информатики, доцент, кандидат технических наук, Москва, Россия,
margo.vanina2012@yandex.ru

Тутова Наталья Владимировна,
Московский технический университет связи и информатики, доцент, кандидат технических наук, Москва, Россия,
n.v.tutova@mtuci.ru

Аннотация

В настоящее время в РФ уже принята законодательная база, касающаяся применения цифровой валюты. Пилотное тестирования проходит разработанная Центральным банком РФ платформа для использования цифрового рубля. В работе анализируются возможности применения цифрового рубля и смарт-контрактов в рамках цифровой трансформации системы образования РФ. Проводится анализ и делаются выводы, каким образом применение цифрового рубля сможет повлиять на дальнейшее развитие системы образования в рамках цифровой трансформации системы образования РФ, что в этом плане будет способствовать повышению эффективности, доступности и повышению качества образования.

Ключевые слова

Цифровой рубль, платформа цифрового рубля, смарт-контракты, криптовалюта, система образования

Введение

В соответствии с Указом Президента РФ от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [12] в качестве важнейшей цели ставит цифровую трансформацию всех сфер экономики, в том числе и образовательной отрасли.

Важнейшей частью цифровой трансформации является внедрение в образовательный процесс современных информационных технологий, в частности:

- применение методов искусственного интеллекта, средств дополненной и виртуальной реальности, организацию работы с большими данными;
- развитие в образовательных организациях цифровой образовательной среды;
- обеспечение общедоступного широкополосного доступа к интернету и другие.

Такие технологии могут, как непосредственно влиять на образовательный процесс, так и повышать эффективность управленческих процессов в образовательных учреждениях.

Одной из таких технологий в перспективе может выступить и применение различных криптовалют, в том числе и цифрового рубля. Цифровой рубль представляет собой digital-форму обычного российского рубля. Данная валюта эмитируется Банком России в качестве дополнения к прочим видам валюты.

В образовательной сфере использование цифрового рубля может способствовать, в частности, повышению эффективности управления финансами. Применение цифрового рубля позволяет обеспечить мгновенные и безопасные денежные транзакции, значительно упростить учет средств, повысить прозрачность и контроль над расходованием бюджета учебных учреждений.

В настоящее время в нашей стране уже принята законодательная база, касающаяся применения цифровой валюты. Пилотное тестирования проходит разработанная Центральным банком РФ платформа для использования цифрового рубля. В этом процессе участвуют 13 банков, 600 человек и 30 юридических лиц в 11 городах России [1].

Однако применение цифровой валюты в различных областях имеет свои особенности. Целью настоящей работы является оценка возможных способов применения цифрового рубля в системе образования с учетом ее специфики и анализ возможных последствия от его внедрения.

Развитие цифрового рубля как отечественной криптовалюты

Цифровой рубль как таковой невозможно рассматривать без понимания его природы и среды, в которой он функционирует.

В основе и цифрового рубля, как и любой другой криптовалюты, лежит технология блокчейн. Отличие цифрового рубля от подавляющего большинства существующих криптовалют является то, что эмитентом цифрового рубля является государство в лице Банка России. Из этого следует, что транзакции цифрового рубля не будут являться «условно анонимными», а будут находиться под контролем государства.

Поскольку образовательная система в РФ также является преимущественно государственной, эта особенность цифрового рубля может быть отнесена скорее к несомненным достоинствам.

Применение цифровой валюты будет способствовать большей прозрачности для анализа и возможного противодействия коррупции, поскольку можно будет с легкостью проверить путь каждого цифрового рубля до его конечного получателя. Повсеместное использование в настоящее время наличных средств является одним из факторов, способствующих развитию коррупции и ухода от налогов [2]. Цифровой рубль значительно сокращает объем использования наличности. В цифровом рубле Центральный банк России рассматривает возможность использования гибридной модели, комбинируя элементы централизованного и децентрализованного управления (распределенный реестр) [3].

Согласно положению Банка России от 3 августа 2023 г. N 820-П «О платформе цифрового рубля» возможно проведение таких операций с криптовалютой, как перевод, пополнение, вывод средств со счета цифрового рубля. Переводы на основе криптовалюты возможны в цифровой форме – они производятся путем одномоментной записи по личным счетам абонентов, и при этом дополнительная запись по корреспондентским счетам банков не производится. Такая возможность появляется за счет того, что все открываемые в цифровых рублях счета централизуются на единой платформе [4].

Банк России не будет устанавливать ограничения в использовании цифрового рубля, однако такая возможность появится у самих клиентов [5]. Для этого клиентам предоставляется право использования так называемых смарт-контрактов – программных алгоритмов, выполняющихся при определенных условиях и направленных на автоматизацию переводов и, в конечном итоге, автоматизацию различных процессов пользователя (физического лица, организации, учреждения), связанных с транзакциями.

Фактически смарт-контракт является аналогом бумажного договора, который включает в себя некий стандартный набор условий, при наступлении которого выполняется определенное действие, например, расчет с контрагентом (рис.1):

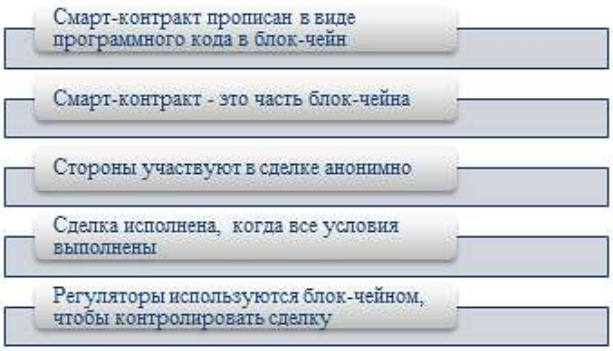


Рис. 1. Смарт-контракт как часть блок-чейна

Сегодня сложно предполагать, как будет осуществляться реализация смарт-контрактов на основе цифрового рубля, поскольку цифровая платформа еще тестируется. Но очевидно, что именно смарт-контракты открывают возможности гибкой настройки работы с цифровым рублём.

О серьезности и актуальности использования смарт-контрактов как аналогов существующих бумажных договоров говорит тот факт, что такие контракты уже используются в крупных российских компаниях. Например, РЖД и Дальневосточное морское пароходство (транспортная группа Fesco) используют смарт-контракты при организации грузовых перевозок. «Сбер» реализовал первую в России сделку по предоставлению банковской гарантии, где обычный договор был заменен смарт-контрактом [6].

Маркировка цифровых рублей является дополнительным средством, позволяющим отслеживать все этапы прохождения маркированных цифровых рублей и таким образом определить условия их расходования, определять, какие конкретно категории товаров или услуг можно будет приобрести с их помощью [7].

Перспективы и возможности **использования цифрового рубля в образовании**

Применение цифровой валюты и смарт-контрактов на основе цифрового рубля в сфере образования может быть весьма многообещающим. Некоторые из возможных вариантов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Возможности применение цифрового рубля в системе образования РФ

Вариант применения цифрового рубля	Возможность применения цифрового рубля	Достигаемый эффект
Оплата обучения	Цифровой рубль может быть использован для оплаты обучения и дополнительного образования	Упрощение и ускорение процесса перевода денежных средств; исключение из цепочки посредников из банков
Оплата онлайн-курсов	Образовательные платформы могут интегрировать цифровой рубль в качестве оплаты за онлайн-курсы	Упрощение и удешевление доступа к образовательным ресурсам
Стипендии и гранты	Распределение стипендий и грантов для студентов может быть автоматизировано с использованием цифрового рубля	Повышение быстроты и прозрачности выплат, экономия труда бухгалтеров
Фонды поддержки	Целевые денежные фонды для поддержания материального состояния университетов, исследовательских проектов могут принимать пожертвования в виде цифрового рубля	
Дополнительные платежи в учебных заведениях	Плата за общежитие, штрафы за просрочку возврата книг в библиотеку и т.д., могут быть автоматизированы с помощью цифрового рубля	
Программы лояльности и мотивации	Вузы могут использовать цифровой рубль для запуска программ лояльности для студентов и преподавателей, включая вознаграждения за успехи	

Финансирование исследований	Упрощение процесса финансирования научных исследований с помощью цифровой валюты, включая процессы отчётности и распределения средств между исполнителями	Устранение неравенства в распределении средств между исполнителями программ и грантов; возможность определения конечных получателей средств, совершенствование анализа их использования

Применение смарт-контрактов дает возможность совершенствования процессов управления учебным заведением. Например, такие контракты позволяют значительно повысить степень автоматизации внутренних денежных операций и контроля исполнения договоров купли-продажи в образовательных учреждениях всех форм собственности.

Однако применение смарт-контрактов и цифровой валюты имеет и некоторые ограничения. В первую очередь такие ограничения касаются необходимости соблюдения существующей нормативной базы в области государственных закупок. Механизмы работы торговых площадок с использованием цифрового рубля должны быть согласованы с законодательством о госзакупках (44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и др.). Это относится не только к образовательным учреждениям, хотя в Федеральных государственных учреждениях контроль закупочной деятельности осуществляется особенно строго.

Анализ международного опыта использования цифровых валют в образовательной сфере

Актуальность предлагаемого исследования можно обосновать тем, что схожие темы поднимается исследователями и в других странах.

Одним из примеров может служить модель платформы на основе смарт-контрактов для управления стипендиями и платежами студентов в Турции через Credit and Hostels Institution (CHI). CHI – государственное учреждение в Турции, которое управляет стипендиями, кредитами и услугами предоставления общежития для получающих высшее образование. Такая модель платформы включает в себя множество сторон и процессов, обеспечивает прозрачность и целостность документооборота, а также обеспечивает проверку тех, кто имеет право на получение стипендии, по автоматическим правилам [8].

Оригинальный подход предлагают учёные из Малайзии и Индонезии. Ими предлагается модернизация действующей системы геймификации в высшем образовании на основе смарт-контрактов, целью которой является повышение уровня жизни студентов из малообеспеченных семей. Геймификация представляет собой подход, в котором используются элементы игры с целью повышения мотивации учащихся и максимизации чувства удовольствия и вовлеченности в процесс обучения. В рамках разработки также предлагается создание специальной платформы для автоматизации [9].

Правительство России ставит амбициозные задачи по цифровой трансформации всех отраслей государственного управления. В частности, поставлена задача «достижения «цифровой зрелости» ключевых отраслей экономики, социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования [10].

Заключение

Внедрение цифрового рубля в российскую экономику идет ускоренными темпами. Сфера образования является ключевой отраслью для внедрения таких технологий.

Повышению эффективности данного процесса будет способствовать корректировка современной нормативно-правовой базы. В частности, остается открытым вопрос о безопасности платформы цифрового рубля. К сожалению, современный уровень хакерства позволяет обойти защиту практически любой информационной системы. Поэтому органы власти в нашей стране должны постоянно совершенствовать отечественной законодательство в области кибербезопасности. Необходима разработка надежных механизмов защиты для предотвращения утечки конфиденциальных финансовых данных в открытое информационное пространство [11].

Рассмотренные возможности применения цифровой валюты и смарт-контрактов позволят упростить доступ к образовательным ресурсам и услугам со стороны граждан России. Платежи с использованием цифрового рубля смогут облегчить оплату обучения, выплату стипендий и исключить возможных посредников в виде банков; оптимизировать закупку учебников и образовательных материалов, курсов для обучающихся. Государство, в свою очередь, сможет более оперативно анализировать и выделять средства на науку и образование, а также обнаруживать и предупреждать коррупцию. Этому будет способствовать открытость информации о перемещении цифрового рубля.

Для учреждений образования повышение уровня автоматизации управления позволит оптимизировать труд работников бухгалтерии, отделов закупок и других финансовых подразделений, работающих с большим количеством различных реквизитов. Повторяющиеся рутинные операции будут заменены исполнением смарт-контрактов.

Таким образом, внедрение цифрового рубля и смарт-контрактов в системе образования безусловно будет способствовать повышению эффективности, доступности и качества образования в России.

Литература

1. ЦБ расширит число участников тестирования цифрового рубля // RBC.RU: ежедн. интернет-изд. 2023. 11 ноя. URL: https://www.rbc.ru/finances/09/11/2023/654c9e919a794766c9df75dc?ysclid=lrhsoeen43829591095 (дата обращения: 16.01.2024).

2. *Петров А.А., Рындюг В.В., Евграфова О.В.* Архитектура платформы «Цифровой рубль»: технологические подходы и вопросы регулирования // Общественные и экономические науки. Студенческий научный форум. Электронный сборник статей по материалам XLVII студенческой международной научно-практической конференции. Москва: Изд. «МЦНО». 2022. №2 (47) [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://nauchforum.ru/archive/SNF_social/2(47).pdf

3. *Якубов М.Л.* Особенности использования цифрового рубля в смарт-контрактах // Бизнес. Образование. Право. 2023. №2(63). С. 302-306. DOI: 10.25683/VOLBI.2023.63.671.

4. *Савинов О.Г.* Функционирование платформы цифрового рубля: взаимодействие участников и пользователей // Наука XXI века: актуальные направления развития. 2023. № 2-2. С. 79-82. DOI 10.46554/ScienceXXI-2023.09-2.2-pp.79. EDN ZWHGFX.

5. ЦБ не будет ограничивать использование цифровых рублей // RBC.RU: ежедн. интернет-изд. 2023. 09 авг. URL: https://www.rbc.ru/finances/09/08/2023/64d350bd9a7947843e04d7cc?ysclid=lrg8e5xj1e612688207&from=copy (дата обращения: 16.01.2024).

6. «Сбер» впервые реализовал сделку с применением смарт-контракта // RBC.RU: ежедн. интернет-изд. 2023. 14 ноя. URL:

https://www.rbc.ru/crypto/news/65532c8d9a794783cf239a59?ysclid=lrhxaccnjx741417460 (дата обращения: 16.01.2024).

7. Концепция цифрового рубля. Банк России // CONSULTANT.RU: информационно-правовой портал. 2021. 04 авг. URL: https://storage.consultant.ru/ondb/attachments/202104/08/concept_2YF.pdf

8. *Tekguc U., Adalier A., Yurtkan K.* ScholarChain: The Scholarship Management Platform with Blockchain and Smart Contracts Technology. IConSE 2020: International Conference on Science and Education // The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS), 2020. Volume 18, pp. 86-91.

9. *Honesti, L., Aini, Q., Setiawan, M.I., Santoso, N.P.L., Prihastiwi, W.Y.* Smart Contract-based Gamification Scheme for College in Higher Education. Aptisi Transactions on Management (ATM), 2022, no. 6(2), pp. 102-111. DOI: https://doi.org/10.33050/atm.v6i2.1533

10. Распоряжение Правительства РФ от 22 октября 2021 г. N 2998-р // GARANT.RU: информационно-правовой портал. 2021. 26 окт. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402867092/?ysclid=lrnqr2fp1e294528039

11. *Мусатов А.М.* Законодательная основа платформы цифрового рубля и основные проблемы в регулировании в настоящее время. Путеводитель предпринимателя. 2023, no. 16(4), pp. 13-18. https://doi.org/10.24182/2073-9885-2023-16-4-13-18

12. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс] // URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726 (дата обращения 23.01.2024).

ОСОБЕННОСТИ ОТНОШЕНИЙ ЭКСПЕДИТОРА С ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦЕМ И ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ОБОРОТА ДОКУМЕНТОВ В МЕЖДУНАРОДНЫХ МОРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ

Суслова Валерия Александровна,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

Дидковская Александра Константиновна,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

Малышев Максим Игорьевич,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), доцент, к.т.н., Москва, Россия
dicorus@mail.ru

Аннотация

Экспедиторы являются связующим звеном между грузовладельцем и непосредственно перевозчиками, тем самым они облегчают решение транспортных вопросов своим клиентам, беря на себя ответственность за реализацию перевозки груза. Отношения экспедитора и клиента фиксированы договором транспортной экспедиции, отражающим ответственность и обязанности сторон. Документооборот играет существенную роль в международных морских перевозках грузов различного типа.

Ключевые слова

Экспедитор и грузовладелец, договор транспортной экспедиции, поручение и расписка, коносамент, международные морские перевозки, контейнерные перевозки, телекс-релиз, индоссамент, сертификат VGM.

Введение

Экспедиторы позволяют своим клиентам специализироваться на нюансах их собственного бизнеса, беря на себя ответственность за решение всех транспортных задач по доставке их товара, даже самых нестандартных и сложных ситуаций, которые перманентно возникают в перевозочном процессе.

Морские перевозки грузов всегда сопровождаются определенным набором важнейших документов, без которых данная перевозка не может быть осуществлена в целом. Документы подтверждают наличие определенного груза в контейнере, его вес, точное наименование, номер контейнера и его пломбы. Без этих данных невозможно принять груз в порту назначения для дальнейшей доставки до склада грузополучателя.

Данная работа посвящена рассмотрению ключевых факторов клиентского взаимодействия экспедитора и основным документам, которые используются при доставке контейнеров морским видом транспорта. В работе отражены основные моменты и тенденции на современном этапе развития международных морских контейнерных перевозок.

Цель работы заключается в формировании основных условий партнерского взаимодействия, описании моментов, отражение которых важно в договоре транспортной экспедиции (далее – ТЭО) и детальном рассмотрении процесса формирования и оборота документов в международных морских перевозках.

Результаты исследований

Экспедиторская компания является посредником между владельцем груза (или иного лица, заинтересованным в перевозке) и самим перевозчиком. Спектр услуг у экспедитора широк: от составления и анализа схем цепочек поставок, с поиском всех перевозчиков и агентов, которые смогут ее реализовать, до оказания услуг по подачи подвижного состава.

Экспедитор, если он комбинирует в себе еще и функции перевозчика, например, имея в своей собственности автопарк, может и выполнить перевозку груза собственными силами, при этом оказывая полный комплекс услуг [1].

Но самое главное, – он будет нести прямую ответственность за груз перед клиентом, таким образом, он выступает первым лицом для заказчика, владеющим полной информацией о грузе и статусе перевозки.

Если необходимо кратко и просто отобразить отношения экспедитора и клиента: экспедитор организовывает и (или) выполняет перевозку груза, а клиент принимает услугу, оплачивая все связанные затраты и вознаграждение экспедитора [2].

Таким образом, клиент имеет отношения с экспедитором по договору ТЭО, а уже экспедитор заключает те контракты, которые ему необходимы для выполнения заказа, например, договор перевозки, с его подрядчиками (рис.1).

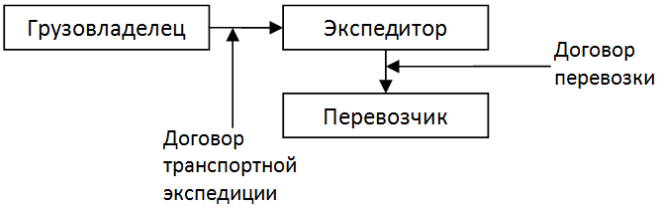


Рис. 1. Схема взаимодействия клиента (грузовладельца) и экспедитора

Еще одним важным моментом является то, что клиентом экспедитора может быть в том числе и другой экспедитор, например, в таких ситуациях, когда коллеги не имеют опыта работы в данном регионе, соответственно не знают рынок локальных перевозчиков, или когда у экспедитора нет прямого контракта с перевозчиком-монополистом, таким как ОАО «РЖД», поэтому он об-

ращается за услугой другого экспедитора, прямого контрактодержателя, владеющего доступами ко всем необходимым базам и системам, а также, знающего схемы взаимодействия данной структуры.

Таким образом, экспедитор, владеющий уникальными услугами, может предоставить выгодное сотрудничество своим коллегам, однако, стоит помнить, что за данным заказом стоит реальный грузовладелец, который не заинтересован в повышении стоимости его товара по причинам удорожания транспортировки, поэтому в данных ситуациях необходимо объективно рассматривать вопрос добавления процента экспедитора [3].

Переходя к нюансам содержания договора ТЭО, следует отметить, что в предмете договора прописывается полный и четкий список услуг, оказываемый клиенту. По умолчанию экспедитор сам выбирает перевозчиков, вид транспорта и маршрут, но в договоре можно написать, что все это выбрал клиент. Также, в договоре можно прописать право экспедитора не отдавать груз получателю до полной оплаты услуг и расходов за вынужденное удержание.

Следует отметить, что экспедитор не отвечает за груз, если по договору его обязанности ограничены поиском перевозчика, так как груз передают напрямую перевозчику [4].

Также, следует отметить основные экспедиторские документы, которые являются важными приложениями к договору ТЭО, подтверждающие заказ на экспедиторские услуги.

Таблица 1

Экспедиторские документы [5]

Поручение экспедитору	Экспедиторская расписка	Складская расписка
от клиента экспедитору	от экспедитора клиенту	от экспедитора клиенту
подтверждает заказ на перевозку	подтверждает прием груза	подтверждает прием груза на хранение на склад
содержит необходимую информацию: место отправки и назначения, грузовые места, ГО и ГП и т.д.	содержит информацию о количестве и качестве принятого экспедитором в ответственность груза	содержит информацию по грузу, принятого на хранение, и его характеристикам (количество и качество)

Изучая процесс формирования и оборота документов в международных морских перевозках, необходимо рассмотреть коносамент. Многие ошибочно считают, что коносамент, это договор перевозки, что в корне неверно. Следует понимать, что коносамент, это морская накладная, которая подтверждает наличие договора перевозки, но ни в коем случае не является им. Коносамент является важнейшим документом, который используется в линейном морском сообщении. Необходимо отметить, что коносамент – ценная бумага, так как именно против него можно получить груз (контейнер).

Существует несколько видов коносаментов. В первую очередь, коносаменты подразделяются на 2 вида: бортовой и на груз, принятый к перевозке. В основном используется первый тип коносамента, так как данный документ выдается при таких базисах, как FOB, CFR и CIF. Коносамент на груз, принятый к перевозке, применяется только при использовании базиса поставки FAS, который используется довольно редко.

Также коносамент бывает именным, ордерным и на предъявителя. Наиболее часто на практике используется ордерный коносамент, в котором груз передается "приказу" грузоотправителя.

Во многих материалах часто можно увидеть, что грузополучатель может получить груз только при предъявлении оригинала коносамента. Но на практике, в современных реалиях, в период активного развития цифровых технологий необязательно предъявлять оригинал коносамента для получения груза. На данный момент достаточно наличия телекс-релиза, поэтому перейдем к рассмотрению данного понятия.

Телекс-релиз – электронное разрешение, которое приходит из порта отправления в порт назначения. Телекс-релиз – разрешение на выпуск контейнера (груза) в порту назначения. Наличие телекса заменяет наличие оригинала коносамента, так как данный релиз уполномочивает грузополучателя принять груз без оригинала коносамента. На практике, чтобы вывезти груз из порта номинированный по коносаменту экспедитор может получить контейнер в порту назначения при наличии оригинала доверенности от грузополучателя и телекс-релиза.

Соответственно, экспедиторским организациям необязательно предъявлять оригинал коносамента, достаточно наличия вышеперечисленных факторов. На современном этапе открепление контейнера от морской линии на экспедиторскую компанию/ грузополучателя происходит при наличии трех важных составляющих: оригинала доверенности от грузополучателя на компанию – экспедитора, телекс-релиза и оплаченных счетов за морской фрахт, а также терминальных расходов в порту назначения и отправления в зависимости от базиса поставки, указанного в контракте купли – продажи.

При международных морских контейнерных перевозках важным документом является сертификат VGM (Verified Gross Mass Certificate), который подтверждает массу брутто контейнера. Данный сертификат получает грузоотправитель при отгрузке контейнера в порту отправления. Сертификат VGM является неотъемлемой частью документооборота морских контейнерных перевозок, так как именно по данному сертификату можно перепроверить массу брутто контейнера (тары) и груза, который находится внутри него. Данная информация очень важна, так как в коносаменте должен быть указан верный вес для подачи декларации на товары.

После подачи декларации на товары контейнер может быть направлен на обязательное взвешивание в порту назначения, и, если вес будет отличаться от веса, заявленного в коносаменте, необходимо будет вносить изменения в декларацию на товары и в документ учета.

Документ учета составляется в порту назначения в портах России при выгрузке контейнера с судна. Данный документ отражает повреждения, которые обнаружили планеры порта при детальном рассмотрении контейнера после его выгрузки, также в данном документе указывается вес груза, его наименование, номер контейнера и номер коносамента. Именно на этот документ опираются все экспедиторы и грузополучатели для расчета сумм хранения в порту и сверхнормативного использования контейнера, так как в нем указана дата фактической выгрузки контейнера в порту, то есть дата начала его хранения на морском контейнерном терминале.

Еще одним основным документом в международных морских перевозках является инструкция на сдачу по-

рожнего контейнера. Данная инструкция выдается агентом линии в порту назначения и отражает сток (склад), на который необходимо сдать порожний контейнер после его фактического расформирования. Данную инструкцию необходимо запрашивать за день до сдачи порожнего оборудования, так как инструкция может быть обновлена каждый день и в какой-то момент она может стать неактуальной. Если экспедитор/грузополучатель сдаст порожний контейнер на неверный склад морской линии, то он может получить значительный штраф и понести дополнительные расходы по перемещению контейнера на другой верный склад линии.

Перейдем к рассмотрению конкретного примера. Сотрудник одной экспедиторской компании принял контейнер в порту Владивостока и запросил неверные инструкции у морской линии. Фактически контейнер был расформирован на морском терминале Владивостокского морского торгового порта и не был вывезен с его территории. Сотрудник экспедиторской компании не отменил данный факт при запросе инструкций, и линия выдала инструкцию при сдаче контейнера на авто. Так, контейнер, сданный на терминале, не отобразился в системе морской линии и хранился в порту в течение 47 дней, пока сотруднику экспедиторской организации не пришло письмо о задолженности по части хранения от Владивостокского морского торгового порта. После чего были запрошены верные инструкции и контейнер был сдан в сток линии. В результате данной ошибки экспедиторская компания понесла ущерб в размере 270 000 рублей, что является значительной суммой ущерба для компании. Поэтому необходимо понимать всю важность запроса верных инструкций.

Заключение

Таким образом, можем сделать вывод о том, что экспедитор – это тот партнер для компаний, который во многом облегчает транспортные процессы своему клиенту, так как именно он берет на себя всю организацию и реализацию перевозок. Лицо, заинтересованное в перевозке, заключает прямой договор транспортной экспедиции с экспедитором, а он в свою очередь заключает такое количество контрактов с подрядчиками, которое ему необходимо для полного и качественного выполнения услуги по доставке груза.

Реализация услуг по данному договору ТЭО подтверждены принятым поручением экспедитора от клиента и экспедиторской распиской, выданной клиенту в подтверждении принятия груза экспедитором в свою ответственность.

Литература

1. *Левкин Г.Г.* Организация интермодальных перевозок. Directmedia, 2014.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая)" от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 24.07.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 12.09.2023).
3. *Бородулина С.А., Логинова Н.А.* Развитие транспортно-экспедиционной деятельности предприятий с позиции клиентоориентированного подхода // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2014. №. 6 (40). С. 112-118.
4. *Холопов К.В., Соколова О.В.* Проблемы функционирования и основные направления построения и регулирования российского рынка международных транспортно-логистических и транспортно-экспедиторских услуг // Российский внешнеэкономический вестник. 2016. №1. С. 68-81.
5. *Голубчик А.М.* Транспортно-экспедиторский бизнес. М.: ТрансЛит. 2011. Т. 572. С. 2.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CMS В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Тараненко Александр Александрович,
МТУСИ, Москва, Россия,
tarash23@gmail.com

Ванина Маргарита Фёдоровна
МТУСИ, кандидат технических наук, доцент, Москва, Россия,
margo.vanina2012@yandex.ru

Аннотация

Целью данной статьи является анализ использования CMS (Configuration Management Systems) в информационной системе поддержки наземных транспортных средств. Ознакомимся с основными понятиями, недостатками и преимуществами рассматриваемых систем управления конфигурациями. Провести сравнение различных систем, определив наиболее подходящую под заданные критерии.

Ключевые слова

CMS, система управления конфигурациями, информационная система поддержки, Ansible, CFEngine, Chef, Puppet, SaltStack.

Введение

Поддержкой наземных транспортных средств называют процессы мониторинга, обновления, изменения, установки и удаления различных модулей элементов системы. Для выполнения данного спектра задач существуют CMS (Configuration Management Systems) – системы управления конфигурациями, которые позволяют выполнять различные функции на множестве элементов системы, тем самым, автоматизируя различные процессы.

Основными критериями при выборе CMS для данной системы поддержки являются:

- бесплатная модель распространения с открытым исходным кодом;
- возможность использования на малых и средних предприятиях;
- возможность работы в режим push, выполняя различные действия с конфигурациями на устройствах системы по команде с сервера, а не самостоятельно обращаясь к нему;
- возможность формирования отчетов после любых действий с обслуживаемыми устройствами, для последующего анализа и мониторинга;
- использование программного продукта без установки дополнительных модулей – агентов, на узлы информационной системы;
- поддержка unix-подобных операционных систем.

В данной статье мы рассмотрим наиболее популярные CMS, которые могут быть использованы в информационных системах поддержки наземных транспортных средств, после чего, выберем наиболее подходящее в соответствии с заданными критериями.

Результаты исследований

1. Ansible

Ansible – бесплатный программный продукт с открытым исходным кодом используемый, как система управления конфигурациями.

Данное программное обеспечение устанавливается на сервер, после чего по протоколу SSH обращается к другим элементам системы, осуществляя их поддержку. Также, хорошо подходит для начинающих специалистов, только осваивающих системы управления конфигурациями по причине того, что её конфигурации, применяемые на другие хосты системы – плейбуки, написаны на YAML, который обладает простым синтаксисом и удобной структурой. Ansible имеет простую архитектуру, состоящую только из сервера, что позволяет ему не устанавливать дополнительные агенты на хосты предприятия [1, 2].

Основные преимущества Ansible:

- использует режим push, как основной, тем самым самостоятельно отправляя необходимые изменения на обслуживаемые хосты;
- имеет активное быстроразвивающиеся сообщество, а также достаточно полную документацию для самостоятельного изучения возможностей данного продукта;
- бесплатное распространение по лицензии GPL 3.0+;
- данный программный продукт написан на языке программирования Python, тем самым, предоставляя пользователям множество возможностей для интеграции и создания различных плагинов;
- использование Infrastructure as Code (IaC) – методологии, которая предоставляет возможность вносить изменения в систему, используя код;
- плейбуки написаны на YAML, который имеет понятную структуру, тем самым, снижая порог входа для специалистов, которые потенциально хотят использовать данную CMS;
- использует SSH-инфраструктуру для подключения, что позволяет не устанавливать дополнительные программные продукты на обслуживаемые хосты;
- всегда производит сбор информации при работе, что позволяет в дальнейшем проанализировать внесенные изменения;
- требует небольшого количества ресурсов для использования, а также быстро развертывается на серверах;
- имеет возможность выполнять простые команды, такие, как ping, без использования плейбуков;

Основные недостатки Ansible:

- не имеет графического интерфейса, через который можно было бы управлять ролями, группами хостов, запуском плейбуков;
- недостаточная совместимость с ОС семейства Windows, связанная с установкой дополнительного программного обеспечения для корректной работы;
- при запуске плейбуков на большое количество хостов может существенно падать производительность, негативно влияя на время выполнения заданных действий;

• невозможность контроля состояния различных элементов информационной системы во время работы плейбуков.

2. CFEngine

CFEngine – распределенная система управления и мониторинга компонентов и устройств в информационной системе. Использует клиент-серверную архитектуру. Для работоспособности необходимо установить ПО на сервер, а также установить дополнительные агенты на каждый элемент системы, который необходимо будет конфигурировать. Имеет свой собственный язык CFEngine Policy Language (CFL) для создания конфигураций [3].

Основные преимущества CFEngine:

• поддержка инфраструктуры любого размера, что делает его универсальным решением для предприятий любого уровня;

• возможность масштабирования при возрастании нагрузки без потери скорости обслуживания узлов системы.

Основные недостатки CFEngine:

• использование дополнительного программного обеспечения – агентов, на каждом хосте информационной системы, что неэффективно при большом количестве элементов с ограниченными объемами и вычислительными мощностями;

• использование собственного специализированного языка для написания конфигурация CFL, что усложняет процесс интеграции данного ПО для специалистов начального и среднего уровня;

• нет возможности самостоятельно расширить функционал системы по причине того, что она написана на языке C, порог входа которого выше, чем у других языков программирования;

• высоких порог входа для использования, который обуславливается усложненной логикой, чем у альтернативных систем управления конфигурациями;

• небольшое количество документаций и учебных материалов, а также малоактивное сообщество. Данный фактор снижает эффективность развития системы и получения актуальных знаний для новые пользователей.

3. Chef

Chef – набор инструментов для управления конфигурациями компьютеров – узлов в информационной системе. Узлы выполняют действия, которые описаны в различных конфигурационных файлах – cookbook-ах, которые состоят из наборов действий (рецептов), данных узлов в json-формате (атрибутов) и шаблонов, которые генерируются на узлах системы в виде ruby-файлов. Для работоспособности данной системы управления необходим сервер для установки серверной части данного ПО, а также агент, который устанавливается непосредственно на узел.

Для использования множества хостов можно использовать, как web-интерфейс, так и chef-консоль. Работает по трехуровневой модели клиент-сервер, состоящей из Chef Workstation – ПО, устанавливаемое на устройство администратора для разработки конфигураций, Chef Server – сервер, хранящий все разрабатываемые файлы, Chef Node – устройства информационной системы, которое обращается к серверу для получения необходимых изменений, описанных в конфигурационных файлах [4].

Основные преимущества Chef:

• большое сообщество, множество различных статей, учебных материалов и документаций, которые помогут получить более глубокие знания, касающиеся данной системы управления;

• подход Infrastructure as Code, который активно используется в современных информационных системах, что делает Chef актуальным в настоящее время;

Основные недостатки Chef:

• для использования требует большого количества мощностей и ресурсов, поэтому он не подходит информационным системам малых и средних предприятий;

• требуется установка агента на все узлы, которые необходимо поддерживать, что усложняет процесс работы при большом количестве узлов системы;

• администраторы данной системы должны знать язык Ruby для реализации необходимых рецептов, что уменьшает выборку квалифицированных специалистов для её обслуживания.

4. Puppet

Puppet – кроссплатформенная система управлениями конфигурациями, основанная на клиент-серверной архитектуре, где сервер и клиент обмениваются различными данными по протоколу HTTPS с использование SSL-сертификатов. Имеет издание с открытым исходным кодом, а также, использует pull-модель работы, при которой клиенты самостоятельно обращаются к серверу за необходимыми изменениями. К серверу подключаются nodes, конфигурации для которых создаются в манифестах на декларативном языке программирования Puppet DSL. Сам Puppet разработан на языке программирования Ruby, из которого используются различные термины и конструкции. Он, в свою очередь, позволяет самостоятельно создавать новые функции, типы ресурсов и усложнять логику [5, 6].

Основные преимущества Puppet:

• масштабируем и гибок, подходит для больших и средних инфраструктур, в которых необходимо конфигурирование множества узлов;

• большое количество поддерживаемых операционных систем;

• наличие удобного графического интерфейса;

• обширное сообщество, достаточное количество учебных материалов и понятная документация позволяют совершенствовать знания о данной платформе, а также получать ответы на вопросы, возникающие в процессе работы;

• повторное применение конфигураций на узлы не нарушит их работоспособность, что повышает отказоустойчивость информационной системы в целом;

Основные недостатки Puppet:

• требуется агент для работы на узлах, что является затруднительным, если большая их часть уже введена в эксплуатацию и/или изменение шаблона для развертывания не представляется возможным;

• собственный язык программирования Puppet DSL, а также Ruby, на котором написан Puppet по причине того, что данные языки являются не самыми популярными, что

уменьшает выборку специалистов, способных работать с ними на высоком уровне.

5. SaltStack

SaltStack – open-source программное решение для управления конфигурациями с механизмом удаленного выполнения. Данное ПО использует push-модель для выполнения команд по протоколу SSH. По умолчанию использует конфигурации YAML и Jinja. Клиент-серверная архитектура состоит из главного сервера (мастер) и клиентов. Главный сервер определяется наличием на нем службы Salt Master. Он отправляет различное количество команд множеству клиентов, на которых имеется и запущена служба Minion. Когда клиент выполняет полученные инструкции, он возвращает на мастер-сервер информацию о завершении работ. [7]

Основные преимущества SaltStack:

- использует модель push для выполнения различных действий на хосте, где инициатором выступает сам сервер, а не клиент;
- высокая производительность и скорость передачи команд;
- реализована на языке программирования Python, что позволяет создавать и добавлять различные плагины для данной системы;
- архитектура предназначена для работы, как в маленьких локальных сетях, так и в больших центрах обработки данных, что повышает количество специалистов, использующих данный продукт в профессиональных целях;

Основные недостатки SaltStack:

- использует клиент-серверную архитектуру, что подразумевает установку дополнительного программного обеспечения непосредственно на устройства информационной системы;
- использует ZeroMQ для передачи команд узлам системы, что менее безопасно, чем протокол SSH;
- имеет небольшое сообщество пользователей, которое может помочь решить возникшие вопросы;
- не имеет графического интерфейса для работы с данной системой управления конфигурациями.

Заключение

Произведя анализ различных систем управления конфигурациями, можем сделать вывод, что в данных системах не существует универсального решения, а каждая из систем разная и подходит под различные задачи. Так, например, Ansible и SaltStack больше подходят для управления конфигурации на малых и средних предприятиях, а также там, где требуется легковесность программного обеспечения и простота установки. Они менее требовательны к квалификации специалиста, работающего с ними. Puppet и Chef разумнее использовать на крупных предприятиях с большим количеством обслуживаемых узлов, где требуется более глубокая настройка и контроль за состоянием обновляемых объектов, но имеется необходимость в высокой профессиональной квалификацией специалистов, администрирующих данных системы. CFEngine стоит использовать при наличии достаточного опыта работы с ней, а также, если она уже используется в организации и нет возможности сменить её на более современную систему из ранее описанных.

Если обратиться к критериям по выбору CMS для информационной системы поддержки наземных транспортных средств, то лучшим вариантом для малых и средних предприятий является Ansible по причине того, что его функционал полностью удовлетворяет поставленные требования.

Литература

1. *Мейер* Б., *Хохштейн Л., Мозер Р*. Запускаем Ansible. Простой способ автоматизации управления конфигурациями и развертыванием приложений. 3-е изд., пер. с англ. А. Н. Киселева М.: ДМК Пресс, 2023. 482 с.
2. *Geerling J.* Ansible for DevOps: Server and configuration management for humans. 2nd ed., Midwestern Mac, LLC, 2020. 452 p.
3. *Zamboni D.* Learning CFEngine 3, O'Reilly Media, Inc., 2012. 186 p.
4. *Taylor M., Vargo S*. Learning Chef: A Guide to Configuration Management and Automation. 1st ed. O'Reilly Media, Inc., 2013. 363 p.
5. *Barbour C., Rhett J*. Pupper Best Practices, O'Reilly Media, Inc., 2018. 286 p.
6. *Uphill T., Arundel J.* Puppet Cookbook. Third Edition, Packt Publishing, LTD, 2015. 336 p.
7. *Myers C*. Learning SaltStack. Second Edition, Packt Publishing, LTD, 2016. 202 p.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, ДОСТАВЛЯЕМЫХ АВТОМАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Хауш Антон,
МТУСИ, Москва, Россия,
Anton.khaush@gmail.com

Слядников Павел Евгеньевич,
МТУСИ, старший преподаватель, Москва, Россия,
p.e.slyadnikov@mtuci.ru

Аннотация

В настоящее время доставка товаров является важной частью нашей жизни. В статье рассматривается способ улучшения этой услуги, в частности, автоматическая доставка, одной из главных проблем которой является проверка – верификация товаров при получении потребителем. Решение данной задачи лежит на стыке бизнес-информатики, логистики, робототехники и искусственного интеллекта.

Ключевые слова

Автоматическая доставка, верификация, логистика, робототехника, искусственный интеллект

Введение

Каждый день огромное количество посылок, бандеролей, писем приходят своим адресатам, проходя при этом сотни и тысячи километров, чтобы оказаться в их руках. Доставка стала не только очень востребованной услугой по всему миру, но и одним из самых активно растущих направлений бизнеса.

Среди главных проблем при автоматической доставке можно выделить верификацию получаемого товара, так как в отсутствие контроля посылка может потерять товарный вид, целостность или даже потеряться, до получения её заказчиком. Рассмотрены и предложены механизмы для избегания подобных ошибок и улучшения данной услуги. Также будет предложено техническое решение: комплекс оборудования и датчиков для автоматизации процесса верификации.

Исследование рынка

На мировом рынке уже представлены различные виды БПЛА для передачи посылок в воздушном пространстве и мини-версии вездеходных машин для наземного перемещения.

Отметим, что в статье не затрагивается крупный беспилотный транспорт, который, например, разрабатывает «КАМАЗ», а предлагается развитие услуг на базе небольших робототехнических комплексов, доставляющих по земле и воздуху.

Автоматическая доставка дает уникальные возможности для доставки товаров и услуг в удаленные и труднодоступные районы, а также для улучшения эффективности и скорости доставки в городских условиях.

БПЛА и мини-вездеходы, которые часто называют «роверами», представляют собой беспилотные летательные аппараты и наземные транспортные средства соответственно, способные осуществлять доставку грузов на большие расстояния без участия человека. Эти устройства оснащены передовыми системами навигации, автопилотом и датчиками, что позволяет им автономно и безопасно перемещаться по воздушному и наземному пространству.

Развитие сферы автоматической доставки с помощью БПЛА и «роверов» предоставляет широкий спектр возможностей для различных отраслей экономики. Прежде всего, это касается логистики и транспортной отрасли, где автоматизированные системы доставки способны существенно сократить время и затраты на перевозку грузов. Также данные технологии находят применение в сельском хозяйстве, медицине, электронной коммерции и других областях.

В городских условиях автоматическая доставка имеет значительный потенциал для оптимизации логистики и улучшения качества обслуживания. БПЛА и «роверы» могут осуществлять доставку товаров прямо до двери потребителя, минуя пробки и другие преграды на дорогах.

Кроме того, дистанционные способы заключения сделок с использованием цифровых технологий способствуют переосмыслению традиционных взглядов на договорную сферу в пользу автоматизации [1].

Основные риски, которые можно выделить:

1. Отсутствие точного определенного в законодательстве статуса для подобных технологических транспортных средств и сложности в организации бизнес-процессов.

2. Плотная инфраструктура:

a. отсутствие специально оснащенных мест для доставки и приема посылок, предназначенных конкретным клиентам;

b. множество помех в виде Wi-Fi и сотовых сетей связи, нарушающие связь и взаимодействие с летательными и наземными аппаратами;

c. невозможность или ограниченность доставки в многоквартирных домах или офисных зданиях в виде отсутствия достаточной жилой площади для размещения площадки приема заказов;

d. конкуренция фирм, предоставляющих схожие услуги, с разными приемами и технологическими решениями, что повышает риск столкновения БПЛА в воздушном пространстве. На рынке присутствуют крупные компании, такие как UPS и DHL [2].

3. Технические ограничения:

a. малый запас аккумулятора для длительного автономного полета. Современные беспилотники не способны более 1 часа находиться в воздухе, а при увеличении емкости идет повышение веса, что снижает грузоподъемность;

b. сильная зависимость от погодных условий. При сильном ветре, дожде, граде и т.д. возможны ощутимые

поломки. Также при низких температурах и морозе возможны большие потери емкости, что отражается на продолжительности автономной работы беспилотника;

c. недостаточное развитие в сфере логистики, искусственного интеллекта и программно-аппаратных комплексов для создания этой услуги.

4. Коммерческие риски:

a. большие денежные потери в начале из-за ошибок доставки или возможности кражи товара;

b. трудноосуществимая процедура возврата товара и денежные потери при отказе [3].

Верификация и предлагаемые способы решения

Предлагаемым решением является разработка программного обеспечения, осуществляющего верификацию полученных товаров с проверкой на наличие записи в базе данных, личных ключей в виде QR-кода или штрих-кода, габаритов, веса и других методов неразрушающего контроля, структурирующего информацию с помощью технологии блокчейн.

Основная идея состоит в том, чтобы создать высоконадежную систему для фиксации, выдачи особых отличительных знаков на упаковке товара и передачи его адресату после процедуры верификации. Создается база данных для фиксации товаров, куда вносятся данные о покупателе, отправителе, стране изготовления и другие уникальные характеристики товара. Также при упаковывании будут выданы уникальные цифровые номера в виде QR-кода или штрих-кода, которые будут использоваться от начала и до самой передачи посылки заказчику.

Последним предлагаемым способом для верификации является измерение физических характеристик, такие как вес, форма, габариты, чтобы при повреждении товара во время транспортировки на промежуточном этапе или на выгрузке отправить сигнал о возврате товара на базу. Также возможна проверка методами неразрушающего контроля в зависимости от содержания посылки, потому что некоторые из них противопоказаны для определенных видов товаров. В эти проверки могут входить рентген, ультразвук и т.д.

Все эти методы верификации помогут с помощью технологии блокчейн создать автоматизированную систему внутреннего аудита для предприятий сферы доставки, что, в конечном итоге, повысит безопасность и позволит контролировать множество процессов [4].

Техническая реализация и предложения

В техническом аспекте предлагается создать автоматическое хранилище для сбора, хранения, зарядки беспилотных доставщиков и верификации товаров. Конструкция будет реализована в виде металлической коробки с верхним и нижним отсеком, разделенной выдвижной дверцей. Основная идея при ее создании в том, чтобы товары при малых габаритах проваливались в необходимый им отсек ниже и проходили верификацию с помощью различных датчиков, которые получают и ведут сверку с данными, полученными либо из центра обслуживания беспилотников, либо от самого беспилотного доставщика.

Комплекс датчиков будет состоять из отдельных элементов, таких как чувствительные весы, цифровые оптические сканеры, ультразвуковые излучатели, оптические датчики с нейронной сетью и т.д. Стоит отметить, что при верификации могут быть активны не все датчики, это зависит от вида товара и определяется первичной проверкой.

В условиях современного технического прогресса повсеместный переход на электронный формат подтверждения происхождения товаров становится вопросом времени [5].

С товарами крупного габарита ситуация обстоит поиному, потому что не удастся поместить их в хранилище и возникнет необходимость хранения вне аппарата, поэтому планируется разработать и создать унифицированную упаковку, например в виде тетраэдра, которая будет подвешена и закреплена на магнитном замке до прибытия заказчика, разблокируя замок с помощью личного идентификационного номера, выдаваемого в начале оформления заказа. Отметим, что большинство беспилотных аппаратов технически ограничены и способны перевозить лишь определенный вес, что на данный момент ограничивает габариты грузов.

Возврат товара может быть осуществлён двумя способами:

1. Автоматический возврат, при котором перед отправкой будет осуществляться проверка всех возможных характеристик. Повреждения будут обнаруживаться с помощью комплекса датчиков, проводящих верификацию.

2. Возврат с участием человека для личного подтверждения повреждения или несоответствия товара заказанному. Для этого предлагается клиенту возвращать посылки в автоматическое хранилище и передавать электронную анкету для возврата товара отправителю.

При этом, в обоих случаях, беспилотный аппарат заберет товар в логистический центр, разница лишь в том, что во время автоматической проверки аппарат может без ожидания завершения обработки возврата у клиента отправиться с посылкой обратно в логистический центр или продолжить свой маршрут для доставки оставшихся у него товаров.

Заключение

Следует отметить, что развитие автоматической доставки – важное и актуальное направление, особенно с учетом географических и инфраструктурных особенностей России, позволит предоставлять услуги в различные труднодоступные территории. Так же указанное решение может подходить для перевозки опасных веществ, оказывающих вред при непосредственной близости с человеком, например, на территории промышленных объектов.

Программно-аппаратная верификация будет играть важную роль в обеспечении безопасности товаров, поставляемых автоматическими системами. Она позволит выявить возможные дефекты или несоответствия заранее, что будет способствовать повышению качества, уменьшению рисков и развитию автоматической доставки.

Однако, несмотря на значительные преимущества программно-аппаратной верификации, следует учитывать ее ограничения и недостатки. Например, она может быть излишне затратной по времени и материальным ресурсам, особенно при работе с большими объемами товаров. Кроме того, существует риск ложных срабатываний или недостаточной эффективности при проверке сложных или нестандартных объектов доставки.

Для дальнейшего развития технологий автоматической доставки необходимо совершенствовать методы анализа данных, оптимизировать алгоритмы верификации, а также улучшать аппаратную базу для более точного и быстрого выполнения задач.

Таким образом, программно-аппаратная верификация товаров, доставленных автоматическим способом, имеет большой потенциал для обеспечения качества и безопасности услуг доставки в России.

Литература

1. *Савельева Т.А.* Дистанционные способы совершения сделок с использованием цифровых технологий // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. Т. 1, № 4. С. 1058-1086. DOI 10.21202/jdtl.2023.46. EDN LBZQZE.

2. *Первухина А.С., Поготовкина Н.С.* Механизм передачи заказов клиентам при доставке беспилотным летательным аппаратом // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2021. № 1. С. 179-183. EDN HCVARN.

3. *Холмовский С.Г., Карелин П.В., Юдина С.С.* Управление рисками при организации доставки товаров беспилотными транспортными средствами // Исследование, систематизация кооперация, развитие, анализ социально-экономических систем в области экономики и управления (ИСКРА-2021) : сборник трудов IV Всероссийской школы-симпозиума молодых ученых, Симферополь, 14-15 октября 2021 года. Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. С. 210-214. EDN DMAMVE.

4. *Басова А.В.* Возможности технологии "блокчейн" в процессе формирования и контроля учетной информации // Управленческий учет. 2022. № 5-1. С. 12-18. DOI 10.25806/uu5-1202212-18. EDN YSTCEQ.

5. *Петрашина П.В.* Применение информационных технологий при подтверждении происхождения товаров // Актуальные проблемы теории и практики таможенного дела: Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ДВГУПС, Хабаровск, 24 мая 2022 года / Под редакцией З.С. Рудневой. Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2022. С. 127-133. EDN YZSWPT.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В АРХИТЕКТУРЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Цыплакова Яна Викторовна,
МТУСИ, Москва, Россия,
yana.tsyplakova0311@yandex.ru

Аннотация
В данной статье будут рассмотрены основные тенденции в архитектуре веб-приложений, такие как система кэширования, облачное хранилище (Amazon S3), сеть доставки контента (CDN), балансировщик нагрузки, использование нескольких серверов, очереди сообщений.

Ключевые слова
Архитектура, веб-приложение, система кэширования, облачное хранилище, CDN, балансировщик нагрузки, сервер, очереди сообщений, Amazon S3.

Введение

Прогрессивная и масштабируемая концепция архитектуры веб-приложений находится в стадии активного развития. В связи с этим организациям следует активно мониторить эти динамичные изменения и гибко адаптировать свою архитектурную стратегию. В данном контексте выделяются несколько ключевых тенденций, на которые рекомендуется обратить особое внимание.

Система кэширования

Система кэширования представляет собой механизм локального хранения данных, обеспечивающий быстрый доступ к ним для сервера приложений, вместо того чтобы каждый раз обращаться к базе данных. В стандартной конфигурации данные сохраняются в базе данных. Когда пользователь делает запрос, сервер приложений извлекает эти данные из базы данных и предоставляет их пользователю. Повторный запрос тех же данных влечет за собой повторение этого процесса, что является ресурсоемким и занимает много времени. За счет сохранения такой информации во временном кэше, приложения могут оперативно предоставлять данные пользователям [1].

Рассмотрим 4 модели системы кэширования:

1. Кэш сервера приложений: это кэш в памяти рядом с сервером приложений (предназначен для приложений с одним узлом).
2. Глобальный кэш: все узлы имеют доступ к одному кэш-пространству.
3. Распределенный кэш. Кэш распределяется по узлам, где используется функция согласованного хеширования для маршрутизации запроса к необходимым данным.
4. Сеть доставки контента (CDN): используется для доставки больших объемов статических данных.

Redis и Memcached — две самые популярные системы кэширования со схожими функциями. Однако Redis предлагает богатый набор инструментов, что делает его пригодным для выполнения самых разных задач. С другой стороны, Memcached прост и удобен в использовании.

Система кэширования от AWS называется AWS ElastiCache. Этот веб-сервис позволяет администраторам масштабировать службу хранилища данных в памяти и управлять ею в облаке.

AWS также предлагает полностью управляемое хранилище данных в памяти, совместимое с Redis, под названием Amazon ElastiCache для Redis, и полностью управляемый сервис хранилища данных в памяти, совместимый с Memcached, под названием Amazon ElastiCache для Memcached [2].

Облачное хранилище (Amazon S3)

В сфере создания веб-приложений, облачное хранилище представляет собой неотъемлемое требование. Это форма хранения данных в облаке с возможностью доступа к ним через Интернет. Поставщик облачных услуг предоставляет инфраструктуру хранения данных по принципу подписки с оплатой в зависимости от фактического использования.

Поскольку AWS является наиболее популярным поставщиком облачных услуг, Amazon S3 является широко используемым решением облачного хранилища в средах AWS с архитектурой веб-приложений по всему миру. Amazon Simple Storage Service (S3) – это гибкая, экономичная, долговечная, безопасная служба облачного хранения, обеспечивающая высокую доступность и высокую масштабируемость.

В Amazon Web Services (AWS) модуль облачного хранилища определен как "ведро", где сохраняются объекты. При создании данного сегмента он разворачивается в регионе, выбранном пользователем. После завершения процесса развертывания и добавления объектов в корзину, пользователь может выбрать тип класса хранилища, а также активировать функции, такие как управление версиями, стратегии жизненного цикла, политики корзины и многое другое. AWS берет на себя управление жизненным циклом группы объектов, включая политику Identity and Access Management (IAM) и обеспечение безопасности данных.

Облачное хранилище Azure представляет собой востребованную службу облачного хранения, предоставляемую Microsoft Azure. Одной из выдающихся характеристик Azure Storage является высокая доступность, обеспечивающая время безотказной работы на уровне 99,95%, а также высокий уровень безопасности. При стоимости 0,18 доллара США за гигабайт в месяц это является экономически выгодным решением. Azure поставляется с обширным набором инструментов для администрирования и разработки, что помогает организациям эффективно координировать все бизнес-операции.

Google Cloud Storage представляет собой облачное хранилище от Google с тарифом 0,02 доллара США за гигабайт в месяц. Данное хранилище доступно в различных регионах, отличается высокой степенью надежности и удобно интегрируется с другими сервисами Google. Этот инструмент снабжен качественной документацией.

Сеть доставки контента (CDN)

Сеть доставки контента (CloudFront) представляет собой сеть серверов, размещенных в различных географических точках для более эффективной и быстрой доставки контента конечным пользователям. Вместо того чтобы обращаться к центральному серверу, все запросы пользователей будут направляться на сервер CDN, где хранится кэшированная версия контента. Таким образом, увеличивается скорость и производительность веб-сайта, а потери пакетов снижаются. Это приводит к уменьшению нагрузки на центральный сервер. Кроме того, CDN обеспечивает сегментацию аудитории и повышенную веб-безопасность.

CloudFront является известным сервисом CDN, предназначенным для архитектуры веб-приложений. Этот сервис действует как распределенный кеш, обеспечивая повышенную скорость, низкую задержку и улучшенное качество обслуживания клиентов. Благодаря глобальному охвату AWS, CloudFront предоставляет пользователям более широкий выбор географических расположений. Он легко может интегрироваться с другими сервисами AWS, такими как AWS Lambda, Amazon EC2, Amazon S3, Amazon CloudWatch, и др., что упрощает процесс работы. CloudFront обладает гибкостью, простотой настройки и обеспечивает высокую масштабируемость. Кроме того, он предоставляет эластичные сервисы и аналитику, а также дает возможность осуществлять контроль доступа к контенту.

Azure CDN – это достаточно известная сеть доставки контента, базирующаяся на облачной платформе Microsoft Azure. Этот сервис легко настраивается и используется, обеспечивая при этом низкую задержку.

Сеть доставки контента Google известна как Cloud CDN. Она использует глобально распределенные граничные серверы для кэширования контента на местах использования и обеспечивает высокие скорости доставки контента.

Балансировщик нагрузки

Из названия видно, что балансировщик нагрузки представляет собой сервис, который распределяет трафик между различными серверами в соответствии с их доступностью или установленными политиками. При поступлении запроса от пользователя, балансировщик нагрузки оценивает состояние серверов с точки зрения доступности и масштабируемости, направляя запрос к наилучшему серверу. Этот сервис может быть как аппаратным компонентом, так и программным обеспечением [3].

Существует два способа осуществления балансировки нагрузки.

1. Балансировка нагрузки на уровне TCP/IP. Балансировка нагрузки основана на DNS.

2. Балансировка нагрузки на уровне приложения. Балансировка нагрузки на основе нагрузки приложения.

Инструменты балансировки нагрузки:

Эластичный балансировщик нагрузки в AWS, известный как AWS Classic Load Balancer[2], представляет собой оригинальное решение. Он функционирует на уровне TCP (уровень 4) и уровне приложений (уровень 7). Тем не менее он направляет трафик только на один порт для каждого экземпляра.

Другим выдающимся вариантом является балансировщик нагрузки приложений AWS. Этот балансировщик работает на уровне приложений (HTTP) и способен перенаправлять трафик на несколько портов для каждого экземпляра. Кроме того, он поддерживает обслуживание нескольких доменных имен.

Несколько серверов

В традиционной веб-архитектуре имеются веб-сервер и база данных. Веб-сервер отслеживает запросы клиентов и обращается к базе данных для предоставления необходимой информации или обработки бизнес-логики. При увеличении числа одновременных пользователей возникает риск исчерпания ресурсов на веб-сервере. Несмотря на то что обновление конфигурации сервера может временно помочь, оно ограничено по своим возможностям и может создать единую точку отказа. Для создания высокомасштабируемой веб-архитектуры развертывание нескольких серверов является разумным выбором.

При создании многосерверной архитектуры компании могут интегрировать несколько серверов, на которых развернуты операционные системы, с одной или несколькими базами данных. Важно, чтобы эти серверы были сконфигурированы с соответствующими данными. Репликацию можно запланировать на определенное время.

Очереди сообщений

Очередь сообщений представляет собой буфер, который асинхронно сохраняет сообщения, обеспечивая эффективное взаимодействие между различными службами в веб-приложении. В современном окружении микросервисов разработка программного обеспечения осуществляется в виде более мелких, модульных и автономных строительных блоков, которые взаимодействуют друг с другом посредством RESTful API. Коммуникация между этими блоками координируется с использованием очередей сообщений. Программные компоненты подключаются к концам этих очередей для отправки, получения и обработки сообщений. Очереди сообщений обеспечивают подробную масштабируемость, упрощают процессы разделения и повышают надежность и производительность [1].

Одной из популярных служб управления очередями является Amazon Simple Queue Service (SQS), полностью управляемая служба очереди сообщений публикации/подписки (pub/sub), предлагаемая Amazon. Используя API веб-сервисов, предоставляемый AWS SQS, пользователь может получить доступ к сообщениям посредствам любого языка программирования. Обмен данными сообщениями обрабатывается асинхронно, это значит, сообщения ждут в очереди, и приложения смогут получить к ним доступ чуть позже.

Amazon SQS использует два типа очередей.

1. FIFO (First-In-First-Out): Обработка строк сообщений происходит в том порядке, в котором они были отправлены. Это особенно полезно для операций, где важен порядок выполнения.

2. Стандартные очереди: Порядок строк сообщений может изменяться, хотя сами сообщения остаются неизменными. Это пригодно для сценариев, где необходимо распределение сообщений между различными узлами.

AWS SQS способен обрабатывать до 300 сообщений в секунду, предоставляя возможность настройки каждого сообщения. Хранение сообщений возможно в течение широкого временного интервала – от 1 минуты до 14 дней. Возможность разделения компонентов приложения способствует достижению высокой производительности, уменьшая административные затраты и обеспечивая конфиденциальность данных. Интеграция с другими продуктами AWS облегчает внедрение в существующую инфраструктуру.

Заключение

В современном конкурентном мире разработка высококачественных продуктов и услуг в области программного обеспечения уже не достаточна для завоевания доверия клиентов. Ключевую роль играет способ доставки продуктов и услуг. В этом контексте веб-приложения становятся важным инструментом. Таким образом, организации должны стремиться к созданию и развертыванию высокооптимизированных веб-приложений, обеспечивающих высокую скорость и производительность при минимальных затратах, а также предоставляющих превосходный пользовательский интерфейс и опыт (UX). Ключевым фактором в этом процессе является разработка правильной архитектуры веб-приложения.

Проанализировав основные тенденции в архитектуре веб-приложений, хочется выделить особенно облачные решения и системы очередей. Благодаря облачным решениям компании могут сосредоточиться именно на разработке высокотехнологичных решений, не затрачивая ресурсы на поддержку и развертывание инфраструктуры - что в свою очередь также предоставляет более быстрое вертикальное и горизонтальное масштабирование в случае увеличения нагрузки. Используя системы очередей, архитектура приложений становится проще и понятнее, где при правильной настройке системы вероятность потери сообщений в микросервисной среде стремится к нулю.

Литература

1. Архитектура веб-приложений // ITANDDIGITAL.RU [Электронный ресурс]. URL: https://itanddigital.ru/webarchitecture (дата обращения 30.01.2024)
2. Облачные продукты AWS // AWS.AMAZON.COM [Электронный ресурс] URL: http://aws.amazon.com/ru/products/ (дата обращения 30.01.2024)
3. *Капысов С.П., Новиков А.К., Рычков В.Н.* Алгоритмы динамической балансировки вычислительной нагрузки и их релаизации [Электронный ресурс] https://core.ac.uk/download/pdf/197388794.pdf. (дата обращения 30.01.2024)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОТОКОЛОВ ПЕРЕДАЧИ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ В WEB-СИСТЕМАХ

Цыплакова Яна Викторовна,
МТУСИ, Москва, Россия
yana.tsyplakova0311@yandex.ru

Аннотация
В статье приведен обзор и анализ протоколов передачи потоковых данных в web-системах, на примере протоколов TCP/IP, UDP, Websocket,WebRTC. Характерной чертой TCP/IP протокола является разноуровневая передача пакетов данных. UDP используется в случаях, когда необходимо защитить данные от потерь и нарушения порядка сообщений. WebSocket является протоколом полнодуплексной связи поверх TCP-соединения.

Ключевые слова
Протоколы передачи данных, TCP, IP, UDP,WebRTC, Websocket.

Введение

Пропускаемость интернет-канала для большей части пользователей растет год от года. Это связано с большим объемом информации и данных, которые пользователями загружаются и, а в последнее время и просматривают онлайн. В настоящее время наблюдается растущая популярность онлайн-сервисов, которые позволяют пользователям просматривать и обмениваться информацией через веб-браузер, вместо загрузки необходимых данных. На данный момент передача значительных объемов данных (например, мультимедиа) между пользователями требует использования сервера, что приводит к значительным затратам на серверное оборудование и пропускную способность канала. Это может стоить значительных сумм и требовать дополнительных ресурсов [1].

Иногда, при необходимости обмена данными, используется технология p2p.
Однако, для её работы требуется установка специальных программ на компьютеры пользователей, чтобы обеспечить передачу данных между ними. В отличие от случаев загрузки или обмена данными, использование p2p-технологий для передачи данных между браузерами пока не нашло такой популярности. На данный момент в web-системах используются несколько протоколов для передачи данных. В данной статье я хочу провести анализ протоколов передачи потоковых данных с целью определения возможных технологий в браузерах для снижения затрат на интернет-канал и стоимость серверного оборудования.

Протокол TCP/IP

Обычно, взаимодействие между приложениями происходит по принципу "клиент-сервер": "клиент" отправляет запрос на получение информации, а сервер принимает данный запрос, обрабатывает и посылает результат обратно. Клиентом является приложение, используемое конкретным сервисом, которые предоставляется другим приложением.

TCP/IP протокол – это название набора сетевых протоколов. Для данного протокола характерна разноуровневая передача пакетов. IP протокол является протоколом сетевого уровня, задача которого является доставка IP-пакетов от ПК отправителя к ПК получателя. Характерной чертой сетевого уровня является то, что он не использует номера портов.

IP протокол является протоколом сетевого уровня, задача которого является доставка IP-пакетов от ПК отправителя к ПК получателя. Характерной чертой сетевого уровня является то, что он не использует номера портов. Данный уровень не знает на какой порт был отправлен пакет, а также был доставлен или нет. Данная задача – это задача транспортного, т.е. следующего уровня. На данный момент используют две версии IP протокола: IP v6 и IP v4.

Каждый узел взаимодействует с узлами в своей сети, через адрес сети, входящий в IP-адрес, и определяется маской сети. Чтобы взаимодействовать с другими узлами используются маршрутизаторы, выступающие в качестве промежуточных узлов.

TCP протокол считается одним из надежных т.к. предусматривает установление логического соединения, что в свою очередь гарантирует надежную доставку данных; нумерует пакеты, дальше подтверждает их получение квитанцией, а если пакет был потерян, то осуществляется повторная передача и осуществляет деление передаваемого поток байтов на сегменты или части и совершает передачу нижнему уровню, а на приемной стороне собирает данные в качестве непрерывного потока байтов.

Протокол TCP основан на IP для доставки пакетов, но при этом добавляет два значимых параметра: установление соединения и порты. TCP - соединение - соединение двух узлов, начинающееся с их “рукопожатия”.

UDP протокол

UDP протокол используется в случае, когда нам важна скорость передачи, а не надежность доставки пакетов. В отличие от TCP протокола он осуществляет передачу данных без подтверждения от пользователя. По этой причине, иногда пакеты могут теряться или в неправильном порядке приходить. На протоколе UDP в основном базируются прикладные протоколы, которым скорость передачи данных важнее, надежности, например, для общения голосом или передачи потокового видео

WebSocket протокол

WebSocket является протоколом полнодуплексной связи поверх TCP-соединения. Данный протокол специально разработан для обмена в реальном времени сообщениями между браузером и веб-сервисом. Спецификация WebSocket протокола включает в себя API для установки соединений между браузером и сервером. Иными словами, клиент и сервер способны поддерживать непрерывное подключение, в рамках которого две стороны могут инициировать обмен данных [3].

Одной из задач Websocket протокола является устранение ограничений в обмене данными между браузером и

сервером. Он также обеспечивает безопасную и эффективную передачу данных между любыми доменами с минимальным сетевым трафиком.

Использование протокола WebSocket позволяет сократить время отклика к параметрам реального времени, которые требуются для подключения. Недостатком данного протокола является то, что при его использовании может потребоваться изменение реализации серверного приложения, а также применение альтернативных техник, таких как очереди событий. Однако все же есть сферы, где использование Websocket может быть полезным, например, чаты, сетевые игры, ленты в социальных сетях [1].

Протокол WebSocket работает над HTTP, что означает, что при соединении браузером отправляются специальные заголовки, которые спрашивают: «Поддерживает ли сервер WebSocket?».

Если в свою очередь сервер в ответных заголовках отвечает: «Да, поддерживаю», то дальше HTTP прекращается, и общение идёт на специальном протоколе WebSocket, который уже не имеет с HTTP ничего общего.

Соединение WebSocket можно открывать как WS:// или как WSS://. Протокол WSS представляет собой WebSocket над HTTPS. Помимо большей безопасности, WSS обладает важным преимуществом по сравнению с обычным WS – наибольшая вероятность соединения.

Ключевым моментом является то, что HTTPS шифрует трафик от клиента к серверу, в то время как HTTP – нет. Если между клиентом и сервером находится прокси, то в случае с HTTP все WebSocket заголовки и данные передаются через него. Поскольку они не зашифрованы, прокси может получить к ним доступ и предположить, что происходящее нарушает протокол HTTP, и отрезать заголовки и заблокировать передачу. С другой стороны, при использовании WSS весь трафик шифруется один раз и проходит через прокси в зашифрованном виде. В результате заголовки гарантированно передаются и общая вероятность соединения через WSS выше, чем через WS.

После установления соединения с сервером, вы можно использовать методом send для отправки данных на сервер. Ссервер имеет возможность осуществлять отправку сообщений в любое время, что вызывает обратный вызов onmessage.

Объекты WebSocket также имеют возможность принимать двоичные сообщения, о чем говорит последняя версия спецификации.

Еще одной важной характеристикой WebSocket являются его расширения, которые используются для передачи мультиплексирования и сжатых фреймов.

Ключевой проблемой Websocket можно выделить то, что он совместим с прокси-серверами, которые выступают посредниками в HTTP-соединениях в многих корпоративных сетях. Хотя WebSocket использует систему модернизации HTTP, некоторые прокси-серверы не поддерживают данную систему, что увеличивает шанс сбоев в момент установки соединения.

WebRTC

Одной из главных проблем при передаче информации в интернете была коммуникация в реальном времени (Real Time Communication, RTC). Для RTC необходима такая поддержка в браузерах, как ввод текста в текстовое поле. Без данного параметра существовали бы ограничения в возможностях разработки новых путей взаимодействия между пользователями [2].

Изначально технология RTC была исключительно корпоративной и довольно-таки сложной. Она требовала дорогих лицензионных технологий для аудио и видео или только для домашней разработки. Интеграция технологии RTC с существующим контентом, данными и сервисами была сложной и трудоемкой, особенно в веб-среде.

На данный момент в WebRTC разработаны стандарты для видео, аудио и передачи данных в реальном времени без использования дополнительных плагинов. Необходимость в таких требованиях обусловлена следующими факторами. Основными принципами WebRTC-проекта является следующее:его API должен быть открытым источником, бесплатным, стандартизированным, построенным в веб-браузере и быть более эффективным, чем существующие технологии.

Реализация WebRTC на данный момент включает в себя 3 API:

- MediaStream (он же getUserMedia) – получение потоков данных, с таких устройств как пользовательская камера или микрофон;
- RTCPeerConnection - аудио и видео звонки с возможностью для шифрования и контролирования пропускной способности канала;
- RTCDataChannel – передача собственно данных от одного пользователя другому.

Так как в данной работе идет речь о передаче данных, следует рассмотреть RTCDataChannel.

RTCDataChannel API дает возможность peer-to-peer создавать передачу произвольных данных с высокой пропускной способностью и минимальной задержкой.

Существует большое количество потенциальных проектов для использования API, например:

– игры;
– удалённое управление рабочим столом;
– текстовый чат в режиме реального времени;
– передача файлов;
– децентрализованные сети.

У RTCDataChannel API есть возможности для создания RTCPeerConnection и задействования значительных и гибких P2P коммуникаций.

Синтаксис преднамеренно схож с WebSocket его методом send() и событием message.

Связь происходит напрямую между браузерами, поэтому RTCDataChannel может быть значительно быстрее, чем WebSocket, даже в случае, если есть его задержка через TURN или NAT-сервер.

Существующая реализация WebRTC является более логичной и имеет меньшее количество недостатков, чем существующие ранее плагины Flash. А с позиции стабильности браузера и защищенности по отношению к внешним атакам протокол WebRTC опережает другие плагины.

Технология WebRTC позволяет улучшить качество звука, в том числе с помощью встроенной функции автоматической регулировки микрофона. Для передачи аудио используют Opus и G.711. Opus позволяет подстраивать качество звука под ширину доступного канала.

В целом интерес к платформе WebRTC значительно вырос благодаря ее открытости. Хотя значительная часть ресурсов все еще расходуется на доработку технических деталей, многие компании считают, что использование независимых решения стратегически верным. Это объясняется множеством новых инструментов, которые WebRTC может предложить организации.

Заключение

Проанализировав протоколы передачи потоковых данных в web-системах, я пришла к выводу, что именно протокол WebRTC обладает необходимыми характеристиками, котороые могут позволить снизить нагрузку на сервер, распределяя ее напрямую между клиентами, что экономически выгодно, в частности, небольшим компания. Так как в данном протоколе информация передается между клиентами напрямую, то благодаря уменьшению задержки передачи по сети данный протокол очень актуален в стриминговых платформах, видео- и аудио-конференциях и других peer-to-peer системах. Благодаря тому, что сервер необходим только для установления соединения между пирами, он не участвует в передачи данных, что напрямую сказывается на уменьшении нагрузки на него и как следствие - экономически выгодно

У протокола WebRTC есть большие преимущества по сравнению с другими протоколами:

- Кроссплатформенность;
- Штатная поддержка современными браузерами;
- Не требуется никакое дополнительное ПО;
- Бесплатный протокол и видеокодек
- Работа со всей аппаратной частью устройства;
- Безопасность и производительность;
- Легко интегрировать в сайт;
- Практически независим от сервера, а в случае его использования сервер практически не нагружается.

Литература

1. *Лейкин А.Т.* Протоколы транспортного уровня [Электронный ресурс] URL: https://www.lastmile.su/journal/article/3899 (дата обращения 30.01.2024)

2. *Виталий Сергей.* Немного о WebRTC: что где использовать [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/articles/501416/ (дата обращения 30.01.2024)

3. WebSocket: разбираем как работает [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/sandbox/171066/ (дата обращения 30.01.2024)

ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И БЛОКЧЕЙНА В БИЗНЕСЕ

Шушпанов Владислав Олегович,
МТУСИ, Москва, Россия,
vlad.shushpanov99@mail.ru

Аннотация

Искусственный интеллект и блокчейн – это две технологии, которые могут принести радикальные изменения во все области жизни, возникшие в результате четвертой промышленной революции. Слияние этих двух новаторских технологий - ИИ и блокчейна - обладает огромным потенциалом для создания новых бизнес-моделей, основанных на цифровизации. Основная цель этого исследования заключается в анализе и описании приложений и преимуществ объединенных платформ искусственного интеллекта и блокчейна в различных вертикалях бизнеса.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, Блокчейн, Бизнес, Цифровые технологии, Интеграция

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой передовую технологию, способную выполнять сложные задачи, требующие высокого уровня интеллекта и выполнять задачи неподвластные для человека. Он необходим в промышленном развитии как важнейший фактор, поскольку способствует объединению в единый механизм и интеграции различных новых технологий, таких как блокчейн, криптовалюта, облачные вычисления и интернет вещей (IoT).

Непрерывный рост объема данных, создаваемых устройствами IoT, социальными сетями и веб-приложениями, способствовал распространению использования ИИ, где данные используются для обучения алгоритмов машинного обучения. Тем не менее, в связи с использованием ИИ возникают определенные проблемы. Особенно критической проблемой является обеспечение конфиденциальности в результате серии утечек и неправильного использования личных данных. Другие растущие проблемы с ИИ включают в себя объяснимость и надежность, поскольку технология не взаимодействует и не разговаривает с людьми-пользователями и, следовательно, не может быть проверена или доверена [1].

Аналогичное внимание привлекает блокчейн как технология с широким спектром применений в различных областях. С момента появления биткойна в 2008 году блокчейн стал разрушительной технологией, изменяющей способ нашего взаимодействия, отслеживания транзакций, автоматизации платежей и многого другого. Безусловно, блокчейн открывает двери возможностей, позволяющих надежным и безопасным способом передавать ценность напрямую между пользователями.

Благодаря использованию смарт-контрактов проверка утверждений и соответствия может быть упрощена, поскольку блокчейн представляет собой общую базу данных, синхронизируемую между различными сайтами, и позволяет каждому участнику распределенной сети согласовывать такие действия [2]. Что еще более важно, все транзакции криптографически подписаны на блокчейне, при этом все майнинговые узлы, которые имеют копию всех транзакций, проверяют каждую транзакцию в блокчейне.

Таким образом, блокчейн устраняет необходимость в централизованном органе для проверки транзакций на достоверность, что позволяет ему быть экономически эффективным и безопасным.

Результаты исследований

Развитие ИИ и блокчейна подвело их интеграцию, чтобы революционизировать следующее цифровое поколение. Блокчейн может предложить объяснимость, конфиденциальность и доверие приложениям на основе искусственного интеллекта, в то время как ИИ может повысить масштабируемость и безопасность при решении проблем персонализации и управления для технологий на основе блокчейна. ИИ и блокчейн технически отличаются по-разному, но их можно использовать для преодоления недостатков друг друга. В контексте цифрового бизнеса ИИ и блокчейн выступают в роли помощников, где ИИ помогает компаниям в понимании, распознавании и принятии решений, тогда как блокчейн обеспечивает поддержку бизнеса в сфере выполнения, проверки и регистрации операций.

На практике слияние ИИ и блокчейна привнесло множество новых возможностей. В сфере здравоохранения блокчейн обеспечивает безопасное хранение данных пациентов. При предоставлении доступа медицинским работникам ИИ модели помогают им анализировать эти данные. Следует отметить, что совместное применение этих технологий помогло здравоохранению справиться с кризисом COVID-19. Компания BurstIQ, основанная на блокчейне и предоставляющая решения для обработки данных в сфере здравоохранения, является примером инновации, предоставляющей блокчейн-кошелек для здоровья, искусственный интеллект и большие данные для управления данными пациентов. Кошелек предоставляет медицинским работникам доступ к медицинским записям пациентов, чтобы они могли получать дополнительную информацию о состоянии здоровья пациента по мере необходимости.

В результате слияния этих двух технологий отрасль финансовых услуг также претерпевает масштабные изменения, обеспечивая быстроту транзакций и создавая доверие между сторонами при осуществлении сделок. Аналогичным образом, ИИ и блокчейн изменили цепочки поставок, оцифровав традиционные бумажные процессы, обеспечивая надежный обмен данными и облегчая автоматизированные транзакции. Технология блокчейна и платформа искусственного интеллекта IBM Food Trust являются примером, который помог мелким фермерам, выращивающим кофе и какао, ускорить свои транзакции и улучшить свои решения в сельском хозяйстве.

Для успешного процветания в будущей индустриальной эпохе компании должны перестроить свои бизнес-модели, чтобы технологии стали самой основой их деятельности, учитывая сложные концепции, такие как дематериализация, дезинтермедиация и проектирование и производство товаров по требованию.

И в этом начинании помогают мощные технологии, такие как искусственный интеллект (ИИ) и блокчейн, которые имеют потенциал для трансформации существующих процессов в организациях, обеспечивая большую эффективность и непрерывность.

В настоящее время парадигма организаций переходит от иерархической модели к самоорганизующейся модели. И хотя искусственный интеллект и блокчейн изначально использовались в финансовом секторе, компании осознали их потенциал и применение в других отраслях, таких как сельское хозяйство, здравоохранение, логистика, производство и цепочки поставок. Эти технологии помогают улучшить процессы, устранить посредников и создать более прозрачные и эффективные системы.

Таким образом, успешное приспособление к будущим требованиям рынка требует от компаний внедрения ИИ и блокчейна в свои бизнес-модели, чтобы оставаться конкурентоспособными и отвечать изменяющимся потребностям и ожиданиям клиентов.

Проведенный анализ свидетельствует о широком спектре возможностей интегрированных платформ искусственного интеллекта и блокчейна в различных сферах бизнеса. Некоторые из этих приложений общие для всех отраслей (например, управление и маркетинг), в то время как другие специфичны для конкретных отраслей (например, электронная коммерция и здравоохранение).

Искусственный интеллект и блокчейн - это два необходимых инструмента для современной цифровой бизнеса, они играют ведущую роль для трансформации бизнес процессов. Союз ИИ и блокчейна позволяет создавать новые бизнес-практики и новые модели ведения бизнеса, значительно улучшая все аспекты принятия решений. Применяю эти две технологии можно достигнуть максимального их потенциала при их взаимодействии друг с другом. Искусственный интеллект может отвечать за оптимизацию всех процессов, а блокчейн добавляет прозрачности и безопасности для всей системы.

Когда ИИ и блокчейн используются отдельно, возникает ряд проблем. Искусственный интеллект подвержен надежности, конфиденциальности и объяснимости, тогда как у блокчейна есть слабые стороны в безопасности и масштабируемости. Объединение этих технологий обеспечит выгоду для бизнеса, производя автоматизацию процессов и позволяя производить обмен данными безопасным способом.

Все чаще появляются случаи удачного применения ИИ и блокчейна в бизнесе. Они предоставляют новые способы ведения бизнес-процессов, создают надежную экосистему для обмена данными и проведения транзакций, их союз позволяют технологические системы принятия решений. В отдельности блокчейн необходим для искусственного интеллекта чтобы обеспечить достоверность и доступность информации для обучения моделей ИИ.

Слияние технологий искусственного интеллекта (ИИ) и блокчейн привело к разработке новых моделей бизнеса, которые основаны на децентрализации и автономии. Эти модели обеспечивают гибкость и эффективность для различных сфер бизнеса. Кроме того, сочетание ИИ, блокчейна и Интернета вещей (IoT) может сделать цепочки поставок более надежными и эффективными. В режиме реального времени отслеживание продуктов по всей цепочке поставок обеспечивает прозрачность и контроль.

Блокчейн также может сыграть важную роль в сфере бухгалтерского учета. Путем использования технологии блокчейн можно предотвратить некорректные прогнозы, которые могут возникнуть из-за ошибочных данных или поддельной информации. Он также может обеспечить аутентификацию данных и гарантировать надежность финансовой отчетности. Такое сочетание ИИ, блокчейна и IoT может повысить качество аудита и снизить риск мошенничества в бухгалтерии. Эти технологии позволяют компаниям повышать эффективность своих процессов, обеспечивая одновременно безопасность и достоверность данных.

В области финансов предлагают оптимальное решение для отслеживания незаконных транзакций биткойнов с помощью алгоритмов искусственного интеллекта для анализа больших данных, собранных из блокчейна биткойнов [3]. В сфере страхования также возможно использование алгоритмов машинного обучения, путем анализа данных можно обнаруживать подозрительны клиентов, либо мошеннические схемы. Блокчейн позволяет сохранить надежность данных, что может благоприятно сказаться на выяснения мошеннических методов, которые применяют в бизнесе. А вот с искусственным интеллектом уже можно создавать фильтры и классификаторы данных для проверки достоверности процессов и пользователей в системе блокчейн.

В области здравоохранения блокчейн может обеспечить конфиденциальность и повысить безопасность медицинских данных. Интеграция искусственного интеллекта и блокчейна позволяет создать систему прогнозирования, которая способствует эффективности клинического рабочего процесса. С использованием этих технологий пациенты могут контролировать и управлять своими медицинскими записями.

В маркетинге сбор данных клиентов на основе блокчейна может помочь компаниям обеспечить автоматизированное обслуживание клиентов. Возможностями машинного обучения, блокчейна и интернета вещей мы предлагаем автоматизированную платформу обслуживания клиентов для улучшения качества обслуживания клиентов малыми компаниями без посредничества сторонних лиц. В результате этого повысится уровень удовлетворенности клиентов и увеличится прибыльность компании. Кроме того, удовлетворенность клиентов можно предсказать с помощью алгоритма машинного обучения LSTM на платформе, которая основана на технологии блокчейн [4].

В социальных сетях алгоритм консенсуса подтверждения работы блокчейна может снизить распространение ложной информации, а алгоритмы машинного обучения могут обнаружить аномалию в обмене мгновенными сообщениями. Важным фактом является то, что технология блокчейн предлагает потенциальное решение для борьбы с растущей проблемой распространения дезинформации в контенте социальных сетей.

Особенности блокчейн-технологии могут восстановить доверие в цифровую экосистему, обеспечивая большую прозрачность жизненного цикла контента. В силу своей децентрализованной природы, блокчейн может отслеживать путешествие цифрового контента, проверять его источник и выявлять возможные манипуляции с ним s[5].

Блокчейн технология позволяет отслеживать все данные для цифирного контента, что дает возможность проверять действия с данными на возможные манипуляции и точно определять достоверность данных по их источнику. Все это способствует прозрачности все процессов и делает экосистему. Кроме того, система на основе блокчейна, подкрепленная ИИ, может аутентифицировать личность создателя контента и оценить его или ее репутацию на предмет точности.

Заключение

Становиться ясно, что конвергенция ИИ и блокчейна может происходить в нескольких измерениях. Продукты, услуги и бизнес-модели могут использовать синергию этих технологий для реализации значимых преимуществ. В результате конвергенции, промышленные корпорации могут претерпеть цифровую трансформацию, что позволит им продвигать свой бизнес и войти в новую эпоху цифровой экономики. В каждой области существует множество примеров, где интеграция искусственного интеллекта и блокчейна может улучшить процессы и создать дополнительную ценность, такие как управление активами, обслуживание клиентов, разрешение споров, предотвращение мошенничества, оценка производительности и мониторинг цепочки поставок. Кроме того, исследования показывают, что искусственный интеллект и блокчейн могут быть реализованы в различных формах, и доступные концепции, описанные в литературе, являются высокотехнологичными и комплексными, такими как системы киберпроизводства или системы оценки производственных возможностей.

В этой статье становиться понятно, что для бизнеса выгодно применения таких технологий как ИИ и блокчейн. Все эти преимущества и перспективы, которые они обеспечивают, будут способствовать более глобальному росту новых технологий и способа их взаимодействия, предлагая все новые области, в которых может быть задействовано объединение блокчейна и искусственного интеллекта.

Литература

1. *Берджесс Эндрю*. Искусственный интеллект – для вашего бизнеса : руководство по оценке и применению : Практическое пособие, 2021. 232 с.
2. *Цихилов А.М*. Блокчейн: принципы и основы : научно-популярная литература : Интеллектуальная Литература, 2019. 188 с.
3. *Корнилова Е.В*. Блокчейн в финансовой сфере: сегодня и завтра // Банковское дело. 2018. № 12. С. 46-49.
4. *Дейнекин Т.В*. Искусственный интеллект в маркетинге // Маркетинг в России и за рубежом. 2019. № 2. С. 33-38.
5. *Свон Мелани*. Блокчейн. Схема новой экономики: Олимп-бизнес, 2016. 217 с.

ПРОЦЕССЫ, КОТОРЫЕ ТРАНСФОРМИРУЮТ БИЗНЕС: ГЛУБОКИЙ АНАЛИЗ И ПОНИМАНИЕ

Языкова Дарья Андреевна,
МТУСИ, Москва, Россия,
yazykovadari@yandex.ru

Аннотация
Целью данной статьи является рассмотрение различных аспектов бизнес-процессов, такие как их определение, классификация, моделирование и управление. Подробно проанализируем каждый из этих аспектов и изучим практические рекомендации по их оптимизации.

Ключевые слова
Бизнес-процесс, моделирование, оптимизация, управление, BPMN.

Введение

В современном мире, где темпы изменений задают ритм развития бизнеса, глубокий анализ и понимание процессов, преобразующих индустрию, становятся ключевыми для достижения успеха. В этой статье мы рассмотрим самые важные аспекты и механизмы трансформации бизнес-процессов, которые позволяют компаниям не только выживать в условиях жесткой конкуренции, но и достигать новых высот, а также разберем стратегии и инновации: от цифровизации до перестройки управленческих моделей, где каждый элемент играет решающую роль в создании устойчивого будущего для бизнеса.

1. Введение в понятие бизнес-процессов: определение и основные характеристики, значение для эффективности компании

Бизнес-процессы являются основой любой организационной структуры. Они представляют собой совокупность взаимосвязанных задач и действий, которые преобразуют входные данные (ресурсы) в выходные (результаты), создавая ценность для клиентов и участников бизнеса.

Бизнес-процесс – это последовательный набор шагов или действий, выполнение которых направлено на достижение конкретной цели компании. Это может быть разработка нового продукта, обслуживание клиента, производственный процесс или любая другая активность, которая способствует функционированию и развитию предприятия [1].

Ключевые атрибуты бизнес-процесса включают:

1. Цель – каждый процесс имеет четко определенную конечную цель.
2. Входы – ресурсы необходимые для запуска процесса.
3. Выходы – результаты или продукция, получаемые после выполнения процесса.
4. Шаги – последовательные операции или задачи.
5. Участники – персонал и отделы компании, участвующие в процессе.
6. Инструментарий – технические средства и программное обеспечение, используемое для выполнения процесса.

Эффективно спланированные и управляемые бизнес-процессы могут значительно повлиять на успех организации через:

1. Повышение продуктивности – оптимизация рабочего времени и времени принятия решений;
2. Сокращение издержек – минимизация затрат на материалы, время работы сотрудников;
3. Улучшение качества – стандартизация операций приводит к снижению ошибок и масштабируемости бизнеса;
4. Гибкость – возможность быстрого реагирования на изменения рыночных условий;
5. Удовлетворенность клиентов – постоянное улучшение сервисного обслуживания благодаря обратной связи от потребителей.

Следует подчеркнуть значимость грамотного моделирования и анализа бизнес-процессов как инструмента повышения конкурентоспособности предприятия на рынке товаров и услуг за счет повышения его операционной эффективности.

Таким образом, понимание того, что такое бизнес-процессы, какие виды они имеют, какими характеристиками обладают является ключевой составляющей успешного стратегического управления компанией.

2. Классификация бизнес-процессов: описание основных типов процессов и их роли в структуре предприятия

Различают три основных типа бизнес-процессов: управленческие, основные (или производственные), и поддерживающие.

Управленческие процессы направлены на формирование стратегии компании, принятие решений, планирование и контроль. Они обеспечивают связь между целями предприятия и его действиями, а также координируют работу всех подразделений. Примерами могут служить разработка корпоративной стратегии, управление капиталом компании, анализ рисков.

Эффективное управление – это ключ к успеху любой организации. Управленческий блок затрагивает стратегическое планирование – определение долгосрочных целей компании и способы достижения этих целей через маркетинговые стратегии или инвестиционные программы. Учетная политика также играет значительную роль в данном контексте – правильное распределение финансовых потоков может значительно повысить финансовую стабильность предприятия [2].

Основные (производственные) процессы – это непосредственно создание продукта или услуги, которое приносит доход. Это то, ради чего существует организация. Включает в себя все этапы от разработки до поставки конечного продукта потребителю. Например, в автомобилестроении это будет дизайн автомобилей, сборка и тестирование.

Производственные процессы направлены на создание ценности для клиента. Задачами таких процессов является минимизация затрат при сохранении высокого уровня качества продукции или услуг.

Поддерживающие процессы созданы для обслуживания основных и управленческих процессов. Они не приносят прямого дохода компании, но являются крайне важными для общей работы предприятия. Сюда можно отнести IT-инфраструктуру, логистику, HR-менеджмент или сервисное обслуживание.

Вычислительная техника обрабатывает данные для аналитической работы менеджмента; логистическая система доставляет материалы на склады и готовую продукцию клиентам; HR отдел заботится о найме персонала и его развитии в рамках корпоративной культуры [4].

Использовать классификацию бизнес-процессов необходимо для повышения операционной эффективности организации через оптимизацию каждого из видов деятельности отдельно и системного подхода ко всему бизнесу в целом.

Каждый из перечисленных видов бизнес-процессов выполняет свое специализированное задание для достижения финальной коммерческой успешности компания – будь то расширение рыночного присутствия через стратегическое планирование или же получение прибыли за счет выдающегося клиентского сервиса.

3. Моделирование бизнес-процессов: обзор методик документирования и анализа процессов, примеры инструментария для моделирования (BPMN, EPC)

Моделирование бизнес-процессов является ключевым элементом в управлении и оптимизации работы компании. Это позволяет организациям анализировать и улучшать свои операции для повышения эффективности и конкурентоспособности.

Документирование бизнес-процессов – первый шаг к пониманию текущего состояния дел в компании. Существует несколько подходов к документированию:

1. Текстовое описание – самый простой способ фиксации информации, который подразумевает написание шаг за шагом всех операций ручным способом или автоматическим.

2. Блок-схемы – позволяют наглядно представить последовательность операций с помощью графических символов.

3. BPMN (Business Process Model and Notation) – стандартная нотация для моделирования бизнес-процессов, которая представляет процесс в виде диаграмм с использованием унифицированных символов и знаков.

4. IDEF (Integrated DEFinition) – серия методологий, используемых для создания структурированных описаний систем.

Выбор метода зависит от сложности процесса, целей моделирования и предпочтений команды, которая отвечает за описание бизнес-процессов.

После того как процессы задокументированы, следующий этап – анализ с целью выявления уязвимых мест и возможностей для оптимизации. Анализ может проводиться по различным параметрам:

- Эффективность – измерение соотношения затраченных ресурсов к полученным результатам.
- Производительность – определение способности процедуры выполнять требуемую работу за единицу времени.
- Качество – ожидаемое соответствие результатов требуемым стандартам или потребностям клиентов.

Существует множество инструментов, которые помогают в создании точных моделей бизнес-процессов, одними из самых популярных являются:

1. MS Visio – популярное решение от Microsoft для создания различных видов диаграмм, включая блок-схемы и BPMN.

2. Bizagi Modeler – программный продукт, который предоставляет широкие возможности по моделированию процессной логистики на основе BPMN.

3. ARIS Express – бесплатный инструмент от компании Software AG для начинающих пользователей в области BPMN.

4. Lucidchart – онлайн сервис, который позволяет создавать сложные диаграммы и имеет функциональность командной работы.

При выборе инструмента необходимо учитывать такие факторы как сложность интерфейса, возможность командной работы над проектами и доступные функциональные возможности [5].

Моделирование бизнес-процессов играет значительную роль в повышении эффективности любой компании через глубокое понимание её операционной базы и выявление потенциала для оптимизации рабочих задач. Прозрачная структура документирования помогает сохранять информацию о компании в актуальном состоянии при изменениях на рынке или изменении структуры и внутренних процессов предприятия.

Выбор правильного инструментария является ключевой задачей при построении этих систематических изменений; он должен соответствовать вашим нуждам, основываться на сложности решаемых задач и командной работе над общей целью – повышению качества выполнения рабочих функций предприятия.

4. Оптимизация бизнес-процессов: стратегии улучшения эффективности процессов и устранения избыточности с примерами успешных практик

Оптимизация бизнес-процессов является ключевым элементом для достижения конкурентного преимущества. Целью оптимизации является не только повышение эффективности и сокращение затрат, но и обеспечение гибкости организационной структуры для быстрой адаптации к изменяющимся условиям рынка.

Для того, чтобы начать работать над оптимизацией бизнес-процессов необходимо провести всесторонний анализ существующих процессов. Выявить неэффективные операции. В этом помогут методологии Lean или Six Sigma [6]. Также для оптимизации необходимо взять во внимание такой инструмент как, ключевые показатели производительности (KPIs). Они помогают оценить текущий уровень работы и выставить цели для будущих улучшений.

Рассмотрим компанию X, которая занимается производством электронных компонентов. После проведения аудита было выявлено, что значительная часть времени рабочих тратится на перемещение материалов между складом и рабочей зоной.

В результате внедрения системы “точно в срок” (Just-In-Time), время на перемещение материалов было сокращено на 50%, что привело к повышению общей продуктивности линии на 20%.

Идентификация избыточных шагов в процессах – один из способов повысить эффективность работы. Например, отказ от бумажного документооборота в пользу электронного может значительно сократить время обработки информации. Решения по автоматизации задач также способствуют минимизации ошибок и освобождению времени работников для выполнения более сложных задач [3].

Использование новых технологий может значительно ускорить и упростить бизнес-процессы. Направлениями могут быть облачные сервисы для доступа к данным в любое время, системы CRM для автоматизации взаимодействия с клиентами или ERP-системы для интеграции всех корпоративных данных.

Обученный персонал сможет лучше разбираться в новых методиках работы и эффективно использовать предоставленные им инструментарии. Регулярные тренинги по повышению квалификации являются ключевой составляющей успешной оптимизации.

Оптимизация – это не единичный проект, а непрерывный процесс. Важно создать культуру постоянного улучшения, где каждый работник будет заинтересован в поиске возможностей для оптимальной работы.

Следует подчеркнуть значение стратегического подхода к оптимизации бизнес-процессов как фундамента успешного развития компании. Системный анализ текущего положения дел, активное приветствие изменений и фокусирование на постоянном самосовершенствовании – ключевые элементы стратегии повышения операционной эффективности любого предприятия.

Заключение

В заключение, описание бизнес-процессов играет критически важную роль в создании успешного бизнеса и является ключевым элементом для развития современных компаний. Четкое понимание и документирование бизнес-процессов позволяют организациям адаптироваться к постоянно меняющимся рыночным условиям, эффективно управлять изменениями и оптимизировать свою деятельность. Это способствует повышению прозрачности операций, улучшению коммуникаций внутри компании и снижению затрат за счет минимизации ошибок и излишних действий. Таким образом, тщательное описание бизнес-процессов является не только отражением стремления компании к постоянному самосовершенствованию, но и необходимым инструментом для поддержания её жизнеспособности и конкурентоспособности на долгосрочной перспективе.

Литература

1. *Попова Е.В.* Бизнес-процессы: управление и оптимизация. М.: Издательство Альфа-Пресс, 2022. 256 с.
2. *Карпова Т.Н.* Бизнес-процессы: организация и управление. М.: Издательство Юнити-Дана, 2022. 288 с.
3. *Чернецкий А.И.* Бизнес-процессы: методология и практика. М.: Издательство Дело и Сервис, 2022. 208 с.
4. *Виноградова Е.В.* Бизнес-процессы: управление и оптимизация. М.: Издательство Омега-Л, 2022. 256 с.
5. *Лобанова А.М.* Бизнес-процессы: моделирование и оптимизация. М.: Издательство Рид Элз, 2022. 288 с.
6. *Джордж Л. Майкл.* Бережливое производство + шесть сигм» в сфере услуг: как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса. М.: Издательство Альпина Бизнес Букс, 2005. 402 с.

ПОДСИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Белюженко Давид Романович,
Московский технический институт связи и информатикиМосква, Россия,
davidbeliuzhenk@gmail.com

Аннотация
В данной статье описана и показана разработка и тестирование подсистемы технического зрения с использование нейронной сети yolov8m для контроля качества готовой продукции на производстве, также рассмотрены основные элементы необходимые для работы системы технического зрения.

Ключевые слова
yolov8m, нейронная сеть, машинное зрение, датасет, производство, система технического зрения.

Введение

В любом производстве время цикла изготовления детали является важным экономическим показателем эффективности работы предприятия. Эта метрика эффективности производства [1]. Благодаря современным технологиям можно сократить продолжительность производственного цикла. В итоге это позволит снизить себестоимость продукции, также поспособствует повышению рентабельности предприятия в целом [2]. На сегодняшний день существует несколько ключевых направлений, способствующих снижению времени для производства продукции: упрощение самой структуры производственного цикла; оптимизация бизнес-процессов; обеспечение более высокой зарплаты сотрудникам, задействованным в важных производственных процедурах; использование автоматизации технологических процессов на производстве за счет внедрения новых технологий

Использования современных технологий, в частности системы технического зрения дает ощутимые экономические преимущества. При использовании системы технического зрения, у руководства производственной структуры нет необходимости требовать от рабочего персонала выполнения некоторых ручных операций, что позволяет сосредоточиться на другой работе. Интеграция системы технического зрения позволяет производить операции по контролю качества детали, а также реализовывать такие цели как: обеспечение контроль каждой единицы продукции по отдельности; внедрение контроля качества в реальном времени; исключения человеческого фактора

Результаты исследований

Рассмотрим из чего состоит система технического зрения. На больших производствах различия в системах технического зрения могут проявляться в количестве используемых камер, а также наличия или отсутствия РТК. Система технического зрения включает в себя камеру (одну или несколько), освещение, датчик (один или несколько), объект, ЭВМ.

Каждый элемент подбирается индивидуально в зависимости от решаемых задач. Будем рассматривать набор элементов системы технического зрения автора [3] как эталонный. Разберем особенности функционирования каждого из них, а также рассмотрим аспект выбора элементов. Так, например в работе [4], автор пишет о важности выбора камеры, потому что камера является одним из важнейших элементов системы технического зрения. Поиск и подбор подходящей камеры становиться проще если известно где будет располагаться будущая система технического зрения.

Одним из важных факторов при выборе камеры является наличие или отсутствие дополнительного освещения в помещении, ведь благодаря освещению можно получить изображение лучшего качества. Если в помещении есть дополнительный источник света, который будет непосредственного использоваться для освещения объектов, находящихся в кадре камеры, то можно ограничиться самой обычной «usb» камерой с возможностью изменять разрешения входного изображения. Однако, если есть необходимость в установке дополнительного источника света, то его выбирают исходя из экономической эффективности, стабильности, иногда теплоотдачи, типу света (от более теплых оттенков к более холодным) и конечно же интенсивности освещения. В последние годы наиболее эффективным является светодиодное освещение.

Однако для сложных проектов при подборе камеры необходимо учитывать тип матрицы, тип цветопередачи, интерфейс камеры, разрешение сенсора, количество кадров в секунду. После подбора подходящей камеры, освещения и других сопутствующих элементов, необходимо определиться с нейронной сетью, которая будет использована в работе системы технического зрения. Благодаря работе нейронной сети происходит распознавание изображения в кадре.

В данной работе будет описано использование такой модели как YOLOV8. Модель появилась в открытом доступе в 2023 году. Как и большинство нейросетевых архитектур для решения задач машинного/компьютерного зрения YOLOV8 предлагает широкий спектр различных возможностей. Благодаря YOLOV8 появилась возможность решать задачи сегментации [6], классификации [5], детекции различных объектов в кадре их класс и местоположение [7] гораздо быстрее чем это делалось на предыдущих моделях.

Использование нейронных сетей в системах технического зрения позволяет экономить большое количество ресурсов. В частности, как уже говорилось ранее времени производственного цикла.

В YOLOV8 нейронная сеть используется для извлечения различных признаков из изображения в кадре. Только после этого может быть выполнено детектирование на основании предсказания нейронной сети. Ключевым преимуществом алгоритма стала возможность дообучать нейронную сеть на собственном наборе данных.

Подсистема технического зрения для контроля брака на производтсве предпологает исследование продукции этого самого производства. В качестве объектов исследования, были выбраны токарные изделия. Составленно два каласса: «производтсвенный деффект» и «нормальная деталь». Для каждого класса было сделано по 100 фотографий. Малое количество фотографий обусловленно лишь тем, что в данной работе лишь тестируются возможности сети.

Класс «нормальная деталь» является фотографиями винтов, болтов и шурупов, а класс «производственный деффект» тоже были винты согласно гост – 1491-80 но с визуальными деффекатми, которые характерны для бракованной продукции.

Датасетом является набор различных фотографий, которые были сделаны под определённым углом, с определённым уровнем освещения на фиксированном расстоянии (50 сантиметров до объекта).

Для использования датасата в обучении нейронной сети, сделанные заранее фотографии распознаваемых объектов необходимо аннотировать, после выделяется нужная часть и присваивается метка к какому классу относиться изображении.

Чтобы оптимизировать процесс разметки собранного датасета использовался сервис Roboflow, в который можно загружать набор изображений и менять их свойства, в частности позволяет менять размер либо в большую, либо в меньшую сторону, изменять цвет, поворачивать изображение. Еще очень полезной функцией является аугментация изображений. Помимо всех вышеперечисленных функций на Roboflow доступны еще порядка 10 инструментов для изменения характеристик изображения. Все это помогает расширить датасет и соответсвенного повысить точность предсказания сети. Подготовленные для нейронной сети изображения можно быстро экспортировать в проект используя библиотеку Roboflow, а также ссылку на размеченный набор данных [8].

Рис. 1. Класс «нормальная деталь»

Рис. 2. Класс «производственный деффект»

Завершив разметку датасета необходимо перейти к выбору модели. В данной работе была использована модель yolov8m (medium). Выбор данной модели был обусловлен ее относительно низкой ресурса-затратностью при обучении [9], но при этом у нее не лучший результат на датасете COCO [10]. Однако, чтобы обучить выбранную модель на собственном датасете собственных ресурсов компьютера может не хватить именно поэтому обучение производилось на сайте “Google Collaboratory”. Данный сервис является ограничено бесплатным [11]. Однако, в этом сервисе есть ограничения, но в бесплатной версии есть все необходимое для обучения нейронной сети.

```
import os
HOME = os.getcwd()
print(HOME)
# Pip install method (recommended)
!pip install ultralytics==8.0.20
from IPython import display
display.clear_output()
import ultralytics
ultralytics.checks()
from ultralytics import YOLO
from IPython.display import display, Image
!mkdir {HOME}/datasets
%cd {HOME}/datasets
!pip install roboflow
from roboflow import Roboflow
rf = Roboflow(api_key="OEYaSx2Xzf9yvegyTyBX")
project = rf.workspace("david-beliuzhenko-kbkbb").project("screw-detection")
dataset = project.version(14).download("yolov8")
%cd {HOME}
!yolo task=detect mode=train model=yolov8m.pt data={dataset.location}/data.yaml epochs=115 imgsz=640 plots=True
```

Рис. 3. Скриншот кода для обучения yolov8m

На рисунке 3 изображен код для обучения нейронной сети yolov8m. Размер входного изображения 640 на 640. Выбор этого размера обусловлен ограниченностью по ресурсам, потому что больше размер обрабатываемого изображения тем больше ресурсов нужно на его обработку. Обучение сети составило 115 эпох [12]. Результаты представлены на следующих изображениях.

Рис. 4. Результаты работы yolov8m

На рисунке 4 показаны результаты распознавания деталей. Класс хороших деталей, как и класс производственный брак распознается нейронной сетью в вероятность 90%, а это означает, что работу нейронной сети можно улучшить.

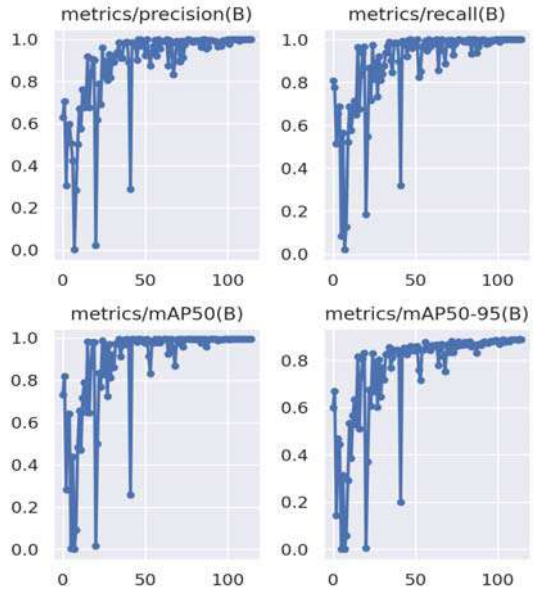


Рис. 5. Матрица ошибок

Матрица ошибок предоставляет средство оценки успешности решения задачи классификации и мест возникновения ошибок [13]. На рисунке 5 показано, что данная нейронная сеть имеет хорошие, но не идеальные показатели точности. Чтобы добиться идеальных результатов необходимо расширить датасет и поменять модель с yolov8m на yolov8l.

Заключение

В данной работе было продемонстрированно, что подсистема технического зрения может состоят из нескольких элементов: камеры и нейронной сети, в частности. Были кратко описано преимущества новой архитектура YOLOV8, в частности более быстрая, по сравнению с предыдущими моделями, сегментация, классификация, детекции различных объектов их класс и местоположение в кадре.

В качестве модели была выбрана yolov8m. Для ее обучения не нужно большого количества вычислительных ресурсов. Обучение сети производилось на собственном датасете, который был сформирован и отредактирован благодаря сервису Roboflow. Обучение производилось с помощью сервиса Google Colab.

Таким образом можно сделать вывод, что представленная подсистема технического зрения может использоваться на производстве, однако для более точной ее работы (для повышения процента распознавания объекта в кадре) необходимо провести до обучение на большем датасете, также можно заменить модель yolov8m(medium) yolov8l (large).

Литература

1. *Масленникова Ю.Л., Бром А.Е.* К вопросу об оценке эффективности опытного производства в промышленности // Экономическое развитие России. 2023. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-otsenke-effektivnosti-opytnogo-proizvodstva-v-promyshlennosti (дата обращения: 14.01.2023).
2. *Масленникова Ю.Л.*, *Бром А.Е.* К вопросу об оценке эффективности опытного производства в промышленности // Экономическое развитие России. 2023. Т. 30, № 3. С. 14-20. EDN UXAKNF.
3. *Chernyavskiy A.V.* Technical vision system as a tool for improving the efficiency of production process // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. 2021. No. 20, pp. 320-322. EDN ASZPZZ.
4. *Манукян Р.Л., Петрашин И.В.* Машинное зрение. Основные компоненты машинного зрения // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей VII Международной научно-практической конференции : в 4 ч., Пенза, 05 июня 2019 года. Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. С. 295-297. EDN HEJCRG.
5. Задачи Ultralytics YOLOv8 // URL: https://docs.ultralytics.com /ru/tasks/#_1 (дата обращения: 07.01.2024).
6. YOLO: Краткая история // URL: https://docs.ultralytics.com/ru/ (дата обращения: 6.01.2024).
7. Обнаружение объектов // URL: https://docs.ultralytics.com/ ru/tasks/detect/ (дата обращения: 20.01.2024).
8. Projects // roboflow URL: https://app.roboflow.com/david-beliuzhenko-kbkbb (дата обращения: 16.01.2024).
9. GitHub URL: https://github.com/ultralytics/ultralytics (дата обращения: 03.01.2024).
10. URL: https://cocodataset.org/#home (дата обращения: 12.01.2024).
11. Google Colab URL: https://colab.google/ (дата обращения: 15.01.2024).
12. *Соболь Б.В., Соловьев А.Н., Васильев П.В., Подколзина Л.А.* Модель глубокой сверточной нейронной сети в задаче сегментации трещин на изображениях асфальта // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). 2019. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/model-glubokoy-svertochnoy-neyronnoy-seti-v-zadache-segmentatsii-treschin-na-izobrazheniyah-asfalta (дата обращения: 09.01.2024).
13. Результаты моделей машинного обучения // microsoft URL: https://learn.microsoft.com/ru-ru/dynamics365/finance /finance-insights/confusion-matrix (дата обращения: 25.01.2024).

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЦИФРОВОМУ ДВОЙНИКУ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЯЧЕЙКИ

Дагаев Андрей Владимирович,
МТУСИ, магистрант, Москва, Россия,
dandr212@gmail.com

Безумнов Данил Николаевич,
МТУСИ, старший преподаватель, Москва, Россия,
d.n.bezumnov@mtuci.ru

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы создания цифрового двойника роботизированной ячейки. Проанализировано современное состояние вопроса и прогнозы развития технологии цифровых двойников. Рассмотрены математическая модель и структура цифрового двойника, основные отечественные и зарубежные продукты-аналоги, проведён сравнительный анализ их преимуществ и недостатков. Сформулированы функциональные требования к цифровому двойнику роботизированной ячейки.

Ключевые слова

Цифровой двойник, роботизированная ячейка, производственная ячейка, промышленная робототехника, интернет вещей.

Введение

Процесс проектирования сложных технических систем, в том числе робототехнических комплексов и роботизированных ячеек, предполагает многокритериальную оптимизацию параметров системы для соответствия условиям технологического процесса и получения выигрыша в производительности, энергопотреблении, времени выполнения операций и(или) других критериях эффективности.

Физическое (натурное) моделирование является дорогостоящим, длительным по времени и редко оправдывает затраченные на него ресурсы. Поэтому при разработке сложных технических систем получило большое распространение теоретическое моделирование, которое, в свою очередь, разделяется на математическое и компьютерное.

Одним из перспективных направлений компьютерного моделирования является создание цифровых двойников. Под «цифровым двойником» в данном случае понимается цифровое представление активного уникального продукта или уникальной системы продуктов и услуг, которое включает в себя его выбранные характеристики, свойства, условия и поведение с помощью моделей, информации, а также данных в рамках одного или даже нескольких этапов жизненного цикла [1].

Применение цифровых двойников роботизированных ячеек

Применение цифровых двойников ведёт к значительному сокращению затрат на физические испытания и настройку оборудования, снижает вероятность возникновения ошибок и аварийных ситуаций в процессе эксплуатации [2, 3].

Прогноз динамики мирового рынка ИТ-решений в области цифровых двойников представлен на рисунке 1 [4].

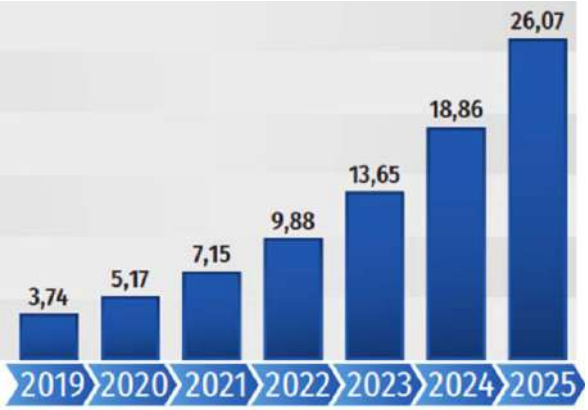


Рис. 1. Прогноз динамики мирового рынка ИТ-решений в области цифровых двойников [4]

Цифровые двойники на производстве представляют собой передовую технологическую концепцию, включающую создание точной виртуальной реплики физического производственного процесса или системы. Это достигается путем интеграции различных технологий, таких как интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение и большие данные [5].

Программная среда, способная размещать приложения цифрового двойника, может быть описана путём определения класса агентов реального физического процесса и класса агентов компьютерной симуляции. Тогда цифровой двойник можно интерпретировать как отношение R между набором агентов процесса P и набором агентов симуляции S [6]:

$$R = \left\{ (p,s) \middle| \begin{array}{c} (p,s) \in P \times S, \\ s \text{ потребляет данные,} \\ \text{произведённые в } p \end{array} \right\}.$$

Внедрение цифровых двойников роботизированных ячеек на производствах задает новые стандарты в проектировании и реализации современных интеллектуальных систем. Использование роботизированного комплекса в тандеме с цифровым двойником позволит достичь наивысшей эффективности в области большинства производственных процессов, а виртуальная симуляция значительно сократит издержки на полноценное внедрение подобных роботов в производственную цепочку предприятия. Важным аспектом становится массовость и скорость внедрения современных роботизированных комплексов за счет системы цифровых двойников.

Структура цифрового двойника представлена на рисунке 2.

Рис. 2. Структура цифрового двойника

Основными функциями цифровых двойников на производстве являются сбор и анализ данных, моделирование и симуляция, прогнозирование и оптимизация, интеграция с другими системами, поддержка принятия решений, устойчивость и безопасность [7-9].

Анализ исследований и наработок в области создания цифровых двойников роботизированных ячеек

Промышленные предприятия, активно интегрирующие цифровую трансформацию, сталкиваются с проблемами эффективности и рисков на этапе внедрения цифровых стратегий [10]. Два ключевых термина в этом контексте – виртуальный ввод в эксплуатацию (VC) и цифровые двойники (DT), которые позволяют моделировать и тестировать новые процессы в безрисковой среде. VC использует виртуальное моделирование для тестирования управляющего ПО перед его реальным применением, сокращая риски и улучшая качество программного обеспечения. DT представляет собой виртуальные копии физических объектов или систем, собирающие реальные данные, что помогает в решении сложных задач и снижении затрат. Обе технологии ускоряют разработку, минимизируют риски и улучшают интеграцию производственных систем, становясь ключевыми в современной индустрии автоматизации.

В России технология цифровых двойников находится на начальной стадии развития, но уже демонстрирует успешные примеры внедрения, например, на предприятии ПАО «КАМАЗ» [11]. Это подчеркивает потенциал цифровых двойников как инструментов для повышения эффективности и конкурентоспособности в современной экономике.

В работе [12] разработан универсальный подход для организации взаимодействия манипуляторов в роботизированной ячейке на примере сварки металлоконструкций. Произведен анализ ситуации в промышленной робототехнике. Проверена работоспособность ячейки с использованием технологи имитационного моделирования и представлены результаты.

Примером разработки системы цифрового двойника является решение задачи комплексной автоматизации роботизированного участка по укладке деталей в паллеты в рамках финала олимпиады кружкового движения НТИ в г. Иннополис по студенческому треку «Интеллектуальные робототехнические системы» с применением принципов матричного производства. В работе [13] отражены все основные этапы разработки и внедрения, методы их решения и результаты.

Ряд работ и исследований кафедры «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации» МТУСИ, на базе которой выполнено настоящее исследование, связан с разработкой программных и(или) программно-аппаратных комплексов, моделирующих производственные процессы в области промышленной автоматизации [14, 15], умного дома [16], транспорта [17-19], с возможностью синхронизации со своими физическими прототипами.

Программное обеспечение для создания и контроля цифровых двойников на производстве

Рассмотрим существующие программные решения, которые применяются для создания и контроля цифровых двойников на производстве

1) Omniverse от NVIDIA представляет собой платформу для создания и совместного использования виртуальных миров. Она основана на концепции "цифровых двойников", что подразумевает создание виртуальных копий реальных объектов или процессов. Это может включать в себя всё, от отдельных продуктов до целых производственных процессов или городской инфраструктуры [20]. Схема структуры взаимодействия программных решений Omniverse представлена на рисунке 3.

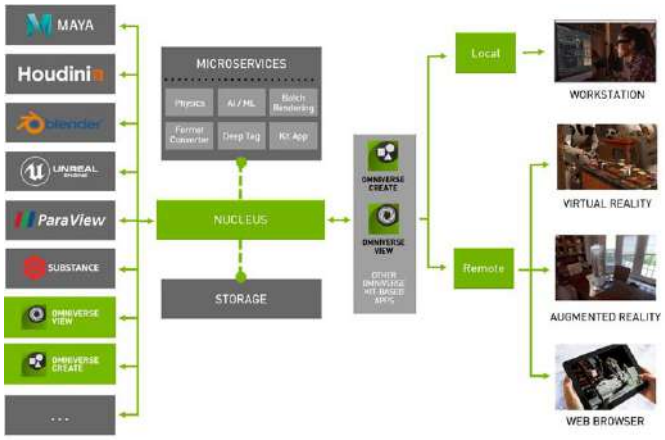


Рис. 3. Структура Nvidia OMNIVERSE

Преимуществами системы являются возможности визуализации, моделирования, совместной работы, симуляции, высокая совместимость. К недостаткам системы можно причислить высокие требования к оборудованию и сложность освоения.

2) RPRO DIGITAL "Рациональное производство" – это российская платформа, предназначенная для оптимизации производственных процессов в промышленности. Она интегрирует различные технологии, такие как Интернет вещей, большие данные (Big Data), искусственный интеллект (AI), и облачные вычисления для повышения эффективности производства [21].

Преимущества системы – это возможность проводить аналитику и прогнозирование, управление ресурсами, интеграцию с существующими системами. Недостатком являются высокие требования к квалификации персонала.

3) Siemens NX является передовой системой для проектирования, инженерного анализа и производства, которая широко используется в индустрии для создания цифровых двойников [22]. Пример взаимодействия с ПО представлен на рис. 4.

Преимуществами Siemens NX являются большое число интегрированных решений, гибкость и масштабируемость, расширенные возможности моделирования и ана-

лиза, поддержка современных технологий. В числе недостатков обычно указывают высокую стоимость, сложность освоения, высокие требования к аппаратному обеспечению, зависимость от одного поставщика.

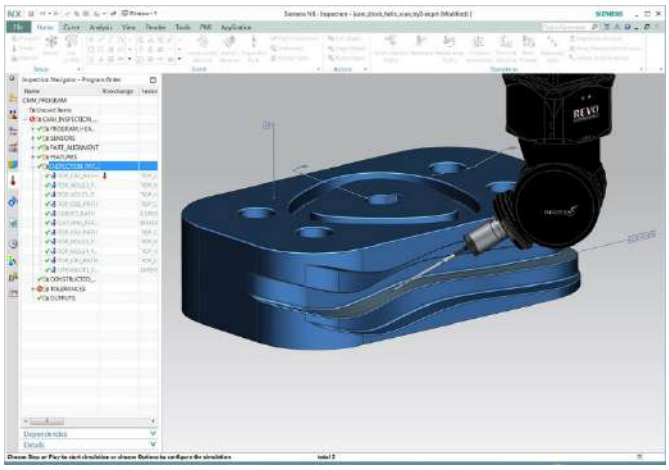


Рис. 4. Пример использования Siemens NX

4) AnyLogic является многофункциональным инструментом для моделирования и симуляции, который широко применяется для создания цифровых двойников в различных отраслях, от логистики до здравоохранения. Цифровой двойник в контексте AnyLogic представляет собой виртуальное представление реальной системы или процесса, позволяющее проводить анализ, оптимизацию и тестирование в виртуальной среде [23].

Преимущества AnyLogic – это мультипарадигменный подход, гибкость, возможности интеграции с внешними данными и системами, визуализации и аналитики. Недостатками являются зависимость от технических навыков пользователя, высокая стоимость лицензирования, высокие требования к вычислительным ресурсам.

Исходя из проведённого обзора существующих систем, можно сделать вывод о том, что каждая система имеет свою уникальную организацию и модель проектирования. Для повышения эффективности разработки модели цифрового двойника необходимо основывать свой выбор на той системе, которая поддерживает необходимое оборудование и отвечает всем требованиям для корректного моделирования конкретного бизнес-процесса цифрового двойника.

Функциональные требования к цифровому двойнику роботизированной ячейки

Моделируемая роботизированная ячейка состоит из транспортного конвейера, двух роботов-манипуляторов, системы датчиков для определения свойств обрабатываемой продукции, камер компьютерного зрения для анализа окружающего пространства и центрального контроллера, отвечающего за синхронизацию механизмов.

Цифровой двойник роботизированной ячейки предназначен для использования в производственных процессах, связанных со сборкой и комплектацией продукции. Моделируемая ячейка может применяться как в автономном режиме, так и в составе конвейерной линии производства. При использовании в автономном режиме робот обрабатывает заранее помещённые в рабочую область предметы. В случае использования робота как части производственной лини, робот принимает предметы, поступающие ему с предшествующего этапа, после чего начинает их обработку.

Необходимо разработать интеллектуальную систему цифрового двойника роботизированной ячейки, способную:

– распознавать предметы на конвейере;

– определять пространственное положение захватываемого предмета;

– распознавать контуры перемещаемых предметов;

– анализировать данные о предметах с целью точного позиционирования узлов манипуляторов;

– определять координаты, необходимые для корректного выполнения производственной задачи.

Результаты

В статье проведено исследование темы создания цифрового двойника роботизированной ячейки. Обзор предметной области позволил понять, что является цифровым двойником современного производства и как роботизированная ячейка способна повысить эффективность на предприятии. Анализ существующих решений, источников и литературы выявил текущий уровень развития технологий в данной сфере и возможные пути достижения поставленной задачи. На основе проделанного анализа выявлены ключевые элементы проблем создания цифровых двойников и возможные пути их решения, применяемые на практике. Сформулированы функциональные требования к разрабатываемой системе цифрового двойника роботизированной ячейки с учетом современных технологических тенденций

Литература

1. *Stark R., Damerau T.* Digital Twin // CIRP Encyclopedia of Production Engineering, 2019. Vol. 66. Pp. 1-8.

2. *Pettey C.* Prepare for the Impact of Digital Twins; Gartner: Stamford, CT, USA, 2017.

3. *Grieves M.* Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products Through Product Lifecycle Management, Cocoa Beach, FL, USA, Space Coast Press, 2011.

4. Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report By Solution [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-twin-market (дата обращения 10.12.2023)

5. *Жиляков А.А.* Роль искусственного интеллекта в улучшении предиктивных возможностей цифровых двойников для оптимизации технического обслуживания в промышленности // Endless light in science. 2023. С. 318-322.

6. *Суримова В.А., Скородумова Е.А.* Создание и интеграция цифрового двойника // Наукоёмкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14. № 4. С. 54-64.

7. *Ли П.* Архитектура интернета вещей / пер. с анг. М.А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. 454 с.

8. *Liu Mengnan*, et al. Review of digital twin about concepts, technologies, and industrial applications // Journal of Manufacturing Systems. 2021. № 58. Pp. 346-361.

9. *Tao Fei* et al. Digital twin in industry: State-of-the-art // IEEE Transactions on industrial informatics. 2018. Vol. 15. № 4. Pp. 2405-2415.

10. *Кириллов Д.С., Барчукова Т.А.* Цифровые двойники как основа цифровой трансформации промышленных предприятий // Актуальные вопросы экономики и управления. Смоленск: Издательство "Маджента, 2021. С. 161-164.

11. *Дунина А.А.* Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики // Стратегии бизнеса. 2022. Том 10. № 5. С. 114-116.

12. *Тимощук А.В., Сержантова М.В.* Имитационное моделирование роботизированной ячейки // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXV Международной научной конференции. 2022. Том 1. С. 262-265.

13. *Лихтциндер Б.Я., Ольберг П.А.* Моделирование и цифровые двойники // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2022. С. 20-31.

14. *Voronova L.I., Bezumnov D.N., Voronov V.I.* Development of the research stand "Smart city systems" Industry 4.0 // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies IT and QM and IS 2019, 2019, pp. 577-582.

15. *Данковцев В.И., Безумнов Д.Н., Сичкар Д.П., Соколов В.П.* Архитектура стенда «Системы умного города» // Технологии информационного общества : Материалы XIII Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 20-21 марта 2019 года. Том 2. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2019. С. 422-425.

16. *Безумнов Д.Н., Воронова Л.И.* Использование конструкторов на базе Arduino и Raspberry при постановке лабораторного практикума, включающего изучение "умного дома" и "умного города" // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2018) : VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция, Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 марта 2018 года. Том 4. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2018. С. 484-489.

17. *Sichkar D.P., Bezumnov D.N., Voronov V.I., Voronova L.I., Dankovtsev V.I.* Moving elements of mobile robots stabilization modeling // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of On Board Communications, SOSG 2019 8706810.

18. *Безумнов Д.Н.* Автоматизированная оценка потоков в сетях сообщений // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2016. № 1. С. 46-50.

19. *Bezumnov D.N., Voronov V.I.* Development of the Research Stand for Exploration of Models and Algorithms for Group Control of Ground-Based Mobile Robots // 2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, Conference Proceedings. Moscow, 2021. P. 9416084. DOI 10.1109/IEEECONF51389.2021.9416084.

20. NVIDIA Omniverse Платформа для создания приложений метавселенной и работы с ними [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.nvidia.com/ru-ru/omniverse/ (дата обращения 15.12.2023).

21. RPRO DIGITAL "Рациональное производство" [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://r-pro.digital/ (дата обращения 16.12.2023).

22. Simens NX CAD and CAM software. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://plm.sw.siemens.com/en-US/nx/ (дата обращения 17.12.2023).

23. AnyLogic simulation software. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.anylogic.com/ (дата обращения 17.12.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ТЕСТИРОВАНИИ ПО ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ

Загорский Владислав Валерьевич,
МТУСИ, Москва, Россия,
ru.vlad.zag@gmail.com

Потапченко Фёдор Дмитриевич,
МТУСИ, ассистент кафедры МКиИТ, Москва, Россия

Аннотация

Статья освещает применение методов машинного обучения в процессе тестирования программного обеспечения, с особым акцентом на работе с большими данными. В статье авторы сравнивают и анализируют публикации по четырём ключевым областям: автоматизацию создания тестовых примеров, повышение эффективности тестирования, улучшение качества тестов и глубокий анализ результатов.

Ключевые слова

Машинное обучение, тестирование ПО, большие данные, автоматизация тестирования, глубокий анализ, качество тестов, эффективность тестирования, инновации в тестировании

Введение

В современной разработке программного обеспечения, в частности в контексте работы с большими данными, применение методов машинного обучения для оптимизации тестирования становится ключевым аспектом. Этот подход обещает значительные улучшения в эффективности и качестве тестов, предоставляя новые возможности для анализа результатов [5, 8]. Важно выделить четыре основные области развития: автоматизация создания тестовых сценариев, повышение эффективности тестирования, улучшение качества тестов и глубокий анализ результатов [6, 9, 10]. Каждое из этих направлений вносит свой вклад в развитие тестирования ПО, делая его более адаптивным и точным в условиях работы с большими объемами данных [7, 11]. Это подчеркивает важность интеграции машинного обучения в современные процессы тестирования и предвещает новые инновации в области качества и эффективности программных продуктов.

Автоматизация генерации тестовых примеров - применение машинного обучения для автоматизации создания тестовых сценариев позволяет ускорить подготовку к тестированию и улучшить его комплексность, что способствует более полному охвату потенциальных проблем в ПО.

Повышение эффективности тестирования – использование алгоритмов машинного обучения помогает оптимизировать процессы тестирования, ускоряя обнаружение и устранение ошибок, а также предсказывая возможные проблемные места в программном продукте.

Улучшение качества тестирования – анализ прошлых тестов с помощью машинного обучения может выявить скрытые закономерности, помогая разработать более точные и целенаправленные тесты.

Анализ результатов тестирования – машинное обучение может быть использовано для более глубокого анализа результатов тестирования, не только фиксируя ошибки, но и выявляя их причины, что способствует формированию стратегий улучшения качества в будущих итерациях тестирования.

В нижеследующих статьях мы подробно рассмотрим эти направления. Данные работы позволят глубже понять, как эти инновационные методы могут трансформировать подходы к тестированию, делая их более адаптивными, эффективными и всесторонними.

Результаты исследований

Статья Ma, L., Zhang, F., Sun, J., Xue, M., Li, B., Juefei-Xu, F., ... & Wang, Y. “Deepmutation: Mutation testing of deep learning systems” [1] посвящена применению методов глубокого обучения для генерации мутационных тестов.

Актуальность статьи обусловлена тем, что мутация является одним из эффективных методов тестирования, который позволяет обнаружить ошибки, которые не могут быть обнаружены другими методами. Однако генерация мутационных тестов является трудоемкой и требует специальных знаний.

Авторы статьи предлагают подход к использованию методов глубокого обучения для генерации мутационных тестов. В основе подхода лежит использование сверточных нейронных сетей для обучения модели, которая может предсказывать, какие участки кода с наибольшей вероятностью будут изменены, если в тестовый пример внести мутацию.

Авторы провели экспериментальное исследование, чтобы оценить эффективность своего подхода. Они использовали свой подход для генерации мутационных тестов для нескольких приложений. Результаты эксперимента показали, что их подход может обнаруживать больше ошибок, чем традиционные методы генерации мутационных тестов.

Основными вывода статьи можно считать следующие, что методы глубокого обучения могут быть эффективно использованы для генерации мутационных тестов и что предложенный подход может обнаруживать больше ошибок, чем традиционные методы генерации мутационных тестов.

В своей статье Esnaashari, M., & Damia, A. H. “Automation of software test data generation using genetic algorithm and reinforcement learning” [2] авторы раскрывают тему методов машинного обучения с подкреплением для генерации тестовых примеров.

Генерация тестовых примеров является трудоемкой и требует специальных знаний. В статье авторы предлагают использовать агенты обучения с подкреплением для генерации тестовых примеров. Он представляет собой алгоритм, который может обучаться на основе взаимодействия с окружающей средой. В контексте тестирова-

ния приложений окружающей средой является система, которую тестируют.

Агент обучения с подкреплением начинает с некоторого случайного набора тестовых примеров. Затем он выполняет эти тестовые примеры и наблюдает за результатами. На основе результатов агент принимает решение о том, какие тестовые примеры выполнить в следующий раз. Этот процесс продолжается до тех пор, пока агент не достигнет некоторого целевого состояния, например, до тех пор, пока он не сгенерирует достаточное количество тестовых примеров или до тех пор, пока он не обнаружит необходимое количество ошибок. В статье авторы используют агент обучения с подкреплением, который называется Q-Learning. Q-Learning - это алгоритм обучения с подкреплением, который работает путем оценки ценности отдельных состояний и действий.

Авторы провели экспериментальное исследование, чтобы оценить эффективность своего подхода. Они использовали свой подход для генерации тестовых примеров для нескольких приложений. Результаты эксперимента показали, что их подход может генерировать больше тестовых примеров, чем традиционные методы генерации тестовых примеров, и что эти тестовые примеры более эффективны в обнаружении ошибок.

В частности, авторы обнаружили, что их подход может генерировать на 50-100% больше тестовых примеров, чем традиционные методы генерации тестовых примеров. Они также обнаружили, что тестовые примеры, сгенерированные их подходом, могут обнаруживать на 20-30% больше ошибок, чем тестовые примеры, сгенерированные традиционными методами генерации тестовых примеров.

Авторы рассматривают следующие методы машинного обучения с подкреплением для использования в предсказании ошибок в приложениях:

- анализ выходных данных тестовых примеров. Агент обучения с подкреплением может быть использован для анализа выходных данных тестовых примеров, чтобы определить, соответствуют ли они ожидаемым результатам. Если выходные данные не соответствуют ожидаемым результатам, это может быть признаком ошибки.
- анализа данных, собранных во время выполнения приложения. Агент обучения с подкреплением может быть использован для анализа данных, собранных во время выполнения приложения, чтобы определить, есть ли какие-либо аномалии, которые могут быть связаны с ошибкой.
- анализа кода приложения. Агент обучения с подкреплением может быть использован для анализа кода приложения, чтобы определить, есть ли какие-либо потенциальные ошибки.

В работе Petcusin, F., Spahiu, C. S., & Stanescu, L. “A machine learning approach for automatic testing” [4] рассматриваются вопросы применения методов глубокого обучения для автоматизации приоритезации тестов, что позволяет сосредоточить усилия на наиболее важных тестовых примерах, дабы может сократить время тестирования и повысить эффективность.

В статье авторы предлагают использовать сверточные нейронные сети для автоматизации приоритезации тестов. Сверточные нейронные сети – это тип искусственных нейронных сетей, которые хорошо подходят для обработки изображений и других данных, которые имеют пространственную структуру.

В контексте тестирования приложений пространственная структура представляет собой набор тестовых примеров, которые выполняются вместе. Авторы используют сверточные нейронные сети для обучения модели, которая может предсказывать вероятность обнаружения ошибок для каждого набора тестовых примеров.

Авторы провели экспериментальное исследование, чтобы оценить эффективность своего подхода. Они использовали свой подход для автоматизации приоритезации тестов для нескольких приложений. В частности, авторы обнаружили, что их подход может сократить время тестирования на 20-30% для приложений, которые имеют большое количество тестовых примеров. Они также обнаружили, что их подход может сократить время тестирования на 10-20% для приложений, которые имеют небольшое количество тестовых примеров.

Статья Khatibsyarbini, M., Isa, M. A., Jawawi, D. N., Shafie, M. L. M., Wan-Kadir, W. M. N., Hamed, H. N. A., & Suffian, M. D. M. “Trend application of machine learning in test case prioritization: A review on techniques” [3] посвящена применению методов глубокого обучения для анализа отчетов о тестировании больших данных систем.

Актуальность статьи обусловлена тем, что анализ отчетов о тестировании является важной частью процесса тестирования. Он позволяет разработчикам получить представление о состоянии системы и выявить потенциальные проблемы.

В статье авторы предлагают использовать сверточные нейронные сети для анализа отчетов о тестировании больших данных систем. Сверточные нейронные сети - это тип искусственных нейронных сетей, которые хорошо подходят для обработки изображений и других данных, которые имеют пространственную структуру.

В контексте анализа отчетов о тестировании больших данных систем пространственная структура представляет собой набор тестовых примеров, которые выполняются вместе. Авторы используют сверточные нейронные сети для обучения модели, которая может предсказывать вероятность того, что ошибка существует в определенной области системы, на основе результатов выполнения этих тестовых примеров.

Авторы провели экспериментальное исследование, чтобы оценить эффективность своего подхода. Они использовали свой подход для анализа отчетов о тестировании нескольких больших данных систем. Результаты эксперимента показали, что их подход может повысить точность анализа отчетов о тестировании на 20-30%.

В частности, авторы обнаружили, что их подход может повысить точность анализа отчетов о тестировании на 20-30% для систем, которые имеют большое количество тестовых примеров. Они также обнаружили, что их подход может повысить точность анализа отчетов о тестировании на 10-20% для систем, которые имеют небольшое количество тестовых примеров.

Заключение

Рассмотренные статьи подробно освещают значение методов машинного обучения в тестировании ПО, акцентируя на работе с большими данными. Особое внимание уделяется автоматизации создания тестовых примеров с помощью машинного обучения, что ускоряет подготовку к тестированию и повышает его качество. Эти методы

способствуют точному выявлению и исправлению ошибок, улучшая эффективность процесса.

Глубокий анализ результатов тестирования с использованием машинного обучения выделяется как ключевой элемент, позволяющий не только фиксировать ошибки, но и анализировать их причины. Это обеспечивает формирование стратегий для предотвращения ошибок в будущем и открывает новые направления для исследований и инноваций в сфере качества ПО.

Подчеркивается, что интеграция современных технологий машинного обучения не только улучшает существующие методы тестирования, но и стимулирует разработку новых подходов. Эти инновации делают процесс тестирования более адаптивным и ориентированным на потребности разработки. Машинное обучение, таким образом, является не только инструментом для улучшения текущих процедур, но и ключевым фактором для будущего развития в области тестирования и качества программного обеспечения.

Литература

1. *Ma L., Zhang F., Sun J., Xue M., Li B., Juefei-Xu F., ... & Wang Y.* (2018, October). Deepmutation: Mutation testing of deep learning systems // 2018 IEEE 29th international symposium on software reliability engineering (ISSRE) (pp. 100-111). IEEE.

2. *Esnaashari M., Damia A.H.* (2021). Automation of software test data generation using genetic algorithm and reinforcement learning // Expert Systems with Applications, 183, 115446.

3. *Khatibsyarbini M., Isa M. A., Jawawi D.N., Shafie M.L.M., Wan-Kadir W.M.N., Hamed H.N.A., Suffian M.D.M.* (2021). Trend application of machine learning in test case prioritization: A review on techniques // IEEE Access, 9, 166262-166282.

4. *Petcusin F., Spahiu C.S., Stanescu L.* (2023). A machine learning approach for automatic testing // Annals of Computer Science and Information Systems, 37, 215-220.

5. *Huang X., Kroening D., Ruan W., Sharp J., Sun Y., Thamo E., ... & Yi X.* (2020). A survey of safety and trustworthiness of deep neural networks: Verification, testing, adversarial attack and defence, and interpretability // Computer Science Review, 37, 100270.

6. *Zhang J.M., Harman M., Ma L., & Liu Y.* (2020). Machine learning testing: Survey, landscapes and horizons // IEEE Transactions on Software Engineering, 48(1), 1-36.

7. *Zhao Y., Dong J., Li X., Chen H., & Li S.* (2022). A binary dandelion algorithm using seeding and chaos population strategies for feature selection // Applied Soft Computing, 125, 109166.

8. *Damia A.H., Esnaashari M., & Parvizimosaed M.R.* (2021). Software Testing using an Adaptive Genetic Algorithm // Journal of AI and Data Mining, 9(4), 465-474.

9. *Ma L., Meng Z., Teng Z., & Qiu W.* (2022). A reliability evaluation framework for smart meters based on AGG-ARIMA and PFR // Measurement Science and Technology, 33(4), 045006.

10. *Medhat N., Moussa S.M., Badr N.L., & Tolba M.F.* (2020). A framework for continuous regression and integration testing in IoT systems based on deep learning and search-based techniques // IEEE Access, 8, 215716-215726.

11. *Gupta N., Traore I., & de Quinan P.M.F.* (2019, December). Automated event prioritization for security operation center using deep learning // 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (pp. 5864-5872). IEEE.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ОТ ЗЛОУМЫШЛЕННИКОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПОБОЧНОЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Кастюнина Тамара Александровна,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, Москва, Россия,
kastyunina4@gmail.com

Аннотация

В данной статье предлагается исследовать проблематику защиты конфиденциальной информации в автоматизированной системе, которая подвергается атакам злоумышленников, использующих побочные электромагнитные излучения. Статья рассматривает возможные методы выявления каналов утечки информации.

Ключевые слова

Побочное электромагнитное излучение, автоматизированная система, конфиденциальная информация, каналы утечки информации, методы выявления.

Введение

В современных автоматизированных системах присутствует значительная доля конфиденциальной информации. Именно она и является целью злоумышленников. Конфиденциальность информации – это обязательное для выполнения лицом, получившим доступ к определенной информации, требование не передавать такую информацию третьим лицам без согласия ее обладателя [1].

При работе автоматизированных систем, которые обрабатывают, хранят и передают информацию, происходит циркуляция электрических токов, несущих информативные сигналы по конструктивным элементам и кабельным соединениям. В результате такой работы возникают электромагнитные поля, и происходит их излучение в окружающее пространство. Уровень данного излучения достаточно высокий, что позволяет злоумышленнику с использованием специального оборудования перехватывать и извлекать конфиденциальную информацию.

Для обеспечения защиты конфиденциальной информации очень важно освятить проблематику защиты от утечки по каналам побочного электромагнитного излучения (далее – ПЭМИ) в автоматизированной системе.

Результаты исследований

В 2023 году ключевой угрозой стали масштабные утечки конфиденциальной информации, которые происходили ежемесячно. Ущерб только от одной утечки составляет порядка 5,5 миллиона рублей [2].

Лишь за первые полгода 2023 года произошла утечка данных бонусной программы «СберСпасибо», когда в открытом доступе появились 52,5 млн. записей, сети магазинов «Спортмастер» – 46 млн. записей и интернет-магазина zoloto585.ru – 9,9 млн. записей (рис. 1) [3].

Всего же в 2023 году по данным Роскомнадзора произошла утечка более 300 млн. записей. Число зафиксированных утечек данных возросло со 140 (показатель 2022 года) до 168 (данные за 2023 год) [4].

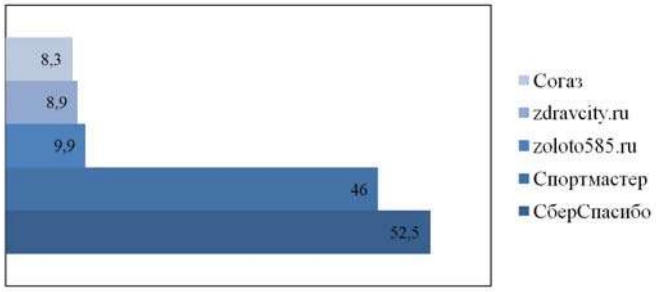


Рис. 1. Крупнейшие утечки первой половины 2023 г.

По мнению специалистов, способы действия злоумышленников по нарушению конфиденциальности можно разделить на 3 большие группы:

1. Разглашение.
2. Утечка.

Под утечкой понимают бесконтрольный выход информации за пределы контролируемой зоны по различным каналам [5].

3. Несанкционированный доступ (далее – НСД).

НСД – это доступ к информации, нарушающий правила разграничения доступа с использованием штатных средств, предоставляемых средствами вычислительной техники или автоматизированными системами [6].

Каналы утечки конфиденциальной информации подразделяются на три основные группы:

1. Визуальные и визуально-оптические.
2. Материально-вещественные.
3. Технические.

Через технические каналы происходит наибольшее количество случаев утечек, так как обмен информацией на сегодняшний день происходит именно с их использованием (телефонная связь, компьютер, электронный документооборота, который все больше вытесняет бумажный и т.д.).

Существуют различные виды технических каналов утечки конфиденциальной информации:

- акустический, когда происходит несанкционированное считывание звука, например, запись разговоров или прослушивание в режиме реального времени;
- акустоэлектрический – считывание информации производится с использованием звуковых волн, после чего данные передаются через сети электропитания и преобразовывается в читабельный вид на стороне злоумышленника;
- оптический – утечка происходит посредством кражи данных, например злоумышленник фотографирует, производит длительное визуальное наблюдение за объектом и т.д.;
- виброакустический – информация считывается через вибрации, которые создает акустика при влиянии на

стены, стекла и другие архитектурные конструкции и инженерные коммуникации;

• электромагнитный – снятие индуктивных наводок с полей информационной системы;

• побочные электромагнитные излучения, через которые злоумышленник снимает информацию и преобразует ее в доступный вид при помощи специального оборудования.

Один из наиболее вероятных способов утечки информации в системах обработки данных – это перехват создаваемыми техническими устройствами электромагнитных излучений. Такие излучения присутствуют и способны распространять информацию, обрабатываемую в автоматизированных системах, в широком частотном диапазоне от нескольких герц до полутора гигагерц. Расстояние распространения ПЭМИ может составлять от десятков до тысячи метров [7].

Именно поэтому вопрос защиты информации от угроз по ПЭМИ является актуальной задачей.

Существующие средства выявления каналов утечки информации

Концепция борьбы с электромагнитными каналами утечки информации основана на трех принципах:

• обнаружение закладных устройств;

• использование пассивных средств защиты, включая модификацию компьютерного оборудования для уменьшения уровня перехватываемых излучений;

• использование активных средств защиты, в том числе зашумливания.

Основная цель использования активных и пассивных средств защиты заключается в изменении соотношения между читаемыми сигналами и шумом на границе контролируемой зоны, чтобы исключить возможность разделения перехваченного сигнала на информацию и побочные радиоэлектронные шумы. Пассивные средства защиты снижают уровень сигнала, в то время как активные повышают уровень шума.

Выявление несанкционированно установленных устройств осуществляется самостоятельно или при помощи организаций, имеющих лицензию ФСТЭК. Регламенты устанавливают порядок проведения специальных исследований, в рамках которых выявляются потенциальные технические (электромагнитные) каналы утечки конфиденциальной информации при помощи контрольно-измерительной аппаратуры. Результаты исследования помогают не только обнаружить закладные устройства, но и оценить уровень защищенности охраняемого помещения в соответствии с требованиями стандартов, а также в последующем произвести аттестацию.

Опишем примерный порядок обнаружения закладного устройства:

1. При помощи рентгеновского оборудования делается снимок платы в специальном помещении.

2. Полученный снимок переносится в электронный вид с использованием специального оборудования.

3. Путем сравнения полученного снимка с эталонным, при помощи специального программного обеспечения, на котором одна картинка накладывается на другую, а кадры сменяют друг друга с заданной частотой, обнаруживаются отличия в изображениях и выявляются закладные устройства.

На рисунке 2 приведен пример рентгеноскопии.

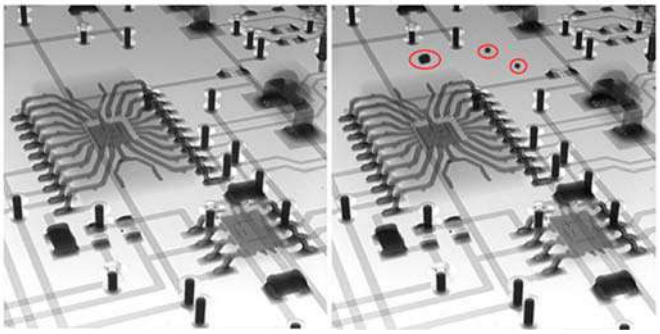


Рис. 2. Пример проведения рентгеноскопии

Для каждого помещения разрабатывается модель угроз, основываясь на категории обрабатываемой конфиденциальной информации, и определяется наиболее опасный технический канал утечки информации. При составлении модели угроз определяется оценка возможности реализации каждого риска, которая показывает вероятность реализации каждого элемента модели угроз в условиях конкретной ситуации. Для повышения уровня безопасности рекомендуется привлечение и сравнение результатов нескольких экспертов.

При простом поиске уже установленных устройств перехвата ПЭМИ необходимо одновременно искать средства нелегального снятия акустической и виброинформации.

К пассивным техническим методам защиты относятся:

• установка защиты от НСД на технических средствах передачи, обработки и хранения информации (далее – ТСПИ) и кабельных линиях связи;

• экранирование зданий и помещения, ТСПИ и отходящих от них соединительных линий;

• заземление всех устройств;

• звукоизоляция и виброизоляция выделенного помещения, а также ограждающих конструкций, трубопроводов и т.д.;

• использование специальных конструкций оконных блоков, специальных пленок, жалюзей и штор;

• применение помехоподавляющих фильтров.

Активные воздействия на каналы утечки включают в себя:

• пространственное и линейное зашумление;

• подавление прослушивающих устройств;

• выведение средств съема из работы за счет перегрева, используя сигналы большей мощности;

• канальное шифрование.

Под зашумливанием понимается генерация электромагнитных импульсов, мощность которых превышает уровень перехватываемого сигнала.

Устройства зашумливания создают электромагнитный сигнал, отличающийся значительно более высокой мощностью по сравнению с сигналами, которые могут быть перехвачены, и затрудняют работу закладных устройств, а также способны полностью вывести их из строя (рис. 3).

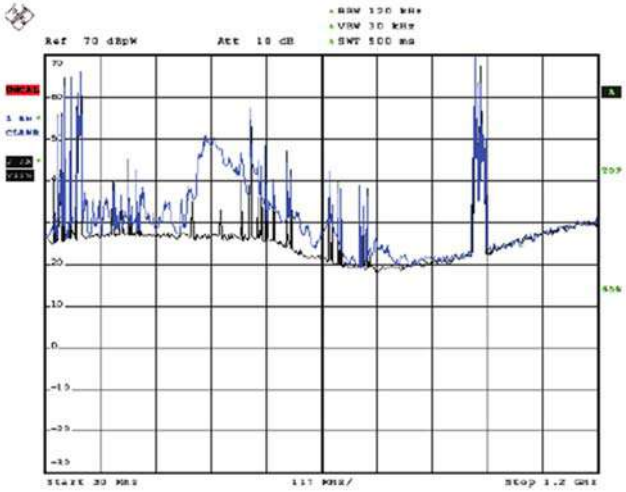


Рис. 3. Пример работы генератора шума

Применяя маскирующие помехи возможно полностью исключить перехват конфиденциальной информации, однако они могут повлиять на работу оборудования, установленного в пределах контролируемой зоны.

Заключение

Прежде всего службы безопасности уделяют внимание на риск утечек по информационным каналам. Кроме того, также рассматривается риск внедрения в здания устройств съема акустической информации или подслушивающих приборов. Однако гораздо меньше внимания уделяется скрытым устройствам, способным получать данные через каналы ПЭМИ. Согласно мнению экспертов, именно такие устройства используются в четыре раза чаще, чем акустические прослушивающие устройства.

Методы действия злоумышленников разнообразны и одним из них является кража информации посредством ПЭМИ. С одной стороны, этот метод требует оснащенности злоумышленника, но с другой стороны, он очень удобен в плане реализации.

В настоящее время наибольшая часть статей, книг, научных материалов по вопросам информационной безопасности рассматривает проблему электромагнитного канала утечки информации с обзорной точки зрения. Многие исследования в этой области осуществляются в целях осуществления государственной безопасности, а вся полученная информация засекречивается.

Все это указывает, что исследования в области защиты конфиденциальной информации по каналам ПЭМИ является актуальной задачей и требует дальнейшего изучения для создания усовершенствованных методов защиты.

Литература

1. ГОСТ Р 50922-2006. Защита информации. Основные термины и определения.
2. Средний ущерб от одной утечки информации в 2023 г составил 5,5 млн рублей – «Солар» [Электронный ресурс]. URL: https://d-russia.ru/srednij-ushherb-ot-odnoj-utechki-informacii-v-2023-g-sostavil-5-5-mln-rublej-solar.html (дата обращения: 15.01.2024).
3. Количество утечек данных у крупных российских компаний выросло в 1,5 раза в 2023 году [Электронный ресурс]. URL: https://3dnews.ru/1086620/kolichestvo-utechek-dannih-v-krupnih-rossiyskih-kompaniyah-viroslo-v-2023-godu-v-15-raza (дата обращения: 10.01.2024).
4. Утечки данных в России [Электронный ресурс]. - URL: https://www.tadviser.ru/index.php (дата обращения: 18.01.2024).
5. ГОСТ Р 53114-2008. Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения.
6. РД ФСЭК. Защита от несанкционированного доступа к информации. Термины и определения.
7. *Васильев Р.А., Ротков Л.Ю.* Обнаружение побочных электромагнитных излучений и наводок с помощью программно-аппаратного комплекса «Легенда»: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. 45 с.

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА УПРАВЛЯЕМОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Малахов Владислав Евгеньевич,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, аспирант кафедры ИКД, Санкт-Петербург, Россия,
vladyslavmalakho95@gmail.com

Аннотация
Статья посвящена классификации и оценке основных типов систем для синтеза музыкальных композиций. Проводится анализ систем по трём параметрам: лояльность, скорость работы и адаптируемость с целью выявить наиболее удобные для широкого круга пользователей системы. При анализе учитывается как быстро пользователь сможет приступить к работе с системой, как долго необходимо ожидать ответа от системы с готовым результатом и то, на сколько возможно совмещать с другими системами при работе.

Ключевые слова
Интерфейс, компьютерная музыка, система управления, генерация музыки, интерфейс управления

Введение

Компьютерные музыкальные технологии (КМТ) представляют собой совокупность систем, способных при помощи различных методов производить генерацию музыкальных композиций, основываясь на наборе исходных параметров, в которые входит множество звуковых объектов (ЗО) и параметры генерации [1].

Генеративные системы имеют способы управления различные способы управления. Ряд систем использует имитации методов управления, при помощи отображения параметров или визуального интерфейса, который отображает физические объекты на экране. Не все примеры интерфейсов имеют достаточный уровень удобства в использовании, некоторые являются излишними для решения поставленной задачи и возникает необходимость рассмотреть существующие примеры моделей интерфейсов управления (ИУ) генеративных систем для их классификации, анализа удобства, быстродействия и универсальности в решении задач различного профиля.

Среди ИУ, применимых в КМТ можно выделить следующие типы интерфейсов:

1. Аппаратный интерфейс – это физические пространственные интерфейсы, которые можно найти в продуктах реального мира, от тостеров до приборных панелей автомобилей и кабин самолетов. Обычно они представляют собой совокупность физических элементов управления (кнопки, переключатели и т.д.) [5].

2. Графический интерфейс пользователя (GUI) представляет собой наиболее распространенный тип интерфейса, который позволяет пользователям взаимодействовать с программным обеспечением при помощи графических элементов, таких как кнопки, поля ввода, меню и т.д. [6].

3. Голосовой интерфейс позволяет пользователям управлять программным обеспечением при помощи голосовых команд. Голосовые интерфейсы все больше используются в мобильных устройствах и умных домах [7].

Для выделения наиболее универсальных и лояльных к широкому кругу пользователей систем необходимо рассмотреть существующие интерфейсы и провести их классификацию и оценку.

Оценка систем будет произведена по следующим показателям, представленным в таблице 1.

Для начала необходимо рассмотреть существующие примеры ИУ и провести их анализ по заданным параметрам.

Таблица 1

Показатели оценивания интерфейсов управления систем

Показатель	Описание
Лояльность	Необходимые навыки для начала использования системы оператором
Скорость работы	Скорость реакции системы на действия пользователя
Адаптируемость	Способность системы адаптироваться к разным стилям работы пользователей и возможность сочетания с другими системами

1. Синтезатор – система, которая генерирует звуки, имитирующие различные музыкальные инструменты, используя алгоритмы и синтезированные волны [2].

Система оснащена аппаратным или графическим интерфейсом. Вариативность управления позволяет подобрать и настроить систему под нужды оператора.

Как правило, работа с синтезаторами реализуется в режиме реального времени. Таким образом время отклика клавиши синтезатора не должно превышать нескольких миллисекунд и как правило, составляет около 10-20 миллисекунд. Однако, некоторые синтезаторы могут иметь более быстрое время отклика, достигая 1-5 миллисекунд [3].

Управление музыкальным синтезатором включает в себя различные элементы, которые позволяют музыканту создавать и изменять звуки:

1. Клавиатура: синтезатор обычно имеет клавиатуру, схожую с клавиатурой музыкального инструмента. Изучаемость работы с таким интерфейсом может занимать длительное время и для успешного применения требует специальных музыкальных навыков.

2. Различные режимы: синтезаторы обычно предлагают различные режимы исполнения. При этом множество ЗО состоит из звуковых событий $S = \{E_1, E_2, \ldots, E_k\}$ и может быть настроено под разные задачи, что делает систему универсальной для большинства решений.

3. Контроллеры: позволяют изменять различные характеристики звука, такие как, состав обертонов, параметры частотных фильтров, параметры эффектов и других параметров звука, представляющих множество

$P = \{P_1, P_2,\ldots,P_m\}$. Эти элементы управления помогают создавать характерные звучания.

4. MIDI-интерфейс: большинство современных синтезаторов имеют MIDI-интерфейс, который позволяет им взаимодействовать с другими системами. MIDI-интерфейс позволяет записывать и воспроизводить музыку, использовать внешние устройства управления и синхронизировать синтезатор с другими устройствами. Таким образом, обеспечивается совместимость между различными КМТ системами.

5. Пресеты и программирование: Многие синтезаторы имеют предустановки наборов параметров, называемые пресетами, которые могут быть выбраны с помощью кнопок или дисплея. Также некоторые синтезаторы позволяют программировать собственные пресеты, изменяя параметры синтеза м обработки звука.

2. С**еквенсор**: система, позволяющая создавать и редактировать музыкальные композиции, управляя событиями, запускающими ЗО [4].

Управление секвенсором может происходить с помощью различных устройств ввода, таких как MIDI-клавиатура, MIDI-контроллеры, компьютерная мышь или сенсорные экраны. Основные функции управления музыкальным секвенсором включают:

1. Запись: пользователь может записывать музыкальные события с помощью MIDI-контроллеров. Это позволяет создавать музыкальные композиции путем накопления и организации во времени звуковых элементов.

2. Редактирование: секвенсор предоставляет возможность редактирования записанных событий, таких как изменение высоты звучания нот, продолжительности, громкости, панорамы и других параметров. Это позволяет вносить изменения в записанный ранее материал.

3. Аранжировка: секвенсор позволяет организовать и структурировать созданные последовательности событий для запуска.

4. Воспроизведение: секвенсор может воспроизводить созданные партии через внешние звуковые модули, синтезаторы или виртуальные инструменты. Пользователь может контролировать воспроизведение, такие как старт, стоп, пауза и перемотка.

5. Автоматизация: секвенсор позволяет автоматизировать различные параметры, такие как изменение громкости, панорамы, фильтрации и эффектов во времени. Это позволяет создавать сложные и динамичные звуковые изменения внутри композиции.

Управление музыкальным секвенсором как правило требует понимания музыкальной теории, а также навыков работы с MIDI-интерфейсами и программным обеспечением.

Благодаря набору таких качеств музыкальный секвенсор представляет собой систему с относительно высоким порогом входа для пользователя, но в то же время универсальную для создания различных ЗО, имеющую высокую адаптивность. Помимо этого, секвенсор нередко объединяется с системами синтеза звука. Такая комбинация позволяет расширить возможности применения двух систем и создавать одному человеку музыкальные композиции в реальном времени, что повышает продуктивность использования системы.

Время отклика при взаимодействии с музыкальным секвенсором зависит от различных факторов, включая аппаратное и программное обеспечение, операционную систему, задержку MIDI-интерфейса и настройки секвенсора.

Оптимальное время отклика для музыкального секвенсора составляет около 5-10 миллисекунд, что делает скорость работы системы очень высокой. Однако, время отклика может отличаться в зависимости от конкретной системы и настроек. Некоторые музыкальные секвенсоры и аудиоинтерфейсы предлагают специальные режимы с низкой задержкой, такие как "low latency mode" или "direct monitoring", которые позволяют минимизировать время отклика.

3. **Генеративная музыкальная система (ГМС)**: система, которая создает музыку на основе заданных правил и алгоритмов, обеспечивая случайность и автономность в процессе создания.

ГМС может иметь различные вариации интерфейсов управления при этом достигается высокая адаптивность системы и возможность настроить её под текущие задачи.

Управление ГМС включает в себя различные аспекты, такие как выбор и настройка алгоритмов, определение параметров и правил для генерации музыки, а также контроль и манипуляции над процессом создания музыки.

1. Выбор алгоритмов: первый шаг в управлении ГМС – это выбор подходящих алгоритмов, которые будут использоваться для создания музыки. Это может быть алгоритм генерации мелодии, гармонии, ритма или других музыкальных элементов.

2. Настройка параметров: после выбора алгоритмов необходимо настроить параметры, представленные множеством $P=\{P_1,P_2,\ldots,P_m\}$, которые будут влиять на процесс генерации музыки.

3. Определение правил: управление генеративной музыкальной системой включает определение правил $R=\{R_1,R_2,\ldots R_n\}$, которые будут использоваться для создания музыки. Это могут быть правила гармонии, мелодии, формы композиции или другие музыкальные правила.

4. Контроль и манипуляции: в процессе генерации музыки можно осуществлять контроль и манипуляции над создаваемой музыкой. Это может включать изменение параметров в реальном времени, добавление или удаление музыкальных элементов, изменение структуры или внесение других изменений, чтобы получить желаемый результат.

Управление ГМС требует комбинации технических знаний и творческого подхода. Оно позволяет создавать музыкальные композиции, которые могут быть использованы в различных сферах.

Так как генерация множества ЗО $S=\{S_1,S_2,\ldots,S_i\}$ осуществляется непосредственно в инструментах для создания музыкальных композиций, то данная система имеет универсальную совместимость с любыми интерфейсами управления и удобство использования системы зависит прежде всего от того, с каким интерфейсом она сочетается.

4. **Алгоритмический генератор музыкальных композиций (АГМК)**: автоматизированная система, способная генерировать музыку или звуки в ответ на взаимодействие с пользователем или другими стимулами.

В отличии от рассматриваемой выше ГМС данный класс систем работает автономно без участия человека-оператора.

Так как система является программным обеспечением, то её управление оператором осуществляется аппаратными средствами устройства. Системы данного типа могут быть универсальны и адаптируемы под различные устройства с сенсорным, аппаратным или графическим интерфейсом.

Управление АГМК представляет собой процесс управления воспроизведением музыки с помощью специального программного обеспечения или приложения.

В основе управления лежит командная система, которая позволяет пользователю отправлять определенные команды для управления воспроизведением музыки. Некоторые из наиболее распространенных команд включают в себя: воспроизведение, паузу, переход к другой музыкальной композиции, сброс алгоритма, внесение начальных параметром и т.д.

После генерации композиции $K \subset S \times T \times D$, где $S=\{s_1,s_2,\ldots,s_n\}$ конечное множество звуковых объектов, $T=\{t_1,t_2,\ldots,t_j\}$, – множество дискретных времён запуска событий, $D=\{d_1,d_2,\ldots,d_j\}$, при этом $|T|=|D|$, длительностей, производится оценка и выбор лучших вариантов. Это может осуществляться на основе заданных критериев, таких как эмоциональная выразительность, стилистическое соответствие или другие параметры, заданные композитором или пользователем.

В целом, управление АГМК требует совместной работы между программистами, музыкантами и пользователем, чтобы создать интеллектуальную систему, способную генерировать оригинальную и качественную музыку.

Время генерации музыкальной композиции может варьироваться в зависимости от различных факторов, таких как сложность композиции, используемые алгоритмы и программное обеспечение, а также мощность компьютера, на котором происходит генерация.

В некоторых случаях генерация простых музыкальных композиций может занимать всего несколько секунд или минут. Однако, для более сложных и детализированных композиций, время генерации может быть значительно больше – от нескольких минут до нескольких часов или даже дней.

Такая система является лояльной к пользователям, так как оператор влияет лишь на набор вводимых параметров $P=\{P_1,P_2,\ldots,P_n\}$ и правил $R=\{R_1,R_2,\ldots R_n\}$, может выбирать исходное множество ЗО $S=\{S_1,S_2,\ldots,S_n\}$, но на сам процесс влияния не оказывает. Возможность проводить все процессы без участия человека с одной стороны позволяет упростить процесс, так как работа выполняется на основе вводимых в начале данных. С другой стороны, это может препятствовать широком использованию для творчества, так как в система выступает в роли композитора, а не помощника.

Управление АГМК может осуществляться через текстовый интерфейс, голосовые команды или даже с помощью специального физического или цифрового пульта дистанционного управления. Возможности и функциональность управления могут различаться в зависимости от конкретного приложения или программного обеспечения, используемого для его работы.

Заключение

На основе проведённого анализа и классификации систем можно распределить системы по критериям, выстроив оценочную градацию по каждому из параметров. Оценочные результаты представлены в таблице 2.

Уровень лояльности оценивается по значениям низкий, средний и высокий, где низкий – это необходимость наличия специальных навыков, средний – необходимость краткого обучения базовым знаниям, а высокий – возможность оператору без специальных навыков сразу приступить к работе.

Уровень скорости работы оценивается по значениям низкий, средний и высокий, где низкий – это выполнение задачи или скорость отклика более минуты, а средний – несколько секунд, высокий – меньше секунды.

Уровень адаптируемости оценивается по значениям низкий, средний и высокий, где низкий – это невозможность совмещения в работе с другими системами и имеющие малый спектр функций, средний – хорошая совместимость с другими системами, и высокий – это системы, легко совместимые с другими интерфейсами и системами, а также системы, имеющие широкий спектр функций.

Таблица 2

Оценочные результаты систем КМТ

Система	Оценка
Лояльность	
Музыкальный синтезатор	Н
Музыкальный секвенсор	Н
Генеративная музыкальная система	С
Алгоритмический генератор музыкальных композиций	В
Скорость работы	
Музыкальный синтезатор	В
Музыкальный секвенсор	В
Генеративная музыкальная система	В/С
Алгоритмический генератор музыкальных композиций	*
Адаптируемость	
Музыкальный синтезатор	В
Музыкальный секвенсор	В
Генеративная музыкальная система	В
Алгоритмический генератор музыкальных композиций	С

Оценка Н – соответствует низкому ровню, С – среднему, В – высокому, * – оценить затруднительно, так как время работы зависит от размера генерируемой композиции и может быть как очень быстрым, так и очень долгим.

На основании полученных результатов можно выделить самую оптимальную систему, удовлетворяющие наибольшему числу операторов по соотношению необходимых навыков и ожидаемому результату. Такой системой можно считать ГМС, так как на обучение управлению уходит немного времени, но сам результат может быть достигнут на уровне систем со сложным управлением. Вместе с тем, ГМС даёт возможность участвовать в процессе создания музыкальной композиции и имеет высокую или среднюю скорость работы, тем самым позволяя получить результат за короткое время.

Литература

1. *Горбунова И.Б.* Музыкально-компьютерные технологии: лаборатория // ЭНЖ «Медиамузыка». № 1 (2012). URL: http://mediamusic-journal.com/Issues/1_5.html

2. *Шилов В.Л., Дмитрюкова Ю.Г.* Синтезатор // Музыкальные инструменты. Энциклопедия. М., 2008. С. 510-512.

3. Musicradar. URL: https://www.musicradar.com/ (дата обращения: 18.01.2024).

4. *Pejrolo Andrea* (2011). "1.7.1 The Primary Goals You Want to Achieve with Your Audio Sequencer". Creative Sequencing Techniques for Music Production: A Practical Guide to Pro Tools, Logic, Digital Performer, and Cubase. Taylor & Francis. p. 48. ISBN 978-0-240-52216-6. Note: an example of section title containing "Audio Sequencer"

5. diffen.com. URL: https://www.diffen.com/difference/Hardware_Interface_vs_Software_Interface (дата обращения: 10.01.2024).

6. *Мартинес Венди Л.* (23 февраля 2011 г.). "Графические пользовательские интерфейсы: Graphic user interfaces". Междисциплинарные обзоры Wiley: Вычислительная статистика. 3 (2): 119-133. doi:10.1002/wics.150. S2CID 60467930.

7. *Эрретт Дж*. По мере того, как приложения устают, инженеры из Торонто переходят к чат-ботам. CBC. CBC / Радио-Канада. Архивировано с оригинала 22 июня 2016 года. Проверено 4 июля 2016 года.

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ДЕТЕКЦИИ ОБЪЕКТОВ НА ВИДЕОПОТОКАХ ДАННЫХ

Масенков Максим Владимирович,
МТУСИ, Москва, Россия,
m.v.masenkov@mail.ru

Потапченко Тимур Дмитриевич,
МТУСИ, к.т.н., доцент кафедры МКиИТ, Москва, Россия;
ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, м.н.с., Москва, Россия,
timurpotapchenko@mail.ru

Аннотация.
В данной статье формализованы выявленные проблемы и особенности автоматизации процесса интеллектуальной детекции объектов на видеопотоках данных. Рассмотрены преимущества применения методов машинного и глубокого обучения, искусственных нейронных сетей для решения задач автоматического распознавания образов. Предложена процедура предобработки данных, обозначены перспективные пути применения и совершенствования процесса автоматизации распознавания и классификации объектов на видеопотоках.

Ключевые слова
Распознавание образов, анализ видеопотоков, детекция объектов

Введение

В последние годы в современном мире наблюдается устойчивая тенденция постоянного увеличения объемов мультимедийного контента, как создаваемого частными лицами, так и генерируемого в процессе осуществления трудовой деятельности сотрудников предприятий и организаций. Чаще всего это графические изображения, фото, голосовые и музыкальные записи, интерактивные сообщения, а также видеоматериалы, являющиеся наиболее комплексным видом мультимедийного контента с точки зрения анализа содержимого [1]. Сложность обработки и оценки такого контента, в особенности видеопотоков, представляющих определенный полезный прикладной потенциал, заключается в физической невозможности охвата всех массивов данных ручным образом и высокой вычислительной нагрузкой [2]. Перспективным направлением решения подобных проблем является имплементация эффективных методов и моделей компьютерного зрения для распознавания образов и объектов на видеоизображениях. В связи с этим актуальной задачей является исследование особенностей и возможностей автоматизации процесса детекции и анализа данных на видеопотоках.

Результаты исследований

Процесс обработки мультимедийных данных для идентификации, поиска, детекции и отслеживания объектов состоит из нескольких этапов по преобразованию контента и на практике сводится к покадровому разбиению видеопотоков разной частоты на отдельные изображения и применении на них различных алгоритмов и методов обнаружения.

Существуют классические методы теории распознавания образов, подразделяющиеся на две группы: обобщающие и различающие. На базе методов первой группы, таких как преобразование Хафа, методы Капура–Винна, Феррари, Фергюса-Пероны [3] формируются различные модели детекторов, в частности модели случайного поля, неявной формы и констелляции. Характерной чертой данных подходов является оперирование более абстрактными представлениями о составе распознаваемых объектов на основе обучающих выборок изображений [4].

К различающим подходам, которые являются более сложными и применяют дополнительные классифицирующие функции для выделения отличий между схожими объектами на разных изображениях на базе оценки меры близости, относятся методы Папагеоргиу, Виолы–Джонса, Лекуна и ряд других [3].

Следует отметить, что и первая и вторая группы описанных выше методов обладают рядом недостатков, в том числе требуют высоких затрат вычислительных ресурсов для автоматизированной обработки потоков видеоданных в условиях реального времени, необходимости проведения ряда процедур по предобработке зашумленных изображений и наложении фильтров, а также их программная реализация не достаточно полноценно и эффективно имплементирована в рамках имеющихся программных библиотек компьютерного зрения.

Альтернативным подходами к обнаружению объектов на видеопотоках данных являются подходы интеллектуального анализа данных, в том числе модели машинного (МО) и глубокого (ГО) обучения, использующие отдельные алгоритмы детекции и их комбинации на базе искусственных нейронных сетей (ИНС) различных архитектур [5]. Для задач распознавания и классификации объектов в современной практике решения прикладных задач активно применяются модели сверточных ИНС, состоящие из нескольких наборов элементов и включающих в процесс создания конфигурации сверточных слоев, выполнения пулинга, нормализацию по размеру батчей, формирование полносвязных слоев, а процесс обучения чаще всего базируется на алгоритме обратного распространения ошибки [6].

Широко используемыми в сегодняшних реалиях являются такие модели ГО как [2,4,7]

– Faster R-CNN, глубокие комбинированные ИНС, в состав которых включены две модели, первой, для извлечения признаков, является сверточная, а второй, для формирования прогнозов рамок выделения и вероятностей объектов, региональная. Процесс использования моделей такого типа заключается в поэтапном выполнении процедур подачи отдельных кадров на вход, путем обработки первой ИНС формируются карты признаков, следующая модель идентифицирует отдельные фрагменты (регионы) на изображении с высокой вероятностью нахождения в них объектов, после чего они подвергаются процедуре сжатия на базе RoI pooling и происходит

определение классов объектов в регионах;

– Cascade R-CNN, более функциональная модификация Faster R-CNN, поддерживающая детекцию объектов сразу на нескольких уровнях с различными уровнями сложности для повышения эффективности обнаружение составных объектов на разных расстояниях и масштабах;

– YOLO, эффективная на практике однопроходная ИНС, использующая специально разработанную и настроенную модель Darknet, процесс использования которой выполняется на базе изначального преобразования размера изображений под стандартизованные ограничения (например, 416 на 416 пикселей), затем выполняется процесс обучения с разными значениями порций (батчей) данных для его ускорения. После этого изображение разделяется на клетки стандартизированного размера (например, 13 на 13), формируя сетку, внутри которой на основе ручной разметки или применения алгоритмов кластеризации (K-means) формируются позиции якорных прямоугольников и детектируются фрагменты объектов [8];

– RetinaNet, однопроходная модель, ориентированная на обработку плотных объектов с небольшими масштабами. Преимуществом данной модели является применение расширяющей оценку ошибки кросс энтропии на базе Focal Loss для решения проблемы несбалансированности классов при детекции объектов, но эффективностьее работы на больших потоках видеоданных может существенно снижаться;

– EfficientNet и EfficientDet. Первая из них имплементирует идею составного масштабирования для сопоставления характеристик изображения (разрешение, ширину и глубину) с фиксированными пропорциями между ними. Вторая модель включает в себя первую модель в качестве основы с агрегированным слоем обработки сформированной пирамиды признаков BiFPN с последующей передачей данных на сверточную ИНС для определения класса объекта.

Среди приведенных выше моделей ГО отдельно следует отметить модели семейства YOLO по причине их высокой производительности в связи с тем, что детектция объектов проводится в одном прямом проходе через ИНС, таким образом более эффективно проводя обработку данных по сравнению с использованием других подходов, в том числе основанных на прогнозировании регионов. Также программные реализации, в основе которых лежит R-CNN идея, не позволяют проанализировать все изображение, а только наиболее выраженные регионы, их общая производительность из-за этого снижается.

Трудностями построения собственных моделей ИНС являются: большие объемы занимаемого пространства памяти для хранения десериализованных структур объектов; проблемы подбора репрезентативных выборок данных для обучения и необходимость борьбы с эффектом переобучения; необходимость затрат времени на эмпирический подбор оптимальных значений гиперпараметров моделей; значительные вычислительные затраты на организацию процессов обучение и валидации моделей.

Для повышения эффективности и точности применения описанных моделей ГО для автоматизации процесса детекции объектов на видеопотоках предлагается применение гибридизации, т.е. сочетания возможностей доступных в свободном доступе сериализованных объектов моделей ИНС, функций тюнинга и их адаптации для конкретных прикладных задач предметной области (в том числе дополнительное обучение моделей на собранных выборках данных).

Также, для более эффективной детекции объектов на видеопотоках на основе ГО предлагается автоматизировать процесс предобработки данных путем проведения следующей поэтапной процедуры:

– разбиение фрагментов видео на отрезки, длительностью не более одной минуты, для распределения вычислительного процесса на многоядерных или многопроцессорных узлах;

– извлечение из видео кадров с последующим их сравнением по контрольным точкам объектов и в случае их совпадения пропуск, что позволяет снизить размерность обучающей выборки;

– разметка объектов по классам исходя из их размеров, задаваемых пользователем изначально, на базе использования нечеткой кластеризации по алгоритму C-means для учета степени принадлежности объекта в указанному классу.

Также, следует отметить, что автоматизация процесса детекции объектов на видеопотоках данных требует значительных вычислительных мощностей, однако, в настоящее время большую популярность набирает библиотека mm detection, которая включает в себя набор оптимизационных процессов, позволяющих обрабатывать большие потоки видеоданных используя распределенную систему нагрузки системы, данная библиотека имеет ряд преимуществ, а именно оценивает в реальном времени используемые объемы памяти и оптимизирует работу системы так, чтобы нагрузка распределялась равномерно и не требовала задействования всех вычислительных мощностей[8,9].

Таким образом, существующие подходы по детекции объектов на видеопотоках данных включают в себя большой набор библиотек и различных инструментов, позволяющих автоматизировать процесс детекции, однако, каждый подход имеет свой набор преимуществ и недостатков, что требует применения и индивидуальной настройки компонентов обучения при решении конкретной задачи [10].

Заключение

В результате проведенного анализа установлена целесообразность применения аппарата искусственных нейронных сетей для автоматизации процесса детекции объектов на видеопотоках с целью последующего анализа и поддержки принятия решений, например, для контроля нарушения регламента деятельности сотрудников организаций на рабочих местах или для своевременного обнаружения возникновения внештатной ситуации.

Перспективным путем повышения точности детекции объектов и производительности существующих моделей глубокого обучения является их гибридизация путем задействования алгоритмов вычислительного интеллекта для оптимизации процессов обучения, валидации и тестирования.

Построение распределенных масштабируемых программных систем автоматизации процесса интеллектуальной детекции объектов на видеопотоках данных на основе подхода MapReduce позволит обеспечить большую вычислительную устойчивость и надежность их функционирования. Программная реализация подобных

систем может быть имплементирована на базе клиент-серверной архитектуры с распределением контрактов по функционалу создания всех этапов моделей по отдельным микросервисам.

Литература

1. *Светлаков А.В., Царегородцев Е.Л.* О синтаксическом способе распознавания образов // Инновации и инвестиции. 2022. №1. С. 135-139.

2. *Маркеев М.В.* Методика идентификации объектов по уникальным характеристикам на изображениях // Universum: технические науки. 2022. №11-1 (104). С. 24-27.

3. *Guoming L. et al*., "Video Moving Object Detection Technology Based on Deep Learning," *2021 China Automation Congress (CAC)*, Beijing, China, 2021, pp. 221-225, doi: 10.1109/CAC53003.2021.9727603.

4. *Qu J. and Zhang S.* Research on Video Tracking Algorithm Based on Yolo Target Detection // 2023 6th International Conference on Computer Network, Electronic and Automation (ICCNEA), Xi'an, China, 2023, pp. 437-439, doi: 10.1109/ICCNEA60107.2023.00098.

5. *Чехонина Е.А., Костюмов В.В.* Обзор состязательных атак и методов защиты для детекторов объектов // International Journal of Open Information Technologies. 2023. Т. 11. №7. С. 11-20.

6. *Бондарчук В.В., Шевченко Е.А.* Исследование алгоритма детекции объектов интереса в видеопотоке // Проблемы искусственного интеллекта. 2015. №1. С. 13-22.

7. *Китенко А.М.* Метод поиска и разметки артефактов на изображениях с использованием алгоритмов детекции и сегментации // Системы анализа и обработки данных. 2021. №4(84). С. 7-18.

8. *Wang Y., Wang Y., Li H., Han Y. and Li X.* An Efficient Deep Learning Accelerator for Compressed Video Analysis // 2020 57th ACM/IEEE Design Automation Conference (DAC), San Francisco, CA, USA, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/DAC18072.2020.9218743.

9. Purohit M., Singh M., Yadav S., Singh A.K., Kumar A. and Kaushik B.K. Multi-Sensor Surveillance System Based on Integrated Video Analytics // IEEE Sensors Journal, vol. 22, no. 11, pp. 10207-10222, 1 June1, 2022, doi: 10.1109/JSEN.2021.3131579.

10. Sabet A., Hare J., Al-Hashimi B.M. and Merrett G.V. Similarity-Aware CNN for Efficient Video Recognition at the Edge // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, vol. 41, no. 11, pp. 4901-4914, Nov. 2022, doi: 10.1109/TCAD.2021.3136815.

КОНТРОЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ

Рожков Сергей Александрович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), профессор, д-р техн. наук, Москва, Россия,
rozhkov_ser@rambler.ru

Воронов Вячеслав Игоревич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), доцент, к.техн. наук, Москва, Россия,
v.i.voronov@mtuci.ru

Воронов Егор Вячеславович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики (МТУСИ), Москва, Россия,
zetvector@dmail.com

Аннотация

Работа посвящена проблеме разработки метода формирования признаков текстурированного изображения для анализа дефектов текстильных материалов (тканей) в системах распознавания с эталонными моделями. Рассмотрен метод построения математической модель ткани как объекта контроля для автоматизации процесса разбраковки тканей. Показано, что определенные по энергетическому спектру частоты позволяют построить эталонную моногармоническую модель ткани. Использование в свертке гармоник, связанных с неравномерностью структуры ткани позволяет выделить скрытую периодичность по направлению основы ткани.

Ключевые слова

Автоматизация, контроль качества, распознавание, энергетический спектр, свертка, эталон

Введение

В настоящее время для обеспечения надлежащего качества выпускаемой продукции на промышленных предприятиях большинство операций контроля осуществляется вручную. Однако такие методы проверки являются трудоемкими и недостаточно эффективными для поддержания высоких стандартов качества на современных производствах. В текстильной промышленности, например, лишь около 70% всех дефектов (пороков) выявляются при ручном визуальном контроле [2-5].

Создание и внедрение в производство систем для автоматизации задач контроля качества различных материалов, таких, как текстильные материалы, различные виды бумаги, пленки и т.п., с помощью телевизионных систем, могут повысить эффективность производств и улучшить качество выпускаемой продукции. При этом типичная ширина полотна, которое следует проверить, имеет ширину 1,5–2 м, а скорость перемещения при контроле качества составляет до 1-2 м/с. Поэтому при полной проверке качества выпускаемой продукции такая задача контроля качества является наиболее сложной по сравнению с другими задачами проверки.

Так же следует учитывать тот факт, что при автоматической обработке видеоинформации, например, для контроля качества (разбраковки) текстильных материалов, разбраковка должна быть выполнена в режиме реального времени. Разработка таких телевизионных системам для контроля качества промышленных рулонных материалов, сдерживается целым рядом факторов. Основными факторами являются: значительные потоки информации в системах обработки сигналов; необходимость разработки специальных методов и средств обнаружения сигналов дефектов тканей, обладающих малым отношением сигнал-шум; отсутствием приемников излучения с необходимыми характеристиками; высокой стоимостью известных систем контроля качества. Кроме этого, требуются дополнительные затраты для выполнения вычислений, связанных с анализом текстур.

Поэтому актуальной является разработка систем распознавания дефектов (пороков) тканей при анализе текстур, а так же систем с генерацией эталонов, создание методик предварительного анализа текстурированной геометрической пространственной модели ткани и алгоритмов ее формирования [1-6].

Анализ последних достижений и публикаций

Система автоматического контроля качества (САКК) в общем случае состоит из: сканирующей системы, системы распознавания и системы принятия решения. Известные системы для контроля качества однотонных полей, к которым можно отнести неокрашенную или равномерно (гладко) крашенную ткань, используют оптические методы контроля, например, высокоскоростные системы телевизионного сканирования с когерентными источниками излучения [7, 8]. Однако, несмотря на достаточно высокое быстродействие современных систем технического зрения, используемые в них алгоритмы распознавания не позволяют осуществлять выделение локальных особенностей объектов (дефектов) в реальном масштабе времени [3, 9-11].

Методы, которые применяют при реализации систем распознавания: геометрические, байесовские, логические, структурные и другие, в том числе и методы с обучением, дают хорошие результаты при малом количестве обнаруживаемых особенностей тканей. При большом числе локальных особенностей (дефектов) эти методы применять не эффективно из-за сложности их реализации. Одним из способов повышения быстродействия систем распознавания является совершенствование алгоритмов распознавания [7-11].

Постановка задачи

Одной из важных задач при контроле качества материалов с применением автоматических и автоматизированных систем является определение структурных свойств текстильных материалов (тканей) [3-6].

Для анализа состояния структурных элементов ткани в работе рассмотрен метод проекции изображения ткани на ее модель. Целью работы является анализ возможности применения метода контроля параметров тканей на

основе распознавания эталонного состояния ткани, а также разработка структуры системы распознавания с возможностью генерацией эталонов. Алгоритм формирования эталона должен иметь возможность быстрой корректировки эталона в зависимости от внешних факторов и применяться для большого класса тканей (артикулов), например, для однотипных, с простым переплетением.

Результаты исследования

Использование программно-аппаратных средств в машинной графике позволяет реализовать формирование изображения посредством их синтеза по заданному математическому описанию [9-11]. Анализ изображения позволяет найти математическое описание предъявленного изображения с помощью: спектрального анализа непрерывных изображений, дискретизации, бинаризации, дискретного ортогонального преобразования, статистического, параметрического, логического, структурного описания изображения. Так же анализ изображений применяют для выделения на изображении нужной информации, где системы анализа часто используют априорные сведения об изображаемых объектах.

Для повышения качества изображений перед их дальнейшим анализом применяют предварительную обработку изображений, где проводят: коррекцию уровней яркости по полю изображения, подавление шумов, преобразование изображения [12, 13].

Коррекция шкалы яркости позволяет устранить систематические искажения исходного изображения аддитивного или мультипликативного характера:

$$F(x,y) = S(x,y)E(x,y) + N(x,y), \qquad (1)$$

где $S(x,y)$ – исходное изображение, $F(x,y)$ – наблюдаемое изображение, $E(x,y)$ – мультипликативная помеха (искажения), $N(x,y)$ – аддитивная помеха. Максимальное подавление аддитивных шумов за счет априорной информации о характеристике системы и исходного изображения является основной задачей фильтрации.

При специальной обработке могут быть получены и искусственные признаки. Текстурные признаки сложно разделять на искусственные и естественные, поэтому достаточно сложно дать количественную оценку этим признакам. Учитывая тот факт, что текстура является свойством окрестности точки изображения, то границы области однородной структуры можно устанавливать, например, визуально или с использованием метода автоматической сегментации изображения [12].

Используем в качестве основной характеристики текстуры пространственную автокорреляционную функцию:

$$A(\varepsilon,\eta;j,k) = \frac{\sum_{m=j-W}^{j+W}\sum_{n=k-W}^{k+W} F(m,n)F(m-\varepsilon,n-\eta)}{\sum_{m=j-W}^{j+W}\sum_{n=k-W}^{k+W}[F(m,n)]^2}, \qquad (2)$$

которая вычисляется на окне размером $(2W+1)\times(2W+1)$ для каждой точки изображения (j,k) при смещениях $\varepsilon,\eta = 0,\ \pm 1,\ \pm 2,...,\pm T$.

В практических задачах изображения имеют конечные размеры. Для произвольного изображения $f = f(\mathbf{x}) = f(x,y)$ и связанного с ним двумерным преобразованием Фурье $F(\mathbf{u})$ с конечной протяженностью

$$\int\int_{-\infty}^{\infty} f(\mathbf{x})d\sigma(\mathbf{x}) = \iint_{\Omega_f} f(\mathbf{x})d\sigma(\mathbf{x}). \qquad (3)$$

Следовательно,

$$F(0) = \int\int_{-\infty}^{\infty} F(\mathbf{u})\delta^*{}_f(\mathbf{u})d\sum(\mathbf{u}), \qquad (4)$$

где $\delta_f(\mathbf{u})$ - ограниченная дельта-функция.

Содержание исследования

В данной постановке задачи ткань, как объект контроля, целесообразно рассматривать как двумерный периодический объект. Математическая модель ткани основывается на представление отклика объекта *f(x,y)* в виде ряда Фурье [3], где

$$f(x,y) = \sum_{m=0}^{\infty}\sum_{n=0}^{\infty}\lambda_{m,n}[a_{m,n}\cos mx\cos ny + ... \\ ... + b_{m,n}\sin mx\cos ny + c_{m,n}\cos mx\sin ny + d_{m,n}\sin mx\sin ny \qquad (5)$$

Разработка модели выполнена в среде MATLAB [13]. На рис. 1, а приведено исходное изображение образца ткани и результат его обработки с выделением контуров (рис. 1,б).

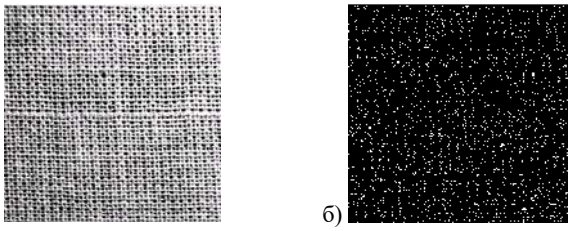


Рис. 1. Изображение ткани:
а – образец ткани; б – контурное изображение

При выделении контуров изображения подчеркиваются особенности периодичности структуры ткани, а наличие корреляционного максимума позволяет выделить основные частоты структуры ткани [1, 3, 11].

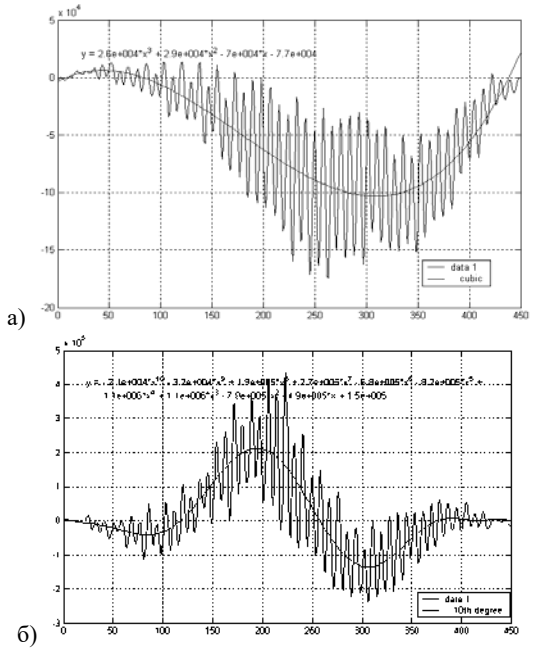


Рис. 2. Изображение матрицы корреляции:
а – строка корреляционной матрицы;
б – столбец корреляционной матрицы

Строка и столбец матрицы автокорреляции, которые являются автокорреляционными функциями для фиксированных координат по утку или основе ткани, показаны на рисунке 2, а,б.

Собственно, определить основные частоты структуры ткани, являющиеся периодами раппорта ткани, можно по корреляционным функциям. Однако для корреляции характерно обострение не только основных частот, но и выделение скрытых периодичностей, что осложняет задачу определения основных параметров структуры модели.

Для получения значения основных частот модели ткани определим энергетический спектр изображения образа ткани (рис. 3, а) по его корреляционному полю (рис. 3, б).

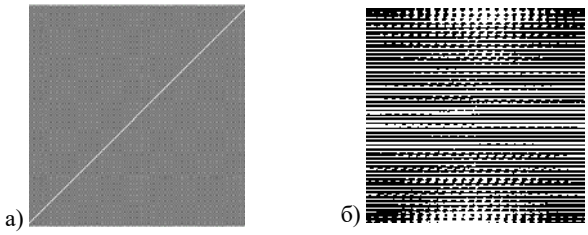


Рис. 3. Результаты моделирования:
а – энергетический спектр образца ткани;
б – корреляционное поле образца

Найденные по энергетическому спектру частоты позволяют построить эталонную моногармоническую модель ткани. Корреляционное поле подчеркивает периодичность рисунка (рис. 3), но не свободно от влияния периодичностей, связанных с возмущениями в структуре ткани. В свою очередь, энергетический спектр позволяет выявить основной период структуры ткани и выделяет её перекос, который имеет место в образце.

Эталонная модель реального образца ткани показана на рис. 4,а. Результат свертки полученной модели ткани и изображения ткани приведен на рис. 4, б.

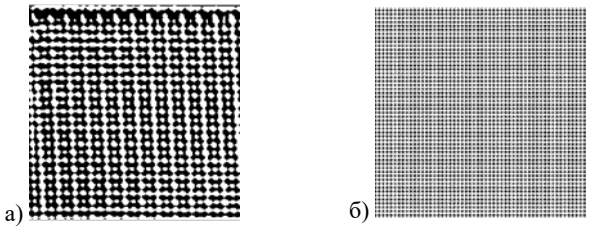


Рис.4. Моделирование образца ткани:
а – модель ткани; б – свертка модели и образца ткани

На рисунке 5, а,б показан результат моделирования скрытой периодичности по направлению основы ткани при введении в модель первой субгармоники.

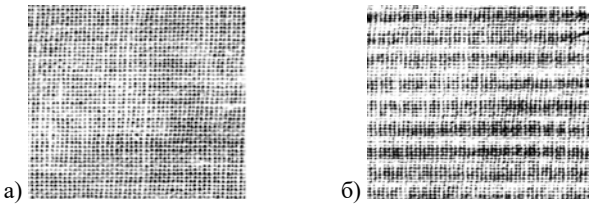


Рис. 5. Образец контролируемой ткани:
а – исходное изображение; б – изображение ткани
с выделенной скрытой периодичностью основы

Таким образом, операция свертки позволяет выделить основные особенности структуры текстильного материала – это неравномерности плотности ткани, а также состояния раппорта и скрытые периодичности ткани. Использование в свертке гармоник, связанных с неравномерностью структуры ткани, позволяет существенно выявить скрытые периодичности.

Заключение

Проведенные теоретические исследования и их экспериментальная проверка позволяют сделать вывод о том, что при нарушении ортогональной структуры ткани возникают гармонические составляющие с частотами, которые намного ниже пространственных частот прохождения рапортов. Это делает невозможным раздельно оценивать компоненты спектрального вектора модели и приводит к ошибкам при измерении плотности ткани. Анализ качества ткани относительно эталонного состояния позволяет выделять существенные особенности структуры ткани вплоть до анализа состояния единичных переплетений. При этом выполнение операции распознавания эталонной модели ткани по контролируемому образцу возможно с использованием энергетического спектра.

Полученные в работе результаты охватывают только один из возможных подходов при контроле качества текстильных материалов. Дальнейшие исследования перспективны с точки зрения создания систем контроля всего спектра дефектов текстильных материалов (тканей) с возможностью прогнозирования их характеристик.

Литература

1. *Chernov V.M., Shabashev A.V.* Selection of p-adic features from texture images. *Pattern. Recognition and Image Analysis.* Vol. 8, No. 2, 1998, pp. 276-279.

2. *Kumar Ajay, Pang Grantham K. H.* Defect Detection in Textured Materials Using Optimized Filters IEEE Tranaction on systems, man, and cybernetics. Part B: cybernetics. Vol.32, No. 5, October 2002, pp. 553-570.

3. *Рожков С.А., Биленко М.С., Единович М.Б.* Идентификация деформаций периодических структур с использованием систем технического зрения // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. 2009. № 2 (24). С. 66-70. https://aaecs.org/bilenko-ms-rojkov-sa-edinovich-mb-identifikaciya-deformacii-pe-riodicheskih-struktur-s-ispolzovaniem-sistem-tehnicheskogo-zreniya.htm

4. *Сташева М.А., Коробов Н.А., Гусев Б.Н.* Совершенствование метода компьютерного измерения показателей заполнения и пористости ткани // Технология текстильной промышленности. 2003, №3. С. 26-28.

5. *Комаров А.Б., Коробов Н.А.* Нахождение нитей основы и утка на изображении поверхности ткани с помощью преобразования Радона // Технология текстильной промышленности. 2003, №4. С. 53-57.

6. ГОСТ 161-86 Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 15 с.

7. *Системы технического зрения* (принципиальные основы, аппаратное и математическое обеспечение)/А.Н. Писаревский, А.Ф. Чернявский, Г.К. Афанасьев и др.; Под общ. ред. А.Н. Писаревского, А.Ф. Чернявского. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1988. 424 с.

8. *Катыс Г.П.* Восприятие и анализ оптической информации автоматической системой. М.: Машиностроение, 1986. 416 с.

9. *Бейтс Р., Мак-Доннелл М.* Восстановление и реконструкция изображений: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 336 с.

10. *Мартинес Ф.* Синтез изображений. Принципы, аппаратное и программное обеспечение; пер. с франц. М.: Радио и связь, 1990. 192 с.

11. *Прэтт У.* Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Кн.2. 480 с.

12. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.

13. *Рудаков П.И., Сафонов И.В.* Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x:/ Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. М.: Диалог-МИФИ, 2000. 416 с. (Пакеты прикладных программ; Кн.2).

УЛУЧШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА ОТСЛЕЖИВАНИЯ

Садыев Юрий Закирович,
МТУСИ, Москва, Россия,
um_2005@mail.ru

Потапченко Тимур Дмитриевич,
МТУСИ, к.т.н., доцент кафедры МКиИТ, Москва, Россия;
ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, м.н.с., Москва, Россия,
timurpotapchenko@mail.ru

Аннотация

В системах компьютерного зрения, использующие алгоритмы отслеживания и реидентификации объектов, заложены достаточно сложные процессы, которые в свою очередь не лишены ряда определенных проблем, таких как большое количество параметров, долгое время обучение и низкую скорость исполнения программы. В системах наблюдения за объектами существуют различные проблемы компьютерного зрения, и реидентификация объектов – одна из них.

Ключевые слова

Метод глубокой сортировки, YOLO, реидентификация объектов в движении, сверточная нейронная сеть, улучшенный алгоритм отслеживания.

Введение

В данном исследовании предложен способ реализации алгоритмов отслеживания SORT и DeepSORT, с помощью модели YOLO-NAS, а также улучшен способ отслеживания за каждым конкретным объектом на примере реидентификации транспортных средств с применением YOLO-NAS и алгоритмов сортировки (SORT) и глубокой сортировки (DeepSORT). Данное исследование поможет использовать одну реализацию в совершенно разных условиях, таких как подсчет проезжающих автомобилей, захват пешеходов или отслеживание спортсменов во время игры. Реидентификация объектов в глубоком обучении — это задача прогнозирования положения одного и того же движущегося объекта на протяжении всего видеоряда с использованием пространственных и временных характеристик. Говоря о трекинге, необходимо упомянуть и о типах трекеров.

Можно описать две категории: трекеры с одним и несколькими объектами [7]. В случае трекера одного объекта, отслеживается только один объект, даже если в кадре есть и множество других. Принцип работы таких систем заключается в том, что сначала трекер инициализирует местоположение объекта на первом кадре, а затем пытается его отследить на протяжении всей последовательности кадров. В исследовании упор сделан на отслеживании сразу нескольких движущихся целей, присутствующих в кадре. В отличие от традиционных трекеров, такие трекеры должны обучаются на большом объеме данных [9].

В исследовании используются алгоритмы отслеживания нескольких объектов SORT, то есть алгоритм сортировки и DeepSORT – алгоритм гглубокой сортировки. Улучшая алгоритм сортировки глубокой сортировкой, в исследовании демонстрируется общее улучшение поведения процесса реидентификации движущихся объектов.

Результаты исследования

Алгоритм сортировки состоит из четырех основных компонентов: обнаружение, оценка, сопоставление данных, а также создание и удаление идентификаторов треков [1]. Алгоритм SORT демонстрирует высокую точность и надежность при отслеживании, но у него есть некоторые ограничения такие как [1]:

- Может приводить к большому числу переключений идентификаторов треков.
- Не справляется с случаями запирания (окклюзии) из-за выбранной матрицы ассоциации.

В исследовании демонстрируется, что в процессе отслеживания нескольких объектов, глубокая сортировка представляет из себя алгоритм, повышенной эффективности и точности распознавания. Расширяя алгоритм сортировки, глубокая сортировка может лучше идентифицировать объекты, при этом наделяя каждый из объектов уникальным идентификаторам, используя расширенную метрику ассоциации, которая объединяет дескрипторы движения и внешнего вида [2].

Эта интеграция сводит к минимуму переключение идентификационных данных, обеспечивая более эффективное и надежное отслеживание. Учитывая не только скорость и движение, но и внешний вид объекта, deep sort выделяется как комплексный алгоритм отслеживания в области компьютерного зрения (рис. 1) [2].

Рис. 1. Пример алгоритма глубокой сортировки

Еще один используемый в исследовании инструмент – YOLO-NAS, который представляет из себя современную модель обнаружения объектов, YOLO-NAS расширяет возможности обнаружения небольших объектов, повышает точность локализации и увеличивает соотношение

производительности на вычисление, делая модель более доступной для приложений периферийных устройств в реальном времени.

Исследования проводились в среде Google Colab на языке программирования Python. Также использовались такие пакеты как Super Gradients и пакет Filterpy. YOLO-NAS входит в пакет Super Gradients, который нужен для обнаружения объектов на изображениях и видео, а для реализации отслеживания объектов с помощью алгоритма сортировки – пакет Filterpy.

После установки необходимых пакетов импортируются необходимые библиотеки, такие как opencv и numpy. Пакет opencv-python необходим для чтения, отображения и обработки изображений, а также покадровой обработки входного видео и управления отображением и сохранением выходного видео [7].

Поскольку YOLO-NAS находится в пакете Super Gradients, импортируются модели с предварительно обученными весами YOLO-NAS. Исследование проводится на небольшом видео с проезжающими автомобилями, при этом камера находится немного со смещением от центра и продолжает смещаться влево, тем самым изменяя угол вращения, также слева находится фонарный столб, который в определенный момент перекроет на время проезжающие автомобили (рис. 2).

Рис. 2. Кадр из видео, снятого для тестирования

Так как были установлены все необходимые пакеты и импортированы все библиотеки, которые понадобятся для исследования, необходимо загрузить предварительно обученные веса модели YOLO-NAS, которая выпускается в трех размерах моделей: маленьком – S, среднем – M и большом – L. YOLO-NAS-S самый быстрый, но менее точный, чем другие модели YOLO-NAS. YOLO-NAS-L — самая точная, но самая медленная из моделей YOLO-NAS. В этом исследовании используется маленькая и большая версии моделей YOLO-NAS и предварительно обученные веса из датасета COCO.

Для того чтобы выполнить обнаружение объектов на видео, необходимо пройтись по каждому кадру загруженного видео один за другим, выполнить обнаружение объектов в каждом из кадров и, используя функцию записи opencv, сохранить выходное видео. После обнаружения объектов, нам необходимо реидентифицировать их, то есть определить и отследить перемещение каждого, для этого каждому обнаруженному объекту присваивается уникальный идентификатор. Используя алгоритм сортировки [4], получаем на выходе выделенные объекты, но с определенными неточностями в виде неудавшихся распознаваний автомобилей, движущихся в обратную сторону, а также неточность в распознавании автомобилей, частично перекрывающих друг друга (рис. 3-5).

Далее в исследовании используется обнаружение с помощью алгоритма глубокой сортировки, и попытка присвоить уникальный идентификатор каждому обнаруженному объекту, сохраняя при этом присвоенные идентификаторы [4].

Рис. 3. Кадр из видео, снятого для тестирования, на котором видно не определившийся объект, частично скрывающийся за другим

Рис. 4. Кадр из видео, снятого для тестирования, на котором видно ошибочно определившийся объект

Рис. 5. Кадр из видео, снятого для тестирования, на котором объекты не определились

После загрузки видео с помощью YOLO-NAS получаем первоначальный набор обнаружений. Затем присваивается уникальный идентификатор каждому из обнаруженных объектов. То есть, для обнаружения объектов используется YOLO-NAS, а для отслеживания – алгоритм сортировки, тем самым попытаемся улучшить реализацию, заменив алгоритм сортировки на алгоритм глубокой сортировки, предварительно настроив опции [3]. То есть для начала нужно загрузить видео и получить

первоначальный набор обнаружений объектов с помощью YOLO-NAS. Затем присвоить уникальный идентификатор каждому из обнаруженных объектов и отследить обнаруженные объекты по всем кадрам видеопотока.

Как можно увидеть, в последнем случае все автомобили определились и отслеживаются, даже автомобиль, который частично перекрыт другим автомобилем. Также можно видеть, что на данном кадре есть ошибочно классифицированные типы автотранспорта (рис. 6). Эта проблема решается увеличением количества датасета для обучения модели и увеличением эпох обучения.

Рис. 6. Кадр из видео, снятого для тестирования, на котором все объекты, включая автомобиль, движущийся в обратном движении, отслеживается правильно

Используя алгоритм глубокой сортировки, также можно наблюдать за тем, как камера, проходя мимо столба дорожного фонаря (рис. 7) правильно отслеживает автомобили, которые были с одной стороны столба и вновь продолжают отслеживаться с другой стороны после появления с теми же идентификаторами, что и до временного скрытия.

Рис. 7. Кадры из видео, снятого для тестирования, на которых все объекты, правильно реидентифицировались после исчезновения за столбом

Проводя тестирование на видео с другими классами объектов, можно увидеть аналогичную разницу, на видео с проходящими людьми, алгоритм сортировки достаточно хорошо отслеживает и реидентифицирует людей, идущих по одному, но этот же алгоритм действует уже не так уверенно и качественно, упуская из вида перемещение и нахождение некоторых людей, которые частично скрываются в углу кадра или стоят небольшими группами по несколько человек (рис. 8).

Рис. 8. Кадр из видео, на котором алгоритм сортировки отслеживает и реидентифицирует людей

В это же время, используя улучшенный алгоритм глубокой сортировки, на видео заметно улучшается работа трекера, объекты отслеживаются в толпе, находясь рядом друг с другом и даже частично перекрытые размером кадра. Хорошо видна разница на двух кадрах с работой моделей, использующие разные алгоритмы реидентификации объектов (рис. 9). Улучшенная производительность становится заметней, когда, обходя друг друга, контуры людей сохраняют изначально присвоенные уникальные идентификаторы.

Рис. 9. Кадр из видео с демонстрацией работы улучшенного алгоритма глубокой сортировки

В реальных сценариях, иногда из-за аппаратных ограничений, не всегда возможно или нужно запускать алгоритмы со скоростью 30 кадров в секунду, что является стандартным значением при получении изображений с камер [8]. Следовательно, чтобы оценить эффективность отслеживания в таких условиях, были проведены эксперименты с пропуском 1, 2 и 3 кадров, представляющих собой получение изображения с меньшим количеством кадров в секунду [5].

В таблице 1 показаны результаты работы алгоритмов сортировки и глубокой сортировки, полученные в наборе данных отслеживания ISR с использованием непоследовательных кадров. Как и ожидалось, по мере увеличения разрыва изображения производительность отслеживания объектов снижалась. Это происходит из-за большего смещения объектов, что увеличивает сложность прогнозирования и ассоциирования объектов [6].

Таблица 1

Результаты оценки сортировки и глубокой сортировки с пропущенными кадрами

	MOTA	MOTP	TP	FP	FN
Пропущен 1 кадр					
SORT (IoU)	84.92	88.89	13,51	447	2247
SORT (A)	86.43	88.20	13,81	9113	2012
Deep-SORT (A)	82.49	85.61	14,109	1027	1587
Пропущено 2 кадра					
SORT (IoU)	79.73	87.75	8718	53	2022
SORT (A)	83.37	86.09	9239	178	1593
Deep-SORT (A)	79.41	82.98	9470	840	1279
Пропущено 3 кадра					
SORT (IoU)	75.50	87.23	6406	38	1897
SORT (A)	81.02	84.52	7094	261	1292
Deep-SORT (A)	75.71	80.90	7185	800	1192

Исходя из данных в таблице 1 следует, что наилучшая общая производительность была достигнута методом сортировки с использованием предложенной матрицы затрат на ассоциацию данных с точностью 86,43% в отслеживаемых последовательностях объектов. Метод сортировки, использующий метрику ассоциации данных IoU, достиг наилучших результатов по метрикам оценки MOTP и FP, в то время как метод глубокой сортировки с предложенной метрикой ассоциации данных A достиг наилучших результатов по метрикам оценки TP и FN.

Заключение

В данном исследовании описаны результаты сравнения двух алгоритмов отслеживания объектов с улучшением использования, а также показано, как можно унифицировать уже известные варианты реализаций под множество задач с разными классами объектов. Также, можно смело сказать, что за счет пропуска некоторого некритичного количества кадров, возможно достаточно, верно, прогнозировать траекторию перемещения объекта, независимо от его класса [8]. Результаты показали, что общая производительность процесса реидентификации объектов сильно зависит от производительности детектора объектов. Алгоритм сортировки изначально выполняется быстрее, чем глубокая сортировка [10], достигая 50 кадров в секунду на общем пайплайне видеокадров. Но как только мы начинаем работать с алгоритмом глубокой сортировки, в совокупности с облегченной моделью и дозволительным пропуском кадров, то алгоритм глубокой сортировки помимо увеличения скорости работы, позволяет отследить те объекты, которые находятся в более трудных для обнаружения условиях, тем самым значительно улучшая результаты конечной цели работы алгоритма реидентификации объектов, находящихся в движении. Данные результаты получаются независимо от выбранного типа рабочей модели трекера.

Литература

1. *R. Kejriwal, R. H J, A. Arora and Mohana*. Vehicle Detection and Counting using Deep Learning basedYOLO and Deep SORT Algorithm for Urban Traffic Management System, 2022.
2. *S. S. Kosuru, A. O. Sangani, S. Pullaboina, S. Baindla and L. Pallavi*. Multi-Cuisine and Multi-Data Screening of Food quality at Service Points Using Object Detection capabilities of YOLO NAS, 2023.
3. *Zhang X., Wang X., Gu C*. Online multi-object tracking with pedestrian re-identification and occlusion processing // Vis. Comput, 2021.
4. *A. H. Abdel-Gawad, A. Khamis, L. A. Said and A. G. Radwan.* Vulnerable Road Users Detection and Tracking using YOLOv4 and Deep SORT, 2021.
5. *K. Leewan, N. Jongsawat and A. Tungkasthan*. A Fast Multi-Object Tracking Method using DDR Descriptor, 2021.
6. *W. Qin, H. Du, X. Zhang and X. Ren*. End to End Multi-object Tracking Algorithm Applied to Vehicle Tracking, 2022.
7. *V. Lakshmanan, M. Gorner, R. Gillard.* Practical Machine Learning for Computer Vision. O'Reilly Media, Inc, 2021.
8. *Xindi Zhang; Ebroul Izquierdo, Krishna Chandramouli*. Critical Infrastructure Security Using Computer Vision Technologies, 2023.
9. *S. Puig and N. Foukia*. CleverTrash: an IoT system for waste sorting with deep learning, 2022.
10. *J. Qu and S. Zhang*. Research on Video Tracking Algorithm Based on Yolo Target Detection, 2023.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМИ В ОБЛАСТИ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Сердюк Олег Игоревич
МТУСИ, Москва, Россия,
o.serduk00@gmail.com

Воронова Лилия Ивановна
МТУСИ, Заведующая кафедрой ИСУиА, д.ф-м.н., профессор, Москва, Россия,
voronova.lilia@yandex.ru

Аннотация

С учетом роста популярности современных торговых интернет-площадок, наподобие Ozon и Wildberries автоматические и автоматизированные решения задач складской логистика является перспективным направлением исследований. В данной статье представлен обзор некоторых из существующих решений с использованием систем группового управления роботами.

Ключевые слова

Робототехника, складская логистика, система группового управления роботами, Система автоматического управления роботами, автоматизация технологических процессов

Введение

Использование систем группового управления роботами (СГУР) является перспективным направлением исследований и с каждым годом область их применения расширяется. Главным преимуществом таких систем является способность координировать действия нескольких автономных робототехнических комплексов (РТК) для достижения общей цели. Существующие решения уже применяются в различных областях, таких как промышленность, сельское хозяйство, военное дело и другие. Групповое управление роботами представляет собой сложную и многогранную задачу, которая включает в себя аспекты, связанные с коммуникацией, кооперацией, координацией, планированием, распределением ролей и ресурсов.

Внедрение технологий СГУР в области складской логистики представляет является перспективным решением ввиду простоты решаемых задач оптимизации, так как основной задачей является сборка заказов, что представляет собой сбор и перемещение различных товаров. И в общем случае решение таких задач может имеет следующие преимущества:

1. Увеличение эффективности обработки заказов. Автоматизация процессов позволяет сократить время на обработку и размещение товаров на складе.
2. Сокращения влияния человека: Использование автоматизированных систем снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.
3. Оптимизация использования складских площадей: при использовании СГУР, возможно более компактное размещение товаров с последующей минимизацией необходимого места.
4. Повышение контроля и безопасности: Автоматизация обеспечивает более строгий контроль над движением товаров и операциями на складе, что способствует повышению безопасности и предотвращению возможных потерь.

Исходя из исследований [1] компании Amazon в складской логистике, распределение рабочего времени, в "классическом" процессе комплектации заказа на передвижение и поиск товаров у работника склада уходит порядка 70% его времени, в то время как на саму комплектацию всего 15% времени (рис. 1).

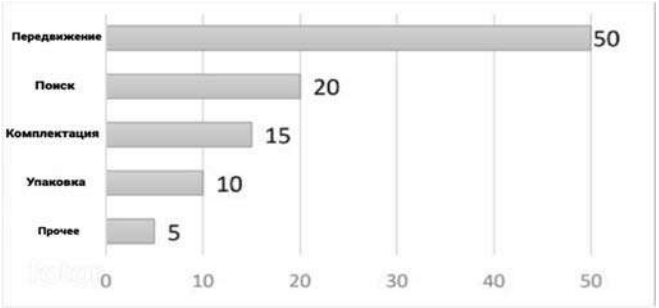


Рис. 1. Распределение рабочего времени сотрудника склада в %

Что наглядно показывает возможность оптимизации данного процесса с использованием СГУР.

Результаты исследований

Рассмотрим существующие решения в области складской логистики с использованием СГУР.

Для оценки уровня взаимодействия в групповых системах ранжирование представленное в [2], основанное на возрастающей сложности задач.

Уровень 0. Управление СГУР осуществляется операторами, такие системы не имеют сложных алгоритмов управления и не представляют интереса в области исследований.

Уровень 1. Данный уровень подразумевает автоматизированное управление РТК, то есть РТК способны выполнять определенные действия в автономном режиме, но для управления требуется оператор. Так же основным условием для реализации этого уровня группового управления следует является возможность обмениваться обмена информацией между РТК. Обмен информацией для этого может быть организован через центральную точку.

Уровень 2. На таком уровне задачи используются системы автоматических РТК. Работы в таких системах выполняют однотипные задачи и имеют одинаковую конструкцию.

Уровень 3. Полностью автономное решение поставленной задачи группе РТК по принципу целеуказания и критерия решения задачи. С точки зрения группового управления это наиболее перспективный уровень. Следует отметить, что расширение комплекса специализированными роботами, которые решают вспомогательные функциональные задачи, позволяет повысить эффективность функционирования группы РТК.

Наиболее простым и эффективным решением является система мобильных стеллажей CarryPick [3] разработанная компанией Kiva Systems.

Основной целью CarryPick является доставка товаров работникам, что позволяет экономить до 10 миль на одного работника в день и до 50% рабочего времени за счет автономной мобильной робототехники (АМР), скорость которой составляла достигала 5.4 км/ч. Как показано на рисунке 2, KivaSystems требует меньше складских площадей из-за узких проходов и экономит не менее 50% времени комплектации работника склада.

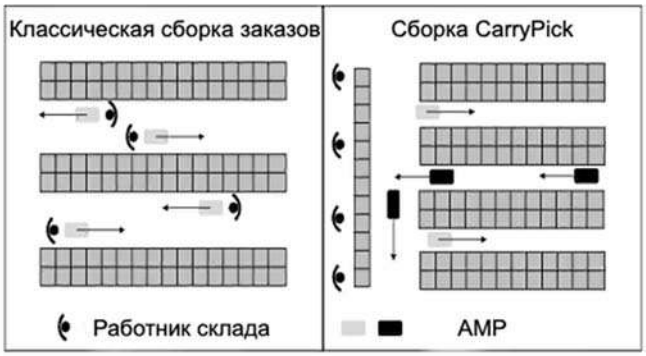


Рис. 2. Классическая комплектация заказа и комплектации Kiva

Система CarryPick создана для складских операций и комплектации и может применяться на небольших или крупногабаритных складах благодаря своей масштабируемости. CarryPick использует автоматизированных мобильных роботов (АМР) представленных на рисунке 3 для доставки стеллажей с товарами работникам склада. Кроме того, работник поддерживается системой "подбор налегке" технология, позволяющая экономить время на поиске нужного продукта (что, согласно [1], занимает до 20% от общего времени сбора).

Рис. 3. АМР CarryPick

Система CarryPick состоит из мобильных стеллажей, АМР, рабочих станций для комплектовщиков и программного обеспечения для управления складом для автономного управления процессами. Одной из наиболее интересных особенностей системы является ее возможность масштабирования. При необходимости к существующей системе могут быть добавлены дополнительные АМР в сочетании с дополнительными стеллажами для хранения товаров. Таким образом, система становится масштабируемой, что незаменимо во времена сильной и быстрой электронной коммерции, вся конструкция стеллажей очень эффективна. И с учетом того, что сами АМР представляют собой автоматическую СГУР, процесс сборки заказа будет автоматизированным, а СГУР имеет 2 уровень взаимодействия.

Следующим решением рассмотрим схожую по своей концепции систему AutoStore [4]. В ее основе лежит “куб”, содержащий контейнеры, каждый из которых содержит определенный товар, основной функцией “куба” является перемещение необходимых контейнеров на верхний уровень, на котором контейнеры забирают АМР, для последующей доставки в зону упаковки. Данная система представлена на рисунке 4. Скорость таких роботов достигает 13 км/ч, что позволяет им довести контейнеры из любой точки склада в течение нескольких минут. Где работники забирают товар из контейнера для последующей комплектации.

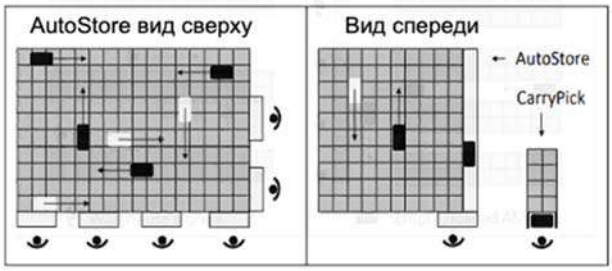


Рис. 4. AutoStore вид сверху и спереди

Аналогично с CarryPick, процесс сборки заказа будет автоматизированным, а СГУР имеет 3 уровень взаимодействия.

Для полной автоматизации данных систем на соревнованиях Amazon Robotics Challenge 2016 разработано решение [5] в виде РТК с манипулятором и камерой глубины рис.5. Изображение с которой обрабатывалось с использованием машинного зрения, в основе которого нейронная сеть VVG net [6].

Рис. 5. РТК с манипулятором для комплектации заказов

Таким образом, при комбинировании CarryPick или AutoStore с данным РТК возможна реализация СГУР для автоматического сбора заказа.

Также рассмотрим автоматизированную систему управления складом на основе RFID меток [7]. Для автоматизации процессов инвентаризации используются различные визуальные и невизуальные метки. Которые обозначают инфраструктуру склада, включая передвижные тележки, стеллажи, отдельные полки, номенклатуры и товары первой необходимости. Обычно могут использоваться RFID-метки [8], штрих-коды, QR-коды или доверительные маркировки (Fiducial Markers) [9].

Такое решение основано на использовании БПЛА оснащенного RFID-считывателем для считывания RFID-меток, прикрепленных к товарам на складе. Такая маркировка улучшает процесс инвентаризации с точки зрения времени и точность и не накладывает ограничений на условия видимости внутри склада для распознавания меток. Улучшенная версия RFID, получившая название RFly, была разработана и успешно внедрена на беспилотнике Parrot Bebop [10]. Для навигации внутри склада используется беспилотный наземный аппарат (БНА), реализованный в виде движущейся платформы с надежным восприятием сенсоров и навигацией.

Он служит платформой для переноски и наземным ориентиром для полета беспилотника в помещении, который используется в качестве мобильного сканера (считывателя) с шестью степенями свободы. БНА (с на крыше) рис. 6 перемещается между рядами стеллажей.

Рис. 6 Система БНА и БПЛА

БНА останавливается возле каждого стеллажа, и беспилотник взлетает в вертикальное положение для сканирования товаров на стеллаже (рис 7).

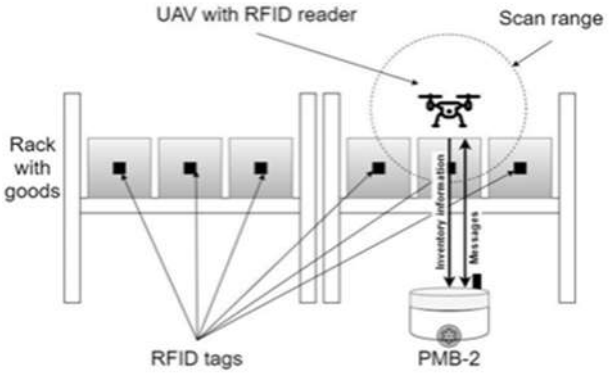


Рис. 7 Схема работы системы БНА и БПЛА

Поскольку БНА используется в качестве навигационного ориентира, беспилотник постоянно корректирует свое местоположение, не сбиваясь с пути. В то время как большинство вышеупомянутых авторов проверили свои подходы в искусственных лабораторных условиях небольшого размера, эти подходы требуют углубленного тестирования в крупногабаритных средах перед фактическим внедрением в реальную коммерческую складскую среду.

Данный подход имеет более сложную структуру и предусматривает как попарное взаимодействие роботов, так и групповое планирование маршрутов. Данная система имеет 3 уровень взаимодействия между роботами и может быть использована в качестве полностью автоматизированного склада.

Заключение

В статье рассмотрены 3 различных подхода к решению задачи сборки заказа с использованием СГУР, каждый из которых может имеет свои особенности.

Систем CarryPick представляет собой наиболее простое и эффективное автоматизированное решение по параметрам затрат и масштабируемости, для реализации которой достаточно наличие мобильных РТК высокой грузоподъемности, система экономит время и складское пространство за счет реализации мобильных стеллажей.

Система AutoStore представляет собой наиболее эффективные по скорости перемещения товара и экономии складского пространства автоматизированное решение, но имеет высокую стоимость реализации и сложную масштабируемость из-за особой системы хранения.

Система с использованием БПЛА и БНА является автоматическим решением, основным преимуществом которой является возможность сборки заказа без участия человека. Система имеет хорошую масштабируемость, но также требовательна к упаковке каждой единицы товара.

Так же для систем CarryPick и AutoStore возможна интеграция РТК для сортировки заказов, что позволяет сделать данные системы автоматическими.

Литература

1. *Feldt J., Kontny H., Niemietz F.* How disruptive start-ups change the world of warehouse logistics //Data Science and Innovation in Supply Chain Management: How Data Transforms the Value Chain. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL). Vol. 29. Berlin: epubli GmbH, 2020. С. 3-24.

2. *Архипкин А. В.* и др. Задачи группового управления роботами в робототехническом комплексе пожаротушения // Информатика и автоматизация. 2016. Т. 2. №. 45. С. 116-129.

3. *Keow M., Nee A. Y. H.* Robotics in Supply chain // Emerging Technologies for Supply Chain Management. 2018. Т. 25.

4. *Nordeide A., Rørtveit S.* The Impact of Automated Storage and Retrieval Systems on Warehouse Operations : дис. Høgskolen i Molde-Vitenskapelig høgskole i logistikk, 2021.

5. *Corbato C. H.* et al. Integrating different levels of automation: Lessons from winning the amazon robotics challenge 2016 //IEEE Transactions on Industrial Informatics2018. Т. 14. №. 11. С. 4916-4926.

6. *Simonyan K., Zisserman A.* Very deep convolutional networks for large-scale image recognition //arXiv preprint arXiv:1409.1556. 2014.

7. *Khazetdinov A.* et al. RFID-based warehouse management system prototyping using a heterogeneous team of robots // Robots in Human Life. 2020. С. 263.

8. *Finkenzeller K.* RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication. John wiley & sons, 2010.

9. *Zakiev A.* et al. Pilot virtual experiments on aruco and artag systems comparison for fiducial marker rotation resistance //Proceedings of 14th International Conference on Electromechanics and Robotics “Zavalishin's Readings” ER (ZR) 2019, Kursk, Russia, 17-20 April 2019. Singapore: Springer Singapore, 2019. С. 455-464.

10. *Ma Y., Selby N., Adib F.* Drone relays for battery-free networks // Proceedings of the Conference of the ACM Special Interest Group on Data Communication. 2017. С. 335-347.

СЕРВИСНЫЕ СЕТКИ (SERVICE MESH) В KUBERNETES: СЛЕДУЮЩИЙ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Харшиладзе Дмитрий Георгиевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, Москва, Россия,
dimahg2000@mail.ru

Аннотация

Данная статья посвящена анализу использования сервисных сеток (Service Mesh) в контексте управляющих систем на базе Kubernetes для повышения их уровня безопасности. Сервисные сети представляют собой архитектурные компоненты, обеспечивающие тонкий уровень управления микросервисами, включая мониторинг, управление трафиком, балансировку нагрузки, авторизацию и аутентификацию. Рассматриваются основные принципы работы сервисных сетей, их роль в обеспечении безопасности, а также примеры популярных решений в области сервисных сеток, таких как Istio, Linkerd и Consul. Доклад ориентирован на специалистов в области информационных технологий, безопасности, а также архитекторов интеллектуальных систем управления.

Ключевые слова

Kubernetes, Service Mesh, сервисные сетки, микросервисная архитектура, безопасность автоматизированных систем, мониторинг, istio, linkerd, consul, управление трафиком.

Введение

Современные интеллектуальные системы управления, используемые в различных отраслях промышленности, неотделимы от концепции микросервисной архитектуры. Kubernetes является ведущим оркестратором контейнеров, предназначенным для автоматизации развертывания, масштабирования и управления приложениями, состоящими из микросервисов. Однако с ростом количества микросервисов возрастает сложность обеспечения безопасности и надежности таких систем. В этом контексте Service Mesh или же сервисная сетка выступает как средство, позволяющее существенно повысить безопасность за счет управления коммуникациями и передачей данных между сервисами. В статье будет рассмотрена роль сервисной сетки в усилении безопасности интеллектуальных систем управления, работающих на Kubernetes.

Kubernetes – мощный инструмент, значительно упрощающий запуск контейнерных приложений, но есть много вещей, для которых он просто никогда не предназначался [1].

В то время как вызовы других модулей в монолитном приложении представляют собой простые операции в памяти, вызов службы в приложении на основе микросервиса является более сложным. Общение с другой службой влечет за собой реальные сетевые вызовы, которые по своей сути создают свой собственный класс проблем.

При построении микросервисной архитектуры разработчикам необходимо ответить на множество вопросов, таких как должна ли сетевая связь между службами быть зашифрована? Как служба может убедиться, что она взаимодействует с правильной одноранговой службой? Каким сервисам разрешено взаимодействовать друг с другом? Как можно обеспечить соблюдение этих правил? Как следует реализовать функции устойчивости, такие как повторные попытки или тайм-ауты обслуживания? Как выглядит управление трафиком, например, балансировка нагрузки или маршрутизация трафика на более новую версию службы?

Сервисная сетка – это уровень инфраструктуры, который решает эти проблемы целостным и стандартизированным способом. Они обрабатывают то, что Kubernetes не может и никогда не предназначался для этого [2].

Сервисная сетка обычно состоит из дополнительных прокси-серверов, которые прикреплены ко всем модулям в приложении и управляют связью между сервисами – отсюда и название. Сервисные сетки – это способ обработки функций, которые выходят за рамки роли Kubernetes, в частности безопасности, наблюдаемости и маршрутизации. Есть и другие способы достижения всех этих целей – обычно в коде и/или в библиотеках. Оба эти метода работают в небольших организациях, но для организаций, которым необходим централизованный контроль, сервисная сетка — это способ обеспечить соблюдение внутренних политик управления командой централизованной платформы.

Результаты исследования

Kubernetes – это мощная платформа для развертывания и управления контейнерными приложениями в любом масштабе. Однако по мере того, как организации переходят к архитектуре микросервисов, сложность управления связью между сервисами может стать сложной задачей. Именно здесь Service Mesh может помочь Kubernetes.

Сервисная сетка может улучшить Kubernetes, предоставляя дополнительные возможности для управления и защиты связи между сервисами внутри кластера Kubernetes. [3] Вот несколько способов, которыми Service Mesh может помочь Kubernetes:

- **Управление трафиком**. Service Mesh может предоставлять расширенные возможности управления трафиком, такие как балансировка нагрузки, обнаружение сервисов и маршрутизация трафика, которые помогают обеспечить эффективную и надежную маршрутизацию трафика приложений.
- **Связь между службами**. Service Mesh обеспечивает связь между службами, что означает, что связь между службами абстрагируется от кода приложения. Это упрощает управление, мониторинг и защиту связи между службами.
- **Наблюдение на уровне сервисов**. Service Mesh предоставляет богатые функции наблюдения, которые позволяют командам отслеживать и анализировать производительность и поведение сервисов в режиме реального времени. Это может помочь быстро выявить и диагностировать проблемы, сокращая среднее время их устранения.
- **Согласованность**. Service Mesh обеспечивает согласованный способ управления и настройки сервисов в инфраструктуре. Это может помочь снизить сложность и повысить надежность приложений.

• **Безопасность**. Service Mesh может повысить безопасность приложений на основе микросервисов, обеспечивая сквозное шифрование, взаимную аутентификацию и политики авторизации. Это помогает защитить конфиденциальные данные и гарантирует, что только авторизованные службы смогут взаимодействовать друг с другом.

Безопасность в Service Mesh охватывает несколько ключевых аспектов:

1. Шифрование трафика

• Межсервисное шифрование (MTLS): Service Mesh обеспечивает взаимное (mutual) TLS-шифрование трафика между микросервисами, что повышает безопасность, защищая данные во время передачи от перехвата и "man-in-the-middle" атак.

• Автоматизация сертификатов: Автоматическое управление жизненным циклом сертификатов, такое как их выпуск, обновление и отзыв.

2. Управление идентификационными данными и доступом

• Service Identity: Каждый сервис в Mesh имеет свою уникальную идентификацию, что позволяет верно распознавать и подтверждать подлинность микросервисов.

• Аутентификация и авторизация: Определение правил, определяющих, какие сервисы могут общаться друг с другом, и установление политик доступа в зависимости от идентификации.

3. Политики и контроль доступа

• Fine-Grained Access Control: Возможность тонко настраивать доступ на уровне индивидуальных запросов и определять, какие микросервисы имеют права обращаться к другим сервисам.

• Управление политиками безопасности: Централизованное определение и распространение политик безопасности, что позволяет обновлять правила доступа без изменения кода сервиса.

4. Сегментация сети

• Сетевая изоляция: Разделение трафика между разными сервисами и окружениями (например, тестирование и продакшн), тем самым повышая безопасность микросервисов.

5. Обнаружение и реагирование на угрозы

• Логирование и мониторинг: Предоставление детальной информации о трафике и поведении сервисов для раннего обнаружения подозрительных или аномальных действий.

• Отказоустойчивость: Реализация политик и механизмов для предотвращения серьезных сбоев и быстрого восстановления после инцидентов.

Сервисная сетка Kubernetes работает путем предоставления выделенного уровня инфраструктуры, который управляет связью между микросервисами в кластере Kubernetes. Он использует дополнительные прокси-серверы, плоскость управления и плоскость данных, чтобы обеспечить расширенные функции, такие как наблюдение, безопасность и управление трафиком. Давайте углубимся в то, как эти компоненты работают вместе.

Дополнительные прокси-серверы

Каждый микросервис в кластере Kubernetes связан с дополнительным прокси-сервером, который перехватывает и управляет всем входящим и исходящим сетевым трафиком. Эти прокси-серверы обычно реализуются с использованием высокопроизводительного прокси-сервера Envoy. Когда микросервис отправляет или получает запрос, дополнительный прокси-сервер обрабатывает связь, абстрагируя сетевые сложности от самого микросервиса. [4]

Плоскость управления

Плоскость управления отвечает за управление настройкой дополнительных прокси-серверов. Он предоставляет API и набор инструментов для определения и применения политик, таких как правила маршрутизации, настройки балансировки нагрузки и конфигурации безопасности, во всей сети сервисов. Плоскость управления также собирает данные телеметрии от прокси-серверов, что позволяет операторам отслеживать и устранять неполадки микросервисов и их взаимодействия. [5]

Плоскость данных

Плоскость данных состоит из дополнительных прокси-серверов, которые обрабатывают и перенаправляют сетевой трафик между микросервисами. Этот уровень отвечает за реализацию политик и конфигураций, определенных плоскостью управления, таких как решения о маршрутизации, балансировка нагрузки и настройки безопасности.

Когда запрос делается внутри кластера Kubernetes, происходят следующие шаги:

1. Исходный микросервис отправляет запрос соответствующему дополнительному прокси-серверу.
2. Дополнительный прокси-сервер консультируется с плоскостью управления, чтобы определить соответствующую политику маршрутизации и безопасности.
3. Сопутствующий прокси-сервер пересылает запрос целевому сопроводительному прокси-серверу, применяя всю необходимую балансировку нагрузки, повторные попытки или разрыв цепи.
4. Прокси-сервер назначения получает запрос и перенаправляет его в микросервис назначения.
5. Целевой микросервис обрабатывает запрос и отправляет ответ обратно через дополнительные прокси-серверы, выполняя тот же процесс в обратном порядке.

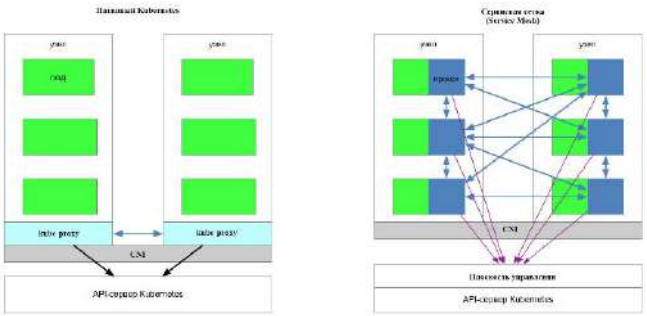


Рис. 1. Нативный kubernetes против kubernetes с serive mesh

Используя сервисную сетку, разработчики и операторы могут сосредоточиться на реализации логики приложения, а не на управлении сложностями межсервисного взаимодействия. Это приводит к улучшению наблюдаемости, безопасности и устойчивости приложений на основе микросервисов, работающих в Kubernetes.

Перейдём к перечню инструментов для реализации сервисной сетки в кластере kubernetes.

Istio

Istio – это платформа сервисной сетки с открытым исходным кодом, которая помогает управлять трафиком между микросервисами в кластере Kubernetes. Он предоставляет такие функции, как балансировка нагрузки, аутентификация, авторизация, ограничение скорости и наблюдаемость. [6]

Istio использует дополнительный прокси-сервер (Envoy), который перехватывает весь входящий и исходящий трафик для обеспечения связи между сервисами. Он разработан так, чтобы быть независимым от платформы и может использоваться в различных средах, таких как Kubernetes, Mesos и других.

Linkerd

Linkerd – еще одна сервисная сетка с открытым исходным кодом, ориентированная на простоту, производительность и безопасность. Linkerd, разработанный компанией Buoyant, легкий и простой в использовании. Как и Istio, он использует модель прокси-сервера для обработки трафика между сервисами.

Linkerd предоставляет такие функции, как балансировка нагрузки, автоматические повторные попытки, разрыв цепи и наблюдаемость. Он является частью Cloud Native Computing Foundation (CNCF) и построен на основе прокси-сервера Linkerd2 на основе Rust.

Consul

Consul Connect – это решение Service Mesh, разработанное HashiCorp как часть продукта Consul, который представляет собой инструмент обнаружения и настройки сервисов. Consul Connect расширяет возможности Consul, предоставляя такие функции, как сегментация услуг, взаимное шифрование TLS и детальный контроль доступа для микросервисов.

Его можно интегрировать с Kubernetes, виртуальными машинами и физическими серверами. Consul Connect обеспечивает высокую масштабируемость и может использоваться в мультиоблачных и мультиплатформенных средах.

Nginx Service Mesh

NGINX Service Mesh – это легкое, готовое к эксплуатации решение Service Mesh, разработанное NGINX (теперь часть F5 Networks). Он построен на основе популярного прокси-сервера NGINX и прост в развертывании и управлении.

Он предоставляет такие функции, как управление трафиком, безопасность и наблюдаемость. NGINX Service Mesh использует модель прокси-сервера и поддерживает интеграцию с другими продуктами NGINX, такими как NGINX Plus, для получения дополнительных возможностей [7]. Сравнение каждой сервисной сетки приведено в таблице 1.

В рамках изучения современных архитектурных решений, таких как микросервисы, необходимо осветить не только очевидные преимущества инструментов управления сервисной сетки, но и обсудить их потенциальные недостатки. Service mesh является полезным в оптимизации коммуникаций, обеспечении безопасности, мониторинге и повышении устойчивости системы, однако использование данной технологии может привести к определенным сложностям.

Таблица 1

Сравнительная таблица Service Mesh платформ

Параметр/ Service Mesh	Istio	Linkerd	Consul Connect	Nginx Service Mesh
Достоинства				
Широта функциональности	Мощный набор функций для мониторинга, трассировки, маршрутизации трафика и политик безопасности.	Простота и легковесность, сфокусирован на производительности и легкости установки.	Тесная интеграция с экосистемой HashiCorp, включая Terraform и Vault. Поддержка нескольких платформ.	Специализируется на оптимизации производительности и безопасности трафика, хорошо интегрируется с продуктами NGINX.
Масштабируемость	Подходит для крупномасштабных развертываний с сложными требованиями.	Лучше подходит для малых и средних развертываний.	Гибко масштабируется благодаря модульной структуре.	Оптимизирован для развертывания в различных масштабах, с сильным акцентом на производительность.
Удобство внедрения	Богатый набор инструментов управления и настройки.	Простота установки, хорошие документация и сообщество.	Простое внедрение, особенно в средах, уже использующих другие продукты HashiCorp.	Простая интеграция с существующей инфраструктурой NGINX.
Недостатки				
Сложность	Высокий порог входа из-за сложности настройки и управления.	Меньше функций по сравнению с Istio, что для одних является плюсом, для других — минусом.	Может быть не так функционален, как Istio в плане наблюдения и политик безопасности.	Относительно новый продукт на рынке, возможно потребуется время для достижения зрелости и широты возможностей конкурентов.
Расход ресурсов	Может потреблять значительные вычислительные ресурсы.	Оптимизирован для работы с минимальными затратами ресурсов.	Может быть менее требователен к ресурсам, чем Istio, но зависит от конфигурации.	Затраты на ресурсы не полностью изучены сообществом из-за новизны продукта.
Отладка	Сложность в отладке и диагностике из-за сложности инструментария и абстракций.	Проще в диагностике благодаря упрощенной архитектуре.	Интегрированные инструменты для отладки и диагностики.	Процесс отладки может быть упрощен благодаря интеграции с NGINX.
Интеграция с системами	Хорошо работает с Kubernetes, поддержка других платформ может быть ограничена.	Ориентирован на Kubernetes, поддержка других систем может быть неочевидной.	Кросс-платформенная поддержка за счет модульности.	Ориентирован на интеграцию с NGINX и Kubernetes.
Динамичность развития	Активно развивается с широкой поддержкой сообществом.	Быстро растущий проект с активным сообществом.	Поддержка от крупного игрока в индустрии инфраструктурных решений.	Зависит от стратегии развития NGINX и F5 Networks.

Прежде всего стоит подчеркнуть, что архитектурный уровень, представленный в виде Service mesh, усложняет инфраструктуру, добавляя дополнительный уровень абстракции. Такая сложность требует специальных знаний

и навыков для успешного развертывания и управления, что предъявляет определенные требования к персоналу и может увеличить время внедрения системы.

Наличие дополнительного sidecar-сервера в каждом сервисе вносит дополнительный уровень нагрузки, который хотя и минимален на уровне отдельного прокси, но может существенно увеличить потребление ресурсов в масштабах всей системы. Это, в свою очередь, влияет на производительность и рентабельность системы.

Следующий аспект – рост сложности отладки и диагностики. Многоуровневый подход Service mesh вносит новые параметры в процесс выявления и устранения проблем в сетевых взаимодействиях. Это обусловливает потребность в применении специализированных инструментов и подходов к трассировке сетевого трафика.

Также не стоит забывать о времени и средствах, которые потребуются на обучение персонала. Наличие комплексного решения вроде Service Mesh требует глубокого понимания того, как оно работает и как его можно эффективно использовать.

Затраты на поддержание и мониторинг прокси-слоя могут оказать существенное влияние на общий бюджет проекта, включая затраты на обслуживание и расширенные аналитические возможности.

Рассматривая архитектурное решение с точки зрения взаимосвязей, важно отметить возрастающую зависимость от сторонних компонентов и поставщиков. Отказ одного из элементов Service mesh может привести к серьезным последствиям для всей системы.

Заключение

Целью данного исследования было изучить ключевые особенности и преимущества сервисных сетей, в заключении можно сказать, что современные требования к безопасности интеллектуальных систем управления не могут быть полностью удовлетворены простыми средствами. Service Mesh открывает новую эпоху в области практик безопасности, предоставляя углубленные и автоматизированные механизмы для контроля и защиты сложных микросервисных архитектур.

В статье было показано, что благодаря сервисным сетям, предприятия могут значительно усилить безопасность и уменьшить риски, связанные с динамически распределенной системой управления. Это делает Service Mesh выгодным решением для современной индустрии программного обеспечения и останется актуальным направлением развития для обеспечения надежных и безопасных сред, гарантируя устойчивость системы к разнообразным угрозам и обеспечивая надежную платформу для разработки будущих инновационных решений в области управления и оркестрации контейнеризированных приложений.

Прежде чем внедрять Service mesh в производственную среду, необходимо взвесить потенциальные преимущества в контексте этих недостатков и определить, превышает ли ценность предлагаемых им решений потенциальные трудности в эксплуатации и управлении. Целесообразность использования Service mesh зависит от специфики проекта, его масштаба и необходимости в расширенной функциональности, которую предлагает эта технология.

Литература

1. *Головашов С., Агатий И.* Обеспечение информационной безопасности и контроля в Kubernetes // Системный администратор. 2023. № 10(251). С. 30-33. EDN JXCSGF.

2. *Шуляк А.В., Савенко А.Г.* Сравнительное исследование производительности систем Service Mesh для оркестратора Kubernetes // Проблемы инфокоммуникаций. 2021. № 2(14). С. 31-37. EDN QGHPKD.

3. *Тарасов И.А.* Организация микросервисной архитектуры информационных систем с помощью подхода Service Mesh // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : Сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 13-15 декабря 2021 года. Воронеж: Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн", 2022. С. 1057-1063. EDN LYSEWH.

4. *Karn R.R., Das R., Pant D.R. et al.* Automated Testing and Resilience of Microservice's Network-link using Istio Service Mesh // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2022. No. 31, pp. 79-88. EDN YPBAUO.

5. *Li W., Lemieux Y., Zhao Z. et al.* Service Mesh: Challenges, state of the art, and future research opportunities // Proceedings - 13th IEEE International Conference on Service-Oriented System Engineering, SOSE 2019, 10th International Workshop on Joint Cloud Computing, JCC 2019 and 2019 IEEE International Workshop on Cloud Computing in Robotic Systems, CCRS 2019 : 13, San Francisco East Bay, CA, 04-09 апреля 2019 года. San Francisco East Bay, CA, 2019, pp. 122-127. DOI 10.1109/SOSE.2019.00026. EDN GZEGML.

6. *Алексеев Я.С., Коростелев Д.А.* Реализация требований надежности и отказоустойчивости функционирования микросервисов в кластере под управлением Istio/Kubernetes // Новые горизонты : сборник докладов IX научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 07 апреля 2022 года. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2022. С. 78-81. EDN OZKDBD.

7. *Егоров Н.С.* Сравнительная характеристика Service Mesh и Middleware подходов в организации взаимодействия в распределенных информационных системах // Студенческий форум. 2021. № 6(142). С. 46-49. EDN AWFDMT.

НЕЙРОСЕТЕВОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ ШТРИХОВЫХ КОДОВ

Четыркин Максим Иванович,
МТУСИ, Москва, Россия,
skarpion234@gmail.com

Безумнов Данил Николаевич,
МТУСИ, старший преподаватель, Москва, Россия,
d.n.bezumnov@mtuci.ru

Аннотация

Статья посвящена исследованию особенностей применения нейронных сетей для распознавания поврежденных штриховых кодов. Проведён анализ технологий компьютерного зрения, применяющихся для распознавания повреждённых штриховых кодов, рассмотрен процесс разработки и тестирования данных систем. Сформулированы функциональные требования к разрабатываемой системе и этапы их реализации.

Ключевые слова

Нейронные сети, искусственный интеллект, машинное обучение, штриховые коды, распознавание.

Введение

На сегодняшний день происходит активное внедрение штриховых кодов в различные области жизнедеятельности человека. При практическом использовании штриховые коды часто становится трудно распознавать из-за повреждений по различным причинам, таким как ежедневный износ, брызги жидкости или другие случайные факторы, что влияет на отслеживаемость и безопасность продукта. Традиционные методы восстановления демонстрируют ограниченную эффективность для сильно поврежденных штриховых кодов [1].

Целью восстановления поврежденных штриховых кодов является восстановление их отсутствующих областей и обеспечение надлежащего распознавания. С этой точки зрения восстановление поврежденных штриховых кодов можно рассматривать как специфическое применение технологий компьютерного зрения в области восстановления изображений.

Вопрос внедрения нейронных сетей с целью восстановления поврежденных штриховых кодов остается актуальным для изучения, как среди отечественных, так и среди зарубежных исследователей.

Принцип распознавания повреждённых маркировок

На сегодняшний день наиболее популярными технологиями, используемыми для идентификации товаров, являются использование различных маркировок и штрих-кодов (1D, 2D), прямой маркировки деталей (DPM) и RFID-меток. Использование подобных элементов для маркировки хорошо подходят для различных отраслей промышленности, стандартизированных производственных линий, складов и магазинов. Вне зависимости от объемов производства, для обработки таких маркировок важно использовать системы распознавания, так называемое «машинное зрение», поэтому сегодня специалисты ищут новые способы разработки интеллектуальных систем отслеживания, которые выводят такие системы на новый уровень, так как потребность в интеллектуальных системах отслеживания растет быстрыми темпами [2].

В отечественной и зарубежной науке существует большое число исследований и наработок в области применения технологий машинного зрения для решения производственных задач. На кафедре «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации» МТУСИ, на которой выполнялось настоящее исследование, реализуются проекты по применению технологий машинного зрения в области транспорта [2-4], медицины [5, 6], промышленной автоматизации [7], в том числе распознавания маркировки товаров [8].

Использование систем машинного зрения для распознавания поврежденных штрих-кодов и маркировок становится все более важным аспектом внедрения интеллектуальных решений в производственные процессы. Эффективные методы обработки и анализа данных от поврежденных маркировок становятся неотъемлемой частью поддержания эффективной системы учета и контроля качества продукции. В данном контексте разработка инновационных технологий, способных эффективно справляться с этими вызовами, играет важную роль в совершенствовании производственных процессов и обеспечении стабильного качества продукции.

Таким образом, рассматриваемые технологии используются для решения следующих задач:

- идентификация объектов контроля по маркировке;
- отслеживание поврежденных маркировок;
- верификация поврежденной маркировки.

Принцип работы системы по распознаванию поврежденных маркировок строится следующим образом: пользователь сканирует изображение с маркировкой при помощи специальной камеры, затем нейронная сеть отмечает на видеопотоке расположение маркировки, и если программа не может распознать поврежденную маркировку, то нейросеть, построенная на базе алгоритмов нейронного восстановления изображения, восстановит информацию с маркировки.

Требования к оборудованию и качеству изображения

Качество распознавания штрих-кодов в приложениях имеет важное значение для эффективной работы систем учета товаров, медикаментов и других систем, использующих штрих-коды в своей функциональности. Разработчики программного обеспечения имеют определенный контроль над точностью распознавания штрих-кодов в приложениях, однако конечные пользователи также могут оказать влияние на уровень точности при считывании данных из штрих-кодов [2].

Распознавание штрих-кода в значительной степени зависит от качества изображения. Разрешение изображения

является ключевым фактором для точности распознавания штрих-кодов. Точность считывания штрих-кодов в приложениях зависит от разрешения, влияющего на количество пикселей, обрабатываемых сканером в заданной области.

Для достижения приемлемой точности распознавания штрих-кодов рекомендуется минимальное разрешение изображения не менее 200 точек на дюйм (DPI). Высокое разрешение обеспечивает большее количество точек на дюйм и, следовательно, более ясное изображение. Это существенно для обеспечения необходимой плотности пикселей, особенно в случае мелких полос и промежутков в штрих-коде.

Одномерные штрих-коды обычно требуют не менее трех пикселей на самую маленькую полосу или промежуток, в то время как для двухмерных штрих-кодов требуется обычно около пяти пикселей. Низкое разрешение изображения может привести к недостаточной плотности пикселей, что затрудняет корректное распознавание штрих-кода.

Важно отметить, что несмотря на правильные настройки разрешения, некоторые проблемы с плотностью пикселей могут быть вызваны различными факторами, такими как низкое качество печати или ярлыков, а также настройки устройства. Тщательная проверка настроек устройства для обеспечения необходимого разрешения DPI является ключевым для обеспечения точности и эффективности процесса распознавания штрих-кода [9].

Расположение штрих-кода важно и зависит от физического местоположения на странице, коробке или другом предмете. При размещении штрих-кода необходимо учитывать сценарии использования предмета, чтобы гарантировать, что его размещение не приведет к повреждению. Например, если штрих-код размещается на печатной медицинской карте, важно избегать размещения штрих-кода в месте, где пользователи часто крепят другой предмет с этим штрих-кодированным элементом при помощи скрепок или других крепежных средств.

Программное обеспечение может использоваться для сканирования всей ширины и высоты страницы, коробки и т. д., чтобы найти штрих-код. Частью успешного сканирования является наличие правильно определенной тихой зоны. Тихая зона представляет собой пустую область или поля по обеим сторонам штрих-кода (рис. 1). Эта область сообщает сканеру штрих-кода, где начинается и заканчивается сам штрих-код. Следует помнить, что спецификации тихой зоны могут варьироваться в зависимости от используемого символа штрих-кода. Обычно, минимальное требование составляет не менее одной восьмой дюйма.

Рис. 1. «Тихая зона» штрих-кода

Проблемы с распознаванием штрих-кода могут возникнуть из-за типа материалов, которые могут окружать или покрывать штрих-код. Отсутствие отражения от непрозрачных объектов может негативно сказаться на распознавании штрих-кода. Также как и непрозрачные материалы, слишком отражающие материалы могут искажать изображение штрих-кода. Если штрих-код планируется напечатать прямо на коробке, необходимо убедиться, что материал коробки не вызовет проблем. Например, дизайн упаковки или коробки может содержать контрастные цвета, что может привести к появлению артефактов, влияющих на распознавание штрих-кода [10].

Используемые методы решения проблемы

С момента появления QR-кодов обеспечение их надежного сканирования и декодирования в различных средах было актуальной задачей исследований. Соответствующие исследования в основном направлены на повышение надежности QR-кодов с точки зрения коррекции ошибок, методов шумоподавления и улучшения изображений. Что касается методов коррекции ошибок, QR-коды в основном используют техники коррекции ошибок Рида-Соломона для исправления ошибок чтения, улучшая надежность и читаемость данных. Однако в случае фактического повреждения производительность этой техники не является идеальной. Из-за потенциальных помех, таких как пятна, размытие, вращение и масштабирование, исследователи разработали ряд антиинтерференционных методов, включая фильтрацию, шумоподавление, коррекцию вращения и нормализацию масштаба, для снижения воздействия помех на распознавание QR-кодов. Что касается методов шумоподавления, Томойоши Шимобаба и др. предложили алгоритм восстановления голографического изображения с использованием автокодировщиков [11]. Через численные расчеты дифракции или голографическую оптическую реконструкцию они получили восстановленные изображения и использовали автокодировщики для удаления загрязнения изображения шумом, тем самым восстанавливая более четкие голографические изображения QR-кодов. Более того, исследователи использовали уравнение Кана–Хилларда для восстановления изображения QR-кода, особенно в восстановлении низкопорядковых наборов (границ, углов) и улучшения границ.

При работе с сильно поврежденными QR-кодами эффективность традиционных методов обработки изображений относительно ограничена. В результате в последние годы исследователи сместили свое внимание на технологии глубокого обучения. Для размытых изображений QR исследователи начали исследовать с точки зрения глубокого обучения. Например, Майкл Джон Фанус и др. предложили GANscan, метод высокоскоростного изображения на основе генеративных противоборствующих сетей, который применяется для захвата QR-кодов на быстро движущихся сканирующих устройствах. Этот метод в основном использует GAN для обработки видеокадров с движением QR-кодов в четкие изображения. Вышеуказанные исследования расширили технологию QR для адаптации к различным окружающим средам с разных точек зрения. Однако эти методы в основном решают проблемы размытости и шума QR-кодов, с ограниченными исследованиями по восстановлению поврежденных QR-кодов [11].

Обзор существующих продуктов и решений

Существует ряд продуктов и технологий, предназначенных для распознавания поврежденных штриховых кодов с применением машинного зрения.

1) *Dynamsoft Barcode Reader* - это продукт компании Dynamsoft, представляющий собой мощную и гибкую библиотеку для распознавания штрих-кодов в реальном времени. Это программное обеспечение позволяет разработчикам интегрировать возможности считывания штрих-кодов в свои приложения, создавая эффективные и точные решения для распознавания данных из штрих-кодов.

Dynamsoft Barcode Reader поддерживает различные типы штрих-кодов, включая одномерные и двумерные форматы (например, EAN-13, QR-коды, PDF417, DataMatrix и многие другие), что делает его универсальным инструментом для распознавания штрих-кодов в различных сферах и индустриях.

Одной из ключевых особенностей Dynamsoft Barcode Reader является его способность точно считывать и распознавать поврежденные, искаженные или неровные штрих-коды (рис. 2). Это позволяет использовать программное обеспечение даже в ситуациях, когда штрих-коды не идеальны и требуют более внимательного и точного чтения.

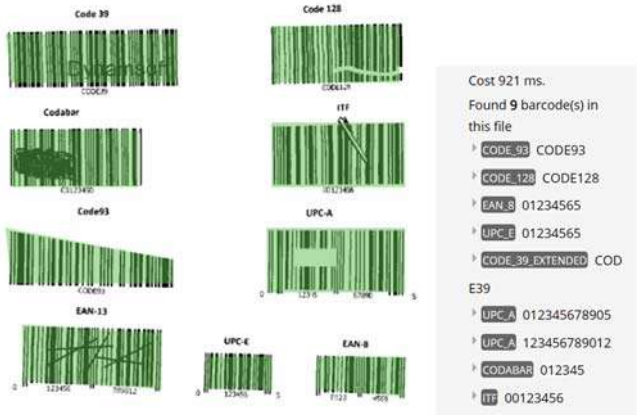


Рис. 2. Примеры распознавания повреждённых штрих-кодов при помощи Dynamsoft Barcode Reader

Библиотека Dynamsoft Barcode Reader доступна для разработчиков в виде готовых API и SDK, что облегчает интеграцию и использование в различных приложениях. Она совместима с различными платформами, включая Windows, Linux, macOS, а также может быть интегрирована в мобильные приложения для операционных систем Android и iOS.

Эффективность Dynamsoft Barcode Reader базируется на передовых алгоритмах распознавания, а также использовании современных технологий, таких как машинное обучение и нейронные сети, что обеспечивает быстрое и точное распознавание штрих-кодов в различных условиях считывания [12].

2) *Socket Mobile C860* – решение для эффективного и точного распознавания поврежденных штрих-кодов. Благодаря передовой технологии и инновационным возможностям, устройство C860 обеспечивает высокую производительность и надежность в считывании данных с штрих-кодов даже в случае их повреждения или искажения (рис. 3).

Одной из ключевых особенностей C860 является его способность точно определять и интерпретировать искаженные или частично поврежденные штрих-коды. Используя передовые алгоритмы распознавания и мощные сенсоры, устройство способно извлекать информацию из штрих-кодов даже при наличии различных дефектов, таких как царапины, размытие или неровности [13].

Рис. 3. Примеры искаженных или частично поврежденных штрих-кодов

Постановка задачи на разработку программного обеспечения для нейросетевого распознавания поврежденных штриховых кодов

Для разработки программного обеспечения для нейросетевого распознавания поврежденных штриховых кодов необходимо выполнить ряд последовательных шагов, перечисленных ниже.

Первым этапом является сбор набора данных, содержащего как поврежденные, так и четкие штриховые коды. Этот этап включает в себя тщательную подготовку и структуризацию данных, включая аугментацию и очистку, чтобы обеспечить разнообразие и качественное обучение модели [14].

Далее следует разработка архитектуры модели, включающей генеративно-состязательные сети (GAN) и архитектуру U-Net, специально адаптированные для восстановления поврежденных штриховых кодов. На этом этапе также необходимо определить оптимальные гиперпараметры модели, обеспечивающие ее эффективное обучение [15].

После этого происходит обучение модели на подготовленных данных с использованием выбранных гиперпараметров. Проводится оценка производительности модели на валидационных данных и, при необходимости, вносятся коррективы для улучшения ее эффективности [16].

Далее следует этап тестирования, в ходе которого модель проверяется на отложенном тестовом наборе данных для оценки ее способности восстанавливать поврежденные штриховые коды. Анализируются метрики качества восстановления для оценки обобщающей способности модели.

Дополнительные шаги включают в себя точную настройку (fine-tuning) и оптимизацию модели для улучшения ее производительности и способности восстанавливать различные типы повреждений.

Заключение

Штриховые коды становятся неотъемлемой частью множества областей человеческой деятельности. Однако повседневное использование подвергает их различным повреждениям, таким как износ, случайные механические воздействия или контакт с жидкостью, что может серьезно затруднить их распознавание. Традиционные методы восстановления штриховых кодов ограничены и не всегда обеспечивают эффективное восстановление сильно поврежденных кодов.

Целью восстановления поврежденных штриховых кодов является восстановление недостающих областей и обеспечение корректного их распознавания. В этом контексте восстановление поврежденных штриховых кодов

можно рассматривать как специфическое применение методов восстановления изображений, особенно в области машинного зрения.

Технологии распознавания поврежденных маркировок применяются для их идентификации, отслеживания и верификации. Принцип работы таких систем строится на сканировании изображений с маркировкой, а затем использовании нейронных сетей для обнаружения и, если необходимо, восстановления информации с поврежденной маркировки.

Таким образом, внедрение нейронных сетей для восстановления поврежденных штриховых кодов остается актуальным и перспективным направлением исследований в области машинного зрения, обеспечивая стабильность и надежность систем идентификации продукции в различных сферах промышленности и торговли.

Литература

1. *Клехо Д.Ю., Карелина Е.Б., Батырев Ю.П.* Использование технологии сверточных нейронных сетей в сегментации объектов изображения // Лесной вестник. 2021. № 1. С. 140-144.

2. *Середа С.В*. Применение машинного зрения в логистике // Sciences of Europe. 2021. № 65-1. С. 45-49.

3. *Voronova L.I., Bezumnov D.N., Voronov V.I.* Development of the research stand "Smart city systems" Industry 4.0 // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies IT and QM and IS 2019, 2019, pp. 577-582.

4. *Sichkar D.P., Bezumnov D.N., Voronov V.I., Voronova L.I., Dankovtsev V.I.* Moving elements of mobile robots stabilization modeling // 2019 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of On Board Communications, SOSG 2019 8706810.

5. *Goncharenko A., Voronova L., Artemov M., Voronov V., Bezumnov D*. Sign Language Recognition Information System Development Using Wireless Technologies for People with Hearing Impairments // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2019. No. 24, pp. 104-109. DOI 10.23919/FRUCT.2019.8711965.

6. *Wang Yu., Verba V., Bezumnov D., Tarasenko E*. Neural Network Using for Prediction Spinal Diseases // Conference of Open Innovations Association, FRUCT. 2019. No. 24, pp. 790-796.

7. *Сичкар Д.П., Безумнов Д.Н.* Моделирование стабилизации положения элементов робота-манипулятора с применением нейронных сетей // Технологии информационного общества: Материалы XIII Международной отраслевой научно-технической конференции, Москва, 20–21 марта 2019 года. Том 2. Москва: Издательский дом Медиа Паблишер, 2019. С. 463-465.

8. *Четыркин М.И., Безумнов Д.Н*. Нейросетевое распознавание маркировки продовольственных товаров // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2023. Т. 13, № 2. С. 43-49.

9. *Прокопеня А.С., Азаров И.С.* Современные методы распознавания изображений // Big Data and Advanced Analytics. 2019. № 5. С. 361-369.

10. Guidelines for Generating and Printing Barcodes [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.dynamsoft.com/blog/insights/improve-barcode-recognition-accuracy-endusers/ (дата обращения: 21.01.2024).

11. *Гужов В.И., Ильиных С.П., Захаров К.В., Майер О.Ю.* Восстановление изображений из серии голограмм, зарегистрированных с низким разрешением с помощью нового уравнения дискретизации // Автометрия. 2022. Т. 58. № 4. С. 125-130.

12. Reading Damaged Barcodes [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.dynamsoft.com/blog/insights/read-damaged-barcodes/ (дата обращения: 21.01.2024).

13. Socket Mobile [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.socketmobile.com/about-us (дата обращения: 21.01.2024).

14. *Москалев Н.С*. Виды архитектур нейронных сетей // Молодой ученый. 2016. №29 (133). С. 30-34.

15. *Горин В.В.* Распознавание изображений на основе персептрона // Science Time. 2015. № 5 (17). С. 108-112.

16. *Бредихин А.И*. Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей // Вестник ЮГУ. 2019. № 1 (52).

МОДЕЛИ КОГНИТИВНОЙ СЕМАНТИКИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Шабанов Александр Петрович,
Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН,
ведущий научный сотрудник, д. т. н., Москва, Россия,
apshabanov@mail.ru

Аннотация

Исследуются вопросы структуризации цифровых моделей процессов интеллектуальных систем в семантических базах данных субъектов управления и хозяйствующих субъектов. Предложена новая типовая когнитивная модель проектирования процессов интеллектуальных систем в управлении и автоматизации. Разработана схема модели для процессов передачи сценариев решений в систему, характеризующуюся отличными от источника информации параметрами программных комплексов. Использование данных моделей в проектах по созданию, модернизации и развитию интеллектуальных систем позволит значительно сократить время ввода инновационных решений в промышленную эксплуатацию.

Ключевые слова

Интеллектуальные системы, управление, автоматизация, процесс, информация, когнитивность, семантика.

Введение

Настоящая работа является продолжением работы, представленной в сборнике трудов XIV международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» (media-publisher.ru/wp-content/uploads/TRUDY_MTUCI_2020.pdf).

Предлагаемое исследование относится к решению проблемы повышения эффективности государственной автоматизированной информационно-управляющей системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (https://mchs.gov.ru/dokumenty/1737):

Проведён анализ известных методов и моделей, которые построены:

на принципах когнитивности информации и применения семантических баз данных (примеры [1-6]);

с использованием процессов сетевого управления (примеры [7-11]).

Изучены характеристики, логические связи компонентов, информационное обеспечение, процессы и компьютерные алгоритмы в технических решениях, обладающих статусом объекта интеллектуальной собственности и которые относятся к автоматизированным информационно-управляющим системам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, к интегральным системам управления, к системам передачи информации.

Поставлена и решена задача создания новой когнитивной модели процесса передачи сценариев решений в информационные системы, характеризующиеся отличными от источника информации параметрами программных комплексов.

Результаты анализа известных когнитивных методов и моделей

На массиве выборки научных публикаций, например [1-11] проведён анализ предлагаемых в них концептуальных положений, разработанных методологических и методических подходов, методов, моделей и технических решений.

На основании проведённого анализа сформулировано утверждение о рациональности использования при проектировании интеллектуальных систем в управлении и автоматизации новых научно-технических решений, относящихся, в первую очередь, к области:

1. Когнитивного анализа процессов передачи информации между компонентами проектируемой информационной (управляющей или телекоммуникационной) интеллектуальной системы.

2. Конструктивного подхода к записи в базы данных и эволюционному развитию цифровых моделей процессов и связей между функциями процессов и другими компонентами проектируемой системы, включая связи между компонентами.

3. Отображения в базах данных требований к показателям своевременности доставки информации, что обусловлено стремлением к минимизации проектируемых вычислительных, информационных и канальных ресурсов.

Представляются, по мнению автора, достойными внимания разработчиков новых интеллектуальных систем и следующие сформулированные по результатам проведённого анализа положения.

1. Рациональность и эффективность действий в проекте по исследованию каждой функции проектируемого процесса и её когнитивного «алгоритмирования».

2. Введение в проектируемую систему процессов внесения изменений в единую цифровую модель, размещаемую в семантической базе данных, на основе проведения опережающего проектирования и постоянного контроля;

3. Основанием для решения о внесения изменений, является факт превышения предельно-допустимой загрузки в том или ином тракте передачи данных.

Примерами исследованных объектов интеллектуальной собственности, которые, по мнению автора, допустимо классифицировать как новые интеллектуальные научно-технические решения, являются:

«Способ поддержки процессов организационной системы» (патент на изобретение RU2725779C1, https://elibrary.ru/download/elibrary_43904999_64714333.pdf);

«Способ передачи команд управления» (патент на изобретение RU2631147C1, https://elibrary.ru/download/elibrary_38270715_83641030.pdf);

«Способ передачи информации» (патент на изобретение RU2560820C1, https://elibrary.ru/download/elibrary_37823718_37439401.pdf);

«Цифровая платформа для поддержки организационных систем» (патент на изобретение RU2784715C1, https://elibrary.ru/ download/elibrary_49945019_19504220.pdf).

В таблице 1 представлена информация, которая позволяет принять указанное выше допущение в отношении данных объектов интеллектуальной собственности.

Таблица 1

Интеллектуальные свойства технических решений

Патенты	Интеллектуальные свойства
RU 2725779 C1	Автоматическое определение объектов в среде противодействующих процессов, являющихся источниками негативного влияния на процессы организационной системы.
RU 2631147 C1	Автоматическое преобразование исходной команды управления в информацию о смысле этой команды, передача этой информации по адресу и преобразование её в команду управления тождественную по смыслу исходной команде, но в кодах, присущих входящей системе управления.
RU 2560820 C1	Автоматическая трансформация на передающей стороне пакета данных в единый сигнал, передача его по адресу и обратное преобразование на приёмной стороне.
RU 2784715 C1	Автоматическое распознавание экономических субъектов, для проектов которых востребованы новые научно-технические решения, составление маршрута и доставка информации об этих решениях.

Приведённые в таблице 1 интеллектуальные свойства были сформулированы в результате анализе описаний различных научно-технических решений, относящихся к системам управления и информационным системам, в частности, решений, приведённых в данной таблице.

На основании проведённого анализа действий по сбору, обработке и анализу информации, предпринимаемых для реализации указанных выше научно-технических решений, был определён один из признаков когнитивной семантики. Так выделен особенный уровень структурированной информации в базах данных обследованных патентов. Конкретно – это наличие представленных в различных формах в базах данных взаимоувязанных цифровых моделей процессов, воспроизводимых в организационных системах, относящихся к различным сферам управления и отраслям экономики.

Ввиду изложенного выше, выявленный при анализе когнитивный признак, небезосновательно можно классифицировать как признак наличия единого интеллектуального пространства для организационных систем, использующих такие свойства (например, приведённые в таблице 1), при воспроизводстве своих процессов.

Когнитивная семантика единого интеллектуального пространства

В результате развития управляющих, информационных и телекоммуникационных систем, дополнительно к рассмотренным выше, появляются другие научно-технические решения, которые характеризуются новыми свойствами.

Представляется перспективным найти соответствие между этими свойствами и когнитивными признаками.

Целью такого поиска является определение возможности масштабирования новых научно-технических решений, как проектов интеллектуальных систем в управлении и автоматизации процессов организационных систем, решающих общие задачи.

Следуя данному целеполаганию проведено более глубокое изучение научно-технических решений на основе выборки патентов РФ, с определением в их описаниях скрытых или явно выраженных признаков когнитивной семантики, которые правомерно можно отнести к приведённому в предыдущем разделе или другим уровням единого интеллектуального пространства для коллективного использования организационными системами из сфер управления и отраслей экономики.

На основании анализа свойств исследованных научно-технических решений, включая решения, представленные в таблице 1, сформулированы следующие утверждения об уровнях цифрового информационного пространства при проектировании новой, модернизации или развития существующей интеллектуальной системы – информационной, управляющей или телекоммуникационной.

Уровень 1. Информация о процессах – цифровые модели взаимоувязанных процессов, которые воспроизводятся на предприятиях и в учреждениях, и для которых осуществляется проектирование интеллектуальной системы. Информация записывается в базы данных.

Уровень 2. Информация о смыслах – информация, вырабатываемая когнитивным образом – интеллектом субъекта (субъектов), формулируется и записывается в базу данных с помощью технических средств. Это информация о всех сущностях – материальных объектах, явлениях, событиях и других, необходимых для разработки сценариев решений по темам проектов. Информация привязана к компонентам цифровых моделей первого уровня.

Уровень 3. Информация о сценариях решений по темам проектов, вырабатываемая на основе автоматизированного, а в перспективе – автоматического на основе машинного обучения:

(а) структурирования информации о смыслах;

(б) её анализа;

(в) формализации сценариев решений;

(г) их записи в базы данных в привязке к информации первого и второго уровней.

Модель для проектирования процессов интеллектуальных систем

На основе осмысления содержания классификационных уровней и их взаимосвязей разработана новая типовая когнитивная модель проектирования процессов интеллектуальных систем.

Одним из типов является модель проектирования процессов передачи сценариев решений из системы управления, в базе данных которой они размещены в другие системы управления, информационные системы...

Модель имеет инженерно-прикладное назначение, в том числе, при расчётах временных параметров трактов передачи информации между территориально удалёнными организационными системами.

На рисунке 1 приведена схема когнитивной модели проектирования процессов этого типа на примере обслуживания требований процессов по оказанию услуг в области информационных технологий.

Модель проектирования процесса (рис. 1) характеризуется четырёх-шаговым выполнением следующих действий.

В первом действии составляется описание каждой функции в соответствии с её назначением в проектируемом процессе. При этом могут использоваться известные методы и инструменты. Определяются роли исполнителей – субъектов, осуществляющих поддержку информационной инфраструктуры.

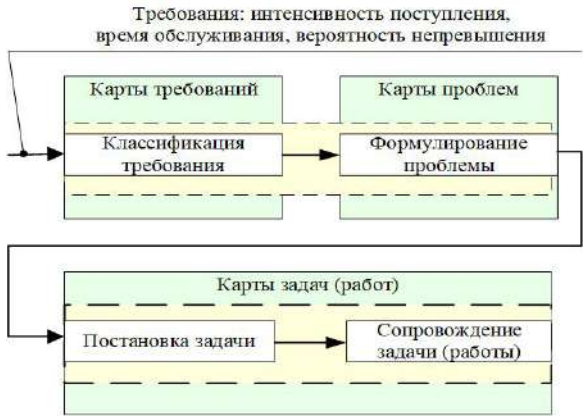


Рис. 1. Когнитивная модель проектирования процесса

На втором шаге составляется карта требований с информацией:

об услуге, инициаторах требований, действиях, выполнение которых требует роль, и средствах, предоставленных для их выполнения;

источниках и средствах для получения информации, правилах отношений между ролями и средствах коммуникаций;

результатах выполнения действий и средствах, предоставленных для их документирования;

адресах, по которым направляются результаты, и о средствах доставки и оповещения адресатов;

эталонных времени реакции на поступление требований по событиям (времени ожидания обслуживания) и вероятности его соблюдения, эталонных времени обслуживания требования и вероятности его соблюдения.

На третьем шаге формальное описание каждого делового процесса дополняется описанием учётно-контрольных функций следующих типов:

1. Тип «Классификация требования». Каждое требование обладает своими классификационными признаками, в совокупности позволяющими сформулировать проблему и выбрать элемент организационной структуры для её разрешения.

2. Тип «Формулирование проблем». Каждое требование заявляет о проблеме(ах). Проблема обуславливает элемент, который проблему разрешает.

3. Тип «Определение задач». Для решения каждой проблемы существует свой пакет задач и правила их решения. Задачи ставятся специалистам внутри элемента.

4. Тип «Сопровождение задач». Производится накопление исторической информации о решении задачи (результаты и содержание действий).

На четвёртом шаге создаётся автоматизированная учётно-контрольная система. Создание такой системы для каждого предприятия является самостоятельной задачей. В частности, может использоваться справочная информация, формализованная в тематических справочниках и информационных картах баз услуг, конфигурационных элементов, организаций, сотрудников, служб, знаний и др.

Данная информация вводится в учётно-контрольные карты (рис. 1) в зависимости от услуги и условий работы. Справочники и базы заполняются по мере необходимости, изменения в них фиксируются в учётно-контрольных картах, а работы с ними включены в состав работ соответствующих услуг. В картах фиксируются все значимые для оценки услуг моменты времени выполнения тех или иных действий и содержание этих действий.

Заключение

1. Использование предлагаемой типовой когнитивной модели проектирования процессов в проектах по развитию управляющих, информационных и телекоммуникационных систем позволит значительно сократить время ввода этих систем в промышленную эксплуатацию.

2. Инновационное внедрение данной модели в государственную автоматизированную информационно-управляющую систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций позволит значительно сократить время ввода в её зону ответственности новых территорий.

3. Важным, на взгляд автора, назначением предлагаемой когнитивной модели процесса передачи информации – это быть образцом (шаблоном) для создания новых научно-технических решений в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и в других отраслях экономики и сферах управления.

Литература

1. *Макареня Т.А.* и др. Когнитивное моделирование социально-экономических систем: ретроспективный анализ инструментов и информационных систем // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2023. № 3. С. 84-94. DOI 10.17308/sait/1995-5499/2023/3/84-94. EDN LMKCNG.

2. *Lutsenko E.V.* Automated system-cognitive analysis of the level of consistency of natural numbers as systems of prime factors // Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2022. No. 179, pp. 96-177. DOI 10.21515/1990-4665-179-009. EDN IZRVTY.

3. *Butt S.M., Reaiche C.* Cognitive Analysis of Intrusion Detection System // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies. 2022. No. 1(15), pp. 102-120. DOI 10.17516/1999-494X-0377. EDN OKQRPL.

4. *Бабанов А.М.* Методика структуризации данных в семантических моделях типа "Сущность-Связь" // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2022. № 60. С. 93-101. DOI 10.17223/19988605/60/10. EDN EWSRJB.

5. *Шабанов А.П.* Инновационное управление цифровыми платформами в экономике знаний // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 3. С. 106-135. EDN UZUBNI.

6. *Дойникова Е.В.* и др. Методика оценивания защищенности на основе семантической модели метрик и данных // Вопросы кибербезопасности. 2021. № 1(41). С. 29-40. DOI 10.21681/2311-3456-2021-1-29-40. EDN GUICXW.

7. *Исаева А.Э.* Цифровая платформа как одна из доминантных бизнес-моделей цифровой экономики // Государственное управление. Электронный вестник. 2022. № 91. С. 209-225. DOI 10.24412/2070-1381-2022-91-209-225. EDN GOPFUJ.

8. *Кычкин А.В., Горшков О.В., Кукаркин М.А.* Интеграция предиктивно-аналитических моделей с IoT-платформой цифрового экомониторинга // Прикладная информатика. 2022. Т. 17, № 4(100). С. 5-16. DOI 10.37791/2687-0649-2022-17-4-5-16.

9. *Пожидаев Р.Г.* Особенности бизнес-моделей цифровых платформ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. № 3. С. 144-158. DOI 10.17308/econ.2022.3/9988. EDN BRWXBE.

10. *Шабанов А.П.* Подход к формализации учетно-контрольного процесса при решении проблемы минимизации ресурсов организационной структуры // Современные сложные системы управления СССУ/HTCS 2005: Сборник трудов научно-практической конференции, Воронеж, 30-02 мая 2005 года. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2005. Том 1. С. 186-190. EDN ZXUWGD.

11. *Устинова Л.Н., Макаров А.М., Бритвина В.В.* Модель цифровой трансформации инновационной экосистемы на основе технологической платформы // π-Economy. 2022. № 4(15). С. 110-122. DOI 10.18721/JE.15408. EDN NILHBK.

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ХРАНИЛИЩ

Яковлева Ксения Алексеевна,
МТУСИ, Москва, Россия,
Kseniia.iakovleva092@mail.ru

Аннотация

Данная статья посвящена анализу безопасности облачных хранилищ. Облачные хранилища данных становятся все более популярными среди пользователей и организаций, однако возникают вопросы относительно их безопасности. В данном исследовании производится анализ основных угроз безопасности облачных хранилищ, методов защиты данных, а также актуальных тенденций в улучшении безопасности облачных технологий. Результаты исследования позволят получить более глубокое понимание проблем безопасности в облачных хранилищах и определить рекомендации по повышению уровня защиты данных в облаке.

Ключевые слова

Облачные сервисы, стеганография, безопасность, конфиденциальность, облачные хранилища

Введение

В современном мире всё чаще становится необходимым хранить, обрабатывать и передавать большие объемы данных. И в этом процессе ключевую роль играют облачные сервисы. Минимально возможный объем облачного хранилища, доступного для пользователей, зависит от конкретного провайдера облачных услуг и их тарифных планов. Обычно предлагаемый минимальный объем хранилища начинается от нескольких гигабайт, а максимально возможный объем может сильно варьироваться в зависимости от провайдера и выбранного тарифа. В случае необходимости больших объемов данных, провайдеры часто предоставляют возможность масштабировать хранилища или предоставляют специальные корпоративные решения, а иногда не ограничивают в размещении файлов большого объема.

Спрос на облачные услуги, такие как SaaS (программное обеспечение как услуга на удаленном сервисе) и IaaS (облачная инфраструктура как услуга), в России продолжает увеличиваться со значительной скоростью. Выручка ведущих поставщиков IaaS увеличилась более чем в полтора раза, а выручка крупнейших российских поставщиков SaaS увеличилась почти на 20% [2]. Этот рост обусловлен тем, что российские компании переходят от использования традиционных локальных систем хранения данных к облачным решениям. Однако рост популярности облачных технологий сопровождается увеличением угроз безопасности, что делает актуальной необходимость проведения анализа безопасности облачных сервисов.

В данной статье представлен обзор современных методов и подходов к анализу безопасности облачных сервисов, оценка их эффективности и рекомендации по обеспечению безопасности данных в облаке. Результаты проведенного исследования позволят лучше понять уязвимости облачных сервисов и разработать стратегии защиты информации в цифровой среде.

Результаты исследований

Облачное хранилище – это виртуальный сервис, который позволяет пользователям хранить, управлять и обрабатывать данные через интернет посредством облачного провайдера [5]. Это удобный инструмент, который экономит ресурсы и средства. К тому же облачные хранилища позволяют компаниям анализировать большие объемы данных и создавать отчеты с использованием облачных аналитических инструментов.

В первую очередь, большим преимуществом облачных хранилищ является их масштабируемость: пользователь может увеличивать или уменьшать объем хранимых данных. Во-вторых, гибкость облачного сервиса помогает получить доступ к данным из любого места посредством интернет-соединения. В-третьих, облачные хранилища обычно предоставляют механизмы для защиты данных, такие как шифрование, механизмы аутентификации и контроль доступа.

Поводом для внедрения облачных методов в бизнес-компании является импортозамещение и рост популярности решений на основе искусственного интеллекта. Согласно данным beeline cloud, 50,5% крупных российских компаний используют облачные сервисы. Компании понимают, что именно облачные решения обеспечивают необходимую гибкость и адаптивность под требования рынка. С их помощью можно модернизировать и замещать импортные ИТ-системы в короткие сроки и без больших капиталовложений [6].

В настоящее время киберпреступность являются серьезной угрозой как для компаний, хранящих конфиденциальные данные в облаке, так и для тех, кто этого не делает. Однако те, кто хранит данные в облаке, могут быть более уязвимыми для киберпреступников из-за доступности данных из любой точки сети. Облачные сервисы могут быть взломаны из-за различных уязвимостей, таких как недостаточная защита данных, слабое управление доступом, недостаточная защита сетевого трафика и другие [1]. По данным исследований, около 90% компаний имели проблемы с безопасностью облачных сервисов, что делает их уязвимыми для атак. В 2020 году сервис облачного хранилища данных "Dropbox" был взломан, что привело к утечке личной информации более 68 миллионов пользователей.

Согласно отчету Всемирного экономического форума 2019 года о глобальных рисках, отмечается, что 60% взломов произошло за счет использования известных уязвимостей программного обеспечения и ранее скомпрометированных учетных записей, которые были использованы для новых атак. Россия занимает четвертое место среди стран, источников угроз в облачных сервисах [2].

На сегодняшний день облачное хранилище (сервисы) обеспечивают безопасность в несколько этапов: через анализ рисков и разработки стратегии безопасности [1]. Система включает в себя оценку уязвимостей, угроз и попыток несанкционированного доступа.

На основе результатов анализа рисков разрабатывается стратегия защиты данных в облаке. В этом шаге определяются конкретные меры безопасности [3]:

- Механизмы шифрования данных;
- Аутентификация и авторизация;
- Физическая безопасность серверных помещений об-

лачных систем;

• Внедрение антивирусных программ и межсетевых экранов;

• Резервное копирование и восстановление;

• Мониторинг системы и аудит.

Основная цель киберпреступлений в получении финансовой выгоды, краже конфиденциальной информации, нарушении систем безопасности, разрушении или блокировке компьютерной инфраструктуры, шантаже и других неправомерных действиях, совершаемых с использованием информационных технологий. Киберпреступники могут также стремиться к различным политическим, идеологическим или другим целям, используя компьютерные атаки для достижения своих целей. В сфере облачных технологий основной целью киберпреступников обычно является доступ к конфиденциальной информации, хранящейся в облаке, такой как данные клиентов, финансовые данные, интеллектуальная собственность и другие персональные данные. Кибермошенники могут также стремиться к нарушению целостности и доступности облачных сервисов, чтобы нанести ущерб бизнесу или организации, либо для выплаты выкупа после атаки. Также известны случаи использования облачных технологий для создания ботнетов или для распространения вредоносных программ.

Основные приемы взлома в облачных сервисах [1]:

1. Фишинг. Преступники отправляют поддельные электронные письма или сообщения, выдающие себя за легитимные запросы от облачных сервисов. Когда пользователи вводят свои учетные данные на фишинговом сайте, злоумышленники могут получить доступ к их облачным аккаунтам.

2. Атаки на слабые пароли.

3. Преобразование сеансов. Киберпреступники могут пытаться перехватить и преобразовать сеансы пользователей облачных сервисов, чтобы получить доступ к их учетным записям. Сеанс в облачных сервисах - это период времени, в течение которого пользователь взаимодействует с облачным сервисом. Во время сеанса пользователь может выполнять различные операции, такие как доступ к данным, загрузка или передача файлов, обработка информации и т. д.

4. Вредоносное ПО используется, чтобы получить доступ к учетным записям облачных сервисов через зараженные устройства.

5. Уязвимости в безопасности (например, недостатки аутентификации и шифрования данных).

6. Атаки социальной инженерии.

Последствия взлома облачных сервисов могут быть катастрофическими. Компрометация конфиденциальной информации, такой как личные данные пользователей или финансовые сведения, может привести к утечкам данных, кражам личности и финансовым потерям.

В связи с растущим развитием интернет-технологий необходимо обезопасить данные, хранящиеся пользователем в облаке, и сохранить их конфиденциальность. При этом использовать «старые» методы обеспечения безопасности в современных реалиях становится неактуальным.

Существует множество популярных приложений обеспечения безопасности облачных сервисов. Например, Cloudflare - платформа по обеспечению безопасности и ускорению интернет-трафика [4]. Предлагает решения для защиты от DDoS-атак, управления контентом и безопасность DNS. Или Microsoft Azure Security – облачная платформа, которая предлагает широкий спектр инструментов для обеспечения безопасности облачных сервисов, включая управление и обнаружение угроз, управление доступом и мониторинг данных.

Однако использование внешних сервисов может создать дополнительные уязвимости и увеличить вероятность утечки конфиденциальной информации. Поэтому для полного внедрения данных на облачные хранилища необходимо рассмотреть способы защиты этих данных. Для этой цели использовались различные методы, такие как криптография, стеганография, кодирование. Однако в последние годы стеганография привлекает все больше внимания. Стеганографические методы можно использовать для защиты от кибератак, позволяя обнаруживать сетевые атаки или скрытую коммуникацию между злоумышленниками [5]. Применение стеганографии в облаке может улучшить безопасность облачных вычислений, помогая предотвращать утечку конфиденциальной информации и несанкционированный доступ к данным.

Различают несколько методов и способов реализации для работы в облаке [3]:

— Сетевая стеганография;

— Квантовая стеганография;

— Использование скрытых тегов в облачном хранилище;

— Встраивание данных в метаданные файлов в облаке;

— Использование шифрования для скрытия информации в облачных приложениях.

Основная цель таких методов - скрыть секретные данные (стеганограммы) в обычных передачах данных, таким образом обеспечивая конфиденциальность и защиту информации. Носителями могут выступать изображения, текст, звуки, видео. Применение стеганографии в качестве защиты данных должно осуществляться с применением трех важных параметров: прозрачность восприятия, надежность и способность к сокрытию.

Стеганоконтейнер должен обладать двумя ключевыми характеристиками: он должен быть широко используемым (популярным), чтобы использование такого носителя не вызывало подозрений, и изменение носителя при вставке стеганограммы не должно быть заметно для стороннего наблюдателя, не знакомого с процедурой стеганографии [4]. Не так легко найти носитель, который удовлетворяет этим требованиям.

Однако среди наиболее распространенных методов стеганографии можно выделить два основных для защиты конфиденциальных данных в облачных сервисах:

1. Использование алгоритмов встраивания данных в изображения. Этот метод обеспечивает устойчивость к различным видам атак, но может быть менее эффективным для передачи больших объемов данных. Визуально разница заметна не будет (рис. 1, 2)

Рис. 1. Незаполненный стеганоконтейнер

Рис. 2. Заполненный стеганоконтейнер

2. Шифрование передаваемых данных. Вместо прямого встраивания данных в файлы, облачные сервисы могут использовать шифрование для обеспечения безопасной передачи информации между пользователями. Это может включать использование алгоритмов шифрования, таких как AES, для защиты конфиденциальности данных.

Стеганографические методы могут помочь компаниям хранить данные на облачных сервисах, так как они позволяют скрыть информацию внутри других данных, что делает ее менее заметной для посторонних. Это может повысить уровень безопасности данных компании, так как скрытая информация будет сложнее обнаружить и извлечь без соответствующих ключей или методов расшифровки.

Таким образом, стеганографические методы могут усилить защиту конфиденциальных данных компании, хранящихся на облачных сервисах.

Заключение

Облачные платформы обеспечивают централизованное управление доступом, авторизацией и аудитом, что упрощает процессы обеспечения безопасности и позволяет быстро реагировать на угрозы. Внедрение этих технологий уменьшает расходы на приобретение программного обеспечения, улучшает производственные процессы и повышает их эффективность, а также обеспечивает более легкий доступ к информации. Однако также необходимо учитывать потенциальные угрозы и обеспечить защиту облачных хранилищ.

Приведенный в данной статье анализ безопасности облачных сервисов определяет основные виды уязвимостей на соответствующих сервисах и предлагает защищать конфиденциальные данные с помощью стенографических методов скрытия информации на открытых источниках.

При выборе оптимального метода стеганографии для облачных сервисов, необходимо учитывать безопасность, эффективность передачи информации, возможность ее извлечения, а также соответствие законодательству и политикам конфиденциальности.

Облачные хранилища обладают как рядом недостатков, так и большим количеством преимуществ. Вопрос о том, доверять ли свои личные данные облачным хранилищам, остается на усмотрение каждого пользователя. Но важно понимать, что публично или закрыто хранить данные на облачных ресурсах уже несет огромный риск возникновения уязвимостей. И только комплексное обеспечение защиты данных может помочь сохранить их без утечек. А с помощью современных методах стеганографии степень защиты можно увеличить быстро и эффективно.

Литература

1. *Аванесов А.Э., Николаев А.Н., Садовой А.В.* Уязвимости облачных сервисов и методы их предотвращения. // Информационные технологии и системы. 2016. № 3(105). С. 25-32.

2. *Беспалова Н.В., Нечаев С.В.* Обеспечение информационной безопасности облачных хранилищ // Вопросы безопасности. 2023. № 2. С. 19-26.

3. *Грибунин В.Г.* Цифровая стеганография. СПб.: Солон-Пресс, 2002. 272 с.

4. *Иванов Д.А.* Управление безопасностью облачных сервисов. // Информационные технологии в образовании. 2019. № 18. С. 125-129.

5. *Ковалев А.С.* Облачные технологии в системе информационной безопасности. М.: Флинта наука, 2018. 252 с.

6. *Паршин Ю.М.* Облачные сервисы и технологии. М.: БХВ, 2017. 287 с.

ПРЕПОДАВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Антонычева Ольга Леонидовна,
МТУСИ, старший преподаватель кафедры «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации» факультета «Кибернетики и информационной безопасности», Москва, Россия
o.l.antonycheva@mtuci.ru

Воронова Лилия Ивановна,
МТУСИ, доктор физико-математических наук, профессор, заведующая кафедры «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации» факультета «Кибернетики и информационной безопасности», Москва, Россия
l.i.voronova@mtuci.ru

Аннотация

В статье рассматриваются и анализируются учебно-методические материалы для обучения студентов по дисциплине «Машинное обучение», разработанные и применяемые на кафедре ИСУиА факультета «Кибернетики и информационной безопасности» Московского технического университета связи и информатики. Современные методики преподавания предполагают использование не только голосовой передачи информации, но и применение средств визуализации. Освоение новых знаний при таком подходе происходит более эффективно.

Ключевые слова

Машинное обучение, методы машинного обучения, нейронные сети, методики преподавания, визуализация.

Введение

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) – стремительно развивающаяся область исследований, позволяющая обнаруживать и извлекать знания из данных, собранных в течение некоторого периода времени. Благодаря ИАД можно выявить закономерности, тенденции в процессах, которые описываются собранными данными, либо сделать предсказания на будущие периоды. Частью ИАД является машинное обучение.

Самое часто цитируемое определение машинного обучения дано Томом Митчеллом, профессором Университета Карнеги-Меллон, основателем первой в мире кафедры машинного обучения и автором первого учебника по этому предмету: «Говорят, что компьютерная программа обучается на опыте E относительно некоторого класса задач T и меры качества P, если ее качество на задачах, принадлежащих T, измеренное в соответствии с P, улучшается с увеличением опыта E» [1].

В машинном обучении выделяют ряд ключевых задач, таких как регрессия, классификация, кластеризация, уменьшение размерности, поиск аномалий и другие. Для их решения используются методы, относящиеся к одному из видов машинного обучения: обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с частичным привлечением учителя, обучение с подкреплением.

Методы машинного обучения основаны на математическом аппарате – математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика, методы оптимизации и др. Благодаря достижениям в теоретических исследованиях не только совершенствуются существующие методы машинного обучения, появляются их современные модификации, но и стремительно развиваются новые подходы к решению задач. Пожалуй, наибольший прогресс наблюдается в развитии глубоких нейросетевых архитектур, что связано с ростом вычислительных мощностей и появлением Big Data.

Особенность машинного обучения заключается в том, что даже самые совершенные и точные методы будут работать плохо и показывать низкие результаты, если обучение проводится на некачественных данных с большим количеством ошибок, пропусков. Поэтому важное значение приобретают сбор данных и их предварительная обработка.

Знакомство с методами машинного обучения, как правило, начинается с давно известных и хорошо изученных методов, таких как линейная и логистическая регрессии. Обязательным является изучение различных архитектур нейронных сетей.

Умение применять математические методы для решения практических задач – важный этап в освоении машинного обучения. В качестве программных средств часто используются математические пакеты Octave, MatLab, а также высокоуровневый язык программирования Python.

Таким образом, изучение машинного обучения предполагает наличие базовых знаний высшей математики, программирования и методов предобработки данных.

Результаты исследований

Дисциплина «Машинное обучение» преподается студентам факультета «Кибернетики и информационной безопасности» МТУСИ в течение нескольких лет. За это время преподавателями кафедры подготовлены учебные материалы, имеются практические наработки и публикации [2-7].

В качестве основы для формирования курса по машинному обучению использованы учебно-методические материалы, разработанные доктором физико-математических наук, профессором, заведующей кафедры ИСУиА Вороновой Лилией Ивановной, которые включают в себя лекции, учебно-методические пособия, тесты с практическими задачами, лабораторные работы и видеоматериалы. Результатом освоения дисциплины является написание студентами курсовой работы.

Учебно-методические материалы раскрывают следующие темы:

1. Введение в машинное обучение.
2. Линейная регрессия с одним и двумя параметрами.
3. Многопараметрическая линейная регрессия. Полиномиальная регрессия.
4. Логистическая регрессия.
5. Регуляризация.
6. Метрики оценки классификации.
7. Нейронные сети. Обучение нейронных сетей.
8. Рекомендации по применению машинного обучения.

Тестирование по результатам изучения каждой темы закрепляет пройденный материал.

Дисциплина «Машинное обучение» встроена в комплекс дисциплин по изучению методов предобработки данных, Big Data и т.д., разработанных на кафедре ИСУиА, что приводит к более качественному усвоению материала студентами и выработке навыков решения практических задач.

В процессе обучения ряд магистрантов испытывают сложности, связанные с базовыми знаниями математического аппарата, в связи с чем были разработаны дополнительные материалы, содержащие необходимые сведения из математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики. Понимание математических основ методов машинного обучения позволяет студентам осознанно их применять, разбираться в ограничениях и условиях использования методов.

Визуализация учебного материала играет огромное значение в процессе преподавания любой дисциплины. Результаты многочисленных исследований говорят о том, что уровень усвоения материала повышается, если информация представлена наглядно в структурированном виде. Использование сравнительных таблиц, графиков, 3D-моделей, видеоконтента значительно улучшает восприятие нового материала.

Для организации учебного процесса подготовлены презентации по всем темам, включающие в себя элементы визуализации.

Так, например, у студентов возникают сложности при определении, к какому виду машинного обучения относится практическая задача. Для изучения данного вопроса составлена сравнительная таблица, которая позволила быстро понять и запомнить различия.

Таблица 1

Обучение с учителем	
Регрессия	Классификация
Предсказать завтрашние осадки в миллиметрах.	Предсказать, будет ли завтра дождь.
Предсказать курс доллара на завтра.	Предсказать, будет ли курс доллара выше.
Предсказать урожай следующего года в тоннах.	Предсказать, будет ли в следующем году урожай выше.
Предсказать погоду на завтра в градусах.	Предсказать, будет ли завтра облачно или солнечно.

Большое значение визуализация играет при объяснении математических терминов и понятий. При изучении метода линейной регрессии студентам необходимо вспомнить понятие производной и ее геометрический смысл, понятие градиента. Процесс идет гораздо успешнее, если использовать не только таблицы и графики, но и образы. Например, можно сравнить градиентный спуск со спуском в воронку. Также слайд хорошо иллюстрирует понятие изолинии.

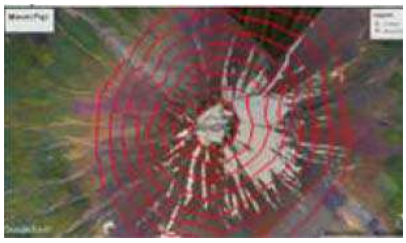


Рис. 1. Градиентный спуск. Изолинии

Для понимания метода линейной регрессии важно осознать взаимосвязь между функцией гипотезы и функцией стоимости. Чем меньше значение функции стоимости, тем лучше функция гипотезы описывает данные. Иллюстрация этой взаимосвязи очевидна при графическом изображении.

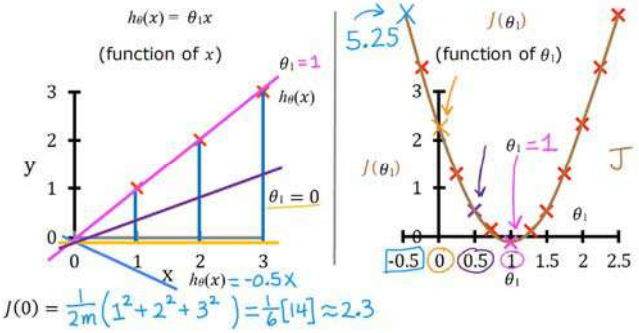


Рис.2. Взаимосвязь функции гипотезы и функции стоимости

При подготовке слайдов использованы материалы лекций Andrew Ng, прочитанных им в Стэнфордском университете.

Демонстрация видеоматериала при изучении алгоритма обратного распространения ошибки в нейронных сетях помогает студентам лучше понять и запомнить алгоритм.

Лекционный материал дополнен презентациями по следующим темам:

1. Уменьшение размерности. Метод главных компонент.
2. Метод опорных векторов.
3. Метод К-средних.
4. Детекция аномалий.
5. Деревья решений. Случайный лес.
6. Рекомендательные системы.

По данным темам студентам предоставлены примеры решения практических задач на языке Python.

Изучение метода главных компонент проводится с использованием динамической 3D-модели. Наглядно представленная информация повышает уровень усвоения материала.

Для лучшего понимания методов машинного обучения и получения навыков решения практических задач огромное значение играет выполнение студентами лабораторных работ. В курсе предусмотрено 8 лабораторных работ по темам лекций, из которых первые семь выполняются в математической среде Octave и восьмая - с использованием языка программирования Python.

Перечень лабораторных работ:

1. Введение в Octave. Операции в Octave.
2. Моделирование функции гипотезы в виде однопараметрической и двухпараметрической линейной регрессии.
3. Многопараметрическая линейная регрессия. Нормализация признаков. Метод градиентного спуска. Метод нормального уравнения.
4. Логистическая регрессия. Использование регуляризации в логистической регрессии.
5. Нейронные сети. Распознавание рукописных цифр. Вычисление сложной нелинейной гипотезы с помощью нейронной сети.
6. Обучение нейронной сети. Нахождение градиента функции сигмоиды. Реализация метода обратного распространения ошибки.

7. Изучение метода регуляризованной линейной регрессии. Метод регуляризованной полиномиальной регрессии.

8. Изменение архитектуры нейронной сети для улучшения результатов при обратном распространении ошибки.

Выполнение лабораторных работ позволяет студентам освоить Octave – скриптовый язык высокого уровня, обладающий высокой скоростью компиляции и большим функционалом, предназначенный для решения задач вычислительной математики (бесплатный аналог MATLAB) [8]. Программирование на языке Python не вызывает у студентов сложности при выполнении восьмой лабораторной работы.

Заключительным этапом изучения курса «Машинное обучение» является написание студентами курсовой работы. В качестве помощи в подготовке курсовой работы студентам предлагается ознакомится с учебным пособием "Предобработка данных для нейросетевого управления", разработанным на кафедре ИСУиА, авторы Воронова Л.И., Брус В.Р., Воронов В.И., Баширов А.Н.

Цель выполнения курсовой работы – приобретение студентами компетенций в конструировании моделей искусственных нейронных сетей на языке Python (с подключением свободно распространяемых библиотек, облегчающих процесс реализации методов машинного обучения) либо в применении других методов машинного обучения, а также в использовании современных методов предобработки данных с использованием наборов данных большой размерности [9].

При написании теоретической части курсовой работы студенты кратко описывают различные архитектуры нейронных сетей (персептрон, сверточные, реккурентные нейронные сети и др.), функции активации (сигмоидальную, ReLU и др.), либо иные методы машинного обучения.

Практическая часть курсовой работы должна содержать описание, результаты и анализ не менее трех экспериментов. Экспериментом считается изменение архитектуры нейронной сети или параметров ее обучения. В работах, где студенты применяют другие методы машинного обучения, эксперимент – это проведение сравнительного тестирования примененных методов либо изменение параметров нескольких методов. Студенты должны уметь формулировать результаты проведенных экспериментов, делать научно-обоснованные выводы и рекомендации [10].

Защита курсовых работ проводится с использованием презентаций, подготовленных студентами.

По окончании курса проводится экзамен.

Таким образом, курс по преподаванию дисциплины «Машинное обучение» скорректирован, дополнен. Презентационные материалы составлены с использованием элементов визуализации, что соответствует современным тенденциям преподавания дисциплин в высшей школе.

Заключение

Любой преподаватель ставит перед собой задачу формирования у студентов стройной системы знаний. Современные методики преподавания сочетают в себе голосовую передачу информации с ее визуальной подачей. Нахождение правильного баланса слуховой и визуальной информации значительно улучшает восприятие студентами нового материала, что является важным фактором формирования профессиональных компетенций [11].

Литература

1. *Кэвин П. Мэрфи*. Вероятностное машинное обучение. Введение. М.: издательство ДМК, 2022. 939 с.

2. *Навар М., Воронова Л.И., Воронов В.И.* Моделирование маршрутизации в кластеризованном рое БПЛА с использованием генетического алгоритма // Первая миля. 2023. № 6(114). С. 46-53. DOI 10.22184/2070-8963.2023.114.6.46.52. EDN OMRWPO

3. *Медведев Е.Ю., Воронова Л.И.* Нейросетевое распознавание "COVID-19" на основе рентгеновских изображений грудной клетки с помощью алгоритма машинного обучения VGG-16 // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2022. Т. 12, № 4. С. 9-16. EDN OGCTGU.

4. *Баширов А.Н., Воронова Л.И.* Прогнозирование вероятности бронхиальной астмы у детей с применением алгоритма случайного леса // Искусственный интеллект и цифровая экономика: взгляд студенчества : материалы I Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Москва, 13 ноября 2019 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Государственный университет управления. М.: Государственный университет управления, 2020. С. 169-171. EDN BIUKMJ.

5. Бармина Е.Ю., Барсук И.В., Баширов А.Н. и др. Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования : монография. Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2021. 306 с. ISBN 978-5-00159-710-0. EDN DQYFAI.

6. *Лешин Е.В., Репинский В.Н., Воронова Л.И.* Распознавание изображений на основе технологии tensorflow // Технологии информационного общества : Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества», Москва, 03-04 марта 2021 года. М.: Издательский дом Медиа Паблишер, 2021. С. 321-323. EDN JFHAKE.

7. *Мохаммад Н., Воронова Л.И., Воронов В.И.* Разработка имитационной модели использования роя беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2022. Т. 14, № 3. С. 55-61. DOI 10.36724/2409-5419-2022-14-3-55-61. EDN SQUXEG.

8. *Воронова Л.И., Воронов В.И.* Machine Learning: регрессионные методы интеллектуального анализа данных: учебное пособие. М.: Московский технический университет связи и информатики, 2018. 82 с. (Дата обращения 20.01.2024).

9. *Воронова Л.И., Брус В.Р., Воронов В.И., Баширов А.Н.* Предобработка данных для нейросетевого управления: учебное пособие. М.: МТУСИ, 2021. 44 с.

10. *Воронова Л.И.* Методические указания по подготовке и оформлению курсовых работ по дисциплине Machine Learning. Обучающиеся технические системы. М.: МТУСИ, 2021. 24 с.

11. *Мотунова Л.Н.* Визуализация учебного материала как средство повышения качества его усвоения студентами высшей школы // Научный журнал ВЕСТНИК Воронежского государственного университета 2022. URL: http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/educ/2022/03/2022-03-20.pdf (дата обращения: 11.01.2024 г.)

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Булдык Георгий Митрофанович,
Белорусская государственная академия связи, заведующий кафедрой, доктор педагогических наук, г. Минск, Республика Беларусь,
bugemi@mail.ru

Аннотация
Формирование методологических компетенций во время изучения математического моделирования основывается на концепции трехуровневой модели методологического анализа, которая включает научный, учебный и методический уровни.

Ключевые слова
Математическое моделирование, методологические компетенции, научный, учебный методический уровни, личностно-ориентированный подход, знания, умения, навыки, опыт деятельности

Введение

Формирование профессиональной культуры будущего инженера происходит при изучении социально-гуманитарных, физико-математических и инженерно-технических дисциплин [1-3]. При этом каждая из дисциплин становится основанием для становления профессионального развития студента, его способности к изобретательской, конструкторской и проектной деятельности. В процессе изучения дисциплин формируется система инженерно-технических знаний, форм деятельности и методов организации инженерного труда, что составляет в совокупности профессиональную подготовку, при которой развиваются компетенции и компетентность. Важным аспектом образования выступает методологическая компетентность студента, которая является составляющим компонентом профессиональной компетентности. Каждый компонент методологической компетентности ─ приобретенные знания, сформированные на базе этих знаний умения, навыки, опыт деятельности, творческий потенциал личности – составляющие компоненты профессиональной компетентности.

Результаты исследования

Остановимся на раскрытии формирования методологических компетенций при изучении дисциплины «Математическое моделирование».

При формировании методологических компетенций как основы профессиональных компетенций во время изучения математического моделирования применяется концепция трехуровневой модели методологического анализа, которая включает научный, учебный и методический уровни.

Научный уровень опирается на три основные принципы познания – детерминизма, соответствия и дополнительности и содержит теорию когнитивного и креативного развития студентов, основанных на системном и генетическом подходе. В контексте этих принципов, все формируемые методологические компетентности рассматриваются как элементы целостной системы личностных качеств студента. Развитие личностных качеств студентов определяется целевой детерминацией: осмысление целей образования, приобретение веры в свои потенциальные возможности, реализацией конкретных индивидуальных способностей. Опыт проявления компетенций (поведенческий аспект) напрямую зависит от развития личностных способностей, которые и определяют мотивационный, эмоционально-волевой и ценностный аспект компетентностей. Для формирования и развития методологической компетентности при изучении математического моделирования наиболее перспективным дидактическим подходом, является подход, основанный на психологической теории развития мышления, на генетической психологии. Генетический подход состоит в том, что изучение математического моделирования опирается на естественные пути его развития, становления и применения математических моделей для решения практических задач.

На начальном этапе припостроении математической модели технической задачи проводится её качественный анализ, вскрываются и обосновываются объективные причинно-следственные связи, определяются переменные величины, описывающие эти связи, формируется статистическая совокупность данных, отображающих свойства исследуемой технической задачи. На втором этапевыбирается тип модели. Затем производится статистическая оценка неизвестных параметров модели и оценивается её качество. Выполняемые действия при построении математической модели способствуют развитию у студентов мышления, памяти и воображения. Тем самым происходитстановление методологических компетенций в образовательном процессе в зависимости от формирования личностных знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

Методологической основой второго уровня являетсяличностно-ориентированный подход при асинхронном обучении, определяющий заранее спрогнозированные с возможной степенью точности результаты образования, причем результаты прогнозируются операционально в соответствии с развитием студента и допускают проверку их достижения. Например, процесс построения математической модели прикладной задачи характеризует уровень развития личностных качеств студента, определяет конечную цель и допускает проверку на каждом этапе построения модели. Источником целей могут быть ситуации образовательной напряженности или возникающие проблемы, выявленные противоречия, возникающие как следствия рефлексивного осознания возникающих ситуаций. Сформулированные цели необходимы для проектирования образовательных действий студентов. Результаты образования связаны с внешним социальным заказом, образовательными стандартами, со спецификой внутренних условий обучения – уровнем развития студентов, мотивами их учения,

особенностями изучаемых тем, имеющимися средствами обучения, педагогическими воззрениями преподавателя. Асинхронность обучения, применяемая при изучении математического моделирования – это процессная система совместной деятельности студентов и преподавателей по проектированию, планированию, организации, анализу и коррекции образовательного процесса с целью достижения конкретного результата.

Личностный подход, при котором раскрываются механизмы личностных новообразований в педагогическом процессе, также является методологической основой компетентностного подхода. Применяя активные формы и методы обучения при личностном подходе, происходит включение студента в образовательный процесс и создаются условия для саморазвития. При этом раскрываются личностные функции студентов. Решающим условием саморазвития студентов является приобретение новых знаний, так как при выборе типа математической модели необходимо изучить методическую и научную литературу. Следовательно, развиваются такие профессионально-личностные качества, как самоконтроль и самооценка процесса познания, креативность, ответственность в выборе качественного типа модели. Существенную роль в развитии методологической компетентностистудентов играет уровень методических знаний, способы умственных и практических знаний. Важным являются мотивационные установки и аксиологические ценности, способствующие развитию профессионально значимых личностных качеств студентов, овладению знаниями и умениями [4, 5].

В процессе решения учебно-профессиональной задачи выделяются четыре основных этапа: формулировка производственной задачи, построение математической модели, проведение внутримодельного решения, проверка решения. Каждый этап имеет проблемный характер, поскольку требует применения новых знаний, т.е. на каждом этапе для студента содержится определенная теоретическая и практическая трудность, требующая исследовательской активности, приводящей к решению. Значимость проблемного обучения проявляется в связи с формированием знаний, развитием активности, самостоятельности, креативности. Проблемное обучение стимулирует познавательный процесс и повышает общую активность студентов. Оно формирует познавательную направленность личности, способствует выработке психологической установки на преодоление познавательных трудностей. Проблемное обучение формирует инновационную образовательную среду, информационного и процессуального состава действий, в результате чего формируются и проявляются методологические компетенции.

Системообразующим элементом третьего методического уровня формирования методологических компетенций в предложенной модели, с нашей точки зрения, выступает соотношение компетенции и компетентности преподавателя, которые определяются:

– совокупностью знаний в области преподаваемого предмета, уровнем ориентации в современных исследованиях по нему;

– владением методиками преподавания, умение выбирать или разрабатывать необходимую для конкретного образовательного процесса технологию и методику.

Следовательно, методический уровень формирования методологических компетенций при преподавании математического моделирования – это интегративное свойство преподавателя, определяющее его готовность и способность решать методические задачи при построении математических моделей учебно-профессиональных задач, реализующих цели развития и воспитания студентов. Методический уровень позволяет преподавателю оказывать необходимую помощь студентам при анализе учебно-профессиональной задачи, разграничивать информацию по ее важности для построения моделей, формировать и обосновывать собственное мнение, т.е. реализовывать метод активного проблемно-ситуационного анализа при построении математических моделей. Методологическая компетентность преподавателя является основной при определении педагогической деятельности, поскольку главной целью реализации компетентностного подхода является обеспечение эффективности и качества образования.

Основу компетентности преподавателя составляют уровни его развития: когнитивный, операционально-технологический и личностно-ценностный, которые способствуют целенаправленным методам работы и стратегии обучения в зависимости от учебно-производственной задачи. При построении математической модели учебно-производственной задачи отбирается необходимый теоретический материал предмета, имеющий сопряженный характер научно-теоретического знания, используется технология проблемно-модульного обучения, оптимизируется внутримодельное решение, проверяется качество модели. Тем самым развивается методологическая компетентность будущего инженера, формируются ключевые компетенции, позволяющие выпускникам уверенно действовать в различных жизненных ситуациях, быть готовыми к продолжению образования на протяжении всей жизни.

Заключение

Таким образом, развитие методологической компетентности при изучении математического моделирования активизирует формирование личности на основе самостоятельного приобретения новых знаний, умений, навыков и опыта деятельности. Являясь интегративной профессионально-личностной характеристикой студентов, методологическая компетентность проявляется в деятельности и опирается на мотивационный, аксиологический,рефлексивный и личностный компоненты.

Литература

1. *Булдык, Г.М., Кудрицкая Е.А.* Формирование профессиональной культуры студентов инженерных специальностей: монография. Минск: Белорусская государственная академия связи, 2022. 106 с.

2. *Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э., Бердникова Д.В., Борисов Г.И.* Методологические основы транспрофессионализма субъектов техномической деятельности // Педагогическое образование в России. 2018. №11. С. 38-47.

3. *Хушнаев А.А., Рахматова Ф.М., Бекмуродов С.Г.* Формирование компетенций будущих инженеров в процессе обучения в вузе // Весник науки и образования. 2020. №2(80). С. 76-78.

4. *Георге И.В.* Формирование профессиональных компетенций студентов образовательных организаций высшего образования на основе организации самостоятельной работы: монография. Тюмень: ТИУ, 2016. 143 с.

5. *Бершадский М.Е., Гузеев В.В.* Дидактические и психологические основания образовательной технологии. М.: Центр Педагогический поиск, 2003. 256 с.

ОСОБЕННОСТИ АУДИРОВАНИЯ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Введенская Вера Геннадиевна,
старший преподаватель кафедры Философии, истории и межкультурных коммуникаций, МТУСИ, Москва, Россия
vvergen@gmail.com

Аннотация
В статье поднимаются вопросы, касающиеся особенностей аудирования для студентов технических вузов. С появлением аутентичных материалов и интернет-ресурсов, аудирование, как вид учебной деятельности, стало более доступным, чем раньше. Рассматриваются методы и приёмы, в результате которых навык аудирования стал более эффективным.

Ключевые слова:
Трудности аудирования, навыки аудирования, коммуникация, учебный процесс, мотивация.

Введение

Аудирование, также, как и говорение, обеспечивает способность коммуникации на иностранном языке. Отличные показатели аудирования демонстрируют лексический багаж обучающегося и правильное построение грамматических моделей и структур. Качественное обучение аудированию способствует успешному овладению другими навыками: письмом, чтением, говорением.

Аудирование является активным мыслительным процессом, потому что направлено на восприятие, узнавание и понимание речевых сообщений, как утверждает Е.И. Пассов [1, с.166].

Мышление напрямую связано с речью, как неотъемлемой частью мышления. Корректное чтение предполагает хорошие навыки аудирования, поскольку процесс чтения сопровождается внутренней речью.

Понимание речи на слух – это сложный вид речевой деятельности, требующий мобилизации потенциала мыслительных процессов, речевого слуха. Так, концентрация внимания, сосредоточенность и полная вовлечённость в процесс – всё это составляющие успеха этого вида деятельности.

Когда аудированию не уделяется должного внимания, не приходится говорить о том, что обучающийся будет успешен в овладении курсом английского языка.

Результаты исследования

Таким образом, на аудиторных занятиях рекомендованы задания, направленные на улучшение оперативной памяти, речевого слуха и скорости внутреннего проговаривания [2].

Необходимо озвучивание темы, введение новой лексики, ряд вопросов по выбранному аудио ресурсу. Но в то же время нельзя слишком акцентироваться на этих заданиях во избежание некачественного восприятия прослушивания. Важно расставить правильный акцент на выбор тематики аудио текста с учётом не только программы курса, но и интересов обучающихся.

Нельзя не отметить, что аудирование может вызвать не только утомление, но и отключение внимания слушающего. Этот вид деятельности довольно трудоёмкий и требует концентрации внимания и мобилизации воли, нацеленности на положительный результат.

При восприятии речи на слух основным препятствием является отсутствие языковой среды, по мнению Пруссакова Н.Н. Звуковая форма слова становится менее сильным раздражителем, чем графическая, что ведёт к нераспознаванию слов, уже известных обучающимся, которые воспринимают информацию в основном по зрительному каналу [3].

Трудности в аудировании могут быть разделены на лексические, фонетические, грамматические.

Об особенностях лексики в аудировании

Только практическим путём достигается умение понимать текст, несмотря на наличие незнакомой лексики методом прогнозирования, селекции. Важно научить студента распознавать **content words**, ключевые ударные слова. К таковым относятся глаголы, наречия, существительные, прилагательные.

К безударным словам (**function words**) относятся артикли (a, an, the), местоимения (we, us, he), вспомогательные глаголы (don't), союзы, (while, as soon as, thus), предлоги (next to, around, opposite).

Причём это касается не только английского языка. Так, "отдельные предлоги и образованные с ними предложные конструкции в речи часто представляют проблему для понимания на слух, в том числе, в различных языках" [4].

Сложность представляют и фразовые глаголы, незнание которых может в корне поменять смысл (Look out! – Поберегись!/ look for – искать/ look through – бегло просматривать).

Фонетические сложности.

Индивидуальная манера речи может быть многообразной и представлять трудности в понимании. На родной язык это не распространяется по причине большой практики в слушании. А в речи на иностранном языке любая индивидуальная особенность произношения, диалект, акцент, темп, может вызвать затруднения в восприятии содержания.

Рекомендуется подбирать аутентичные тексты, для воссоздания естественной языковой среды. Следует помнить, что при обучении аудированию на примерах аутентичных файлов необходимо развивать именно речевой слух. Речевой слух предусматривает восприятие целого в контексте, в отличие от фонематического, когда распознаются лишь отдельные слова или структуры.

Контекст ситуации изменяет восходящая и нисходящая интонация.

Понижение интонации высказывания в конце фразы означает нежелание человека продолжать диалог. В то время, как восходящая, имеет тенденцию положительной

коннотации, что означает готовность собеседника продолжать разговор (Good/bye! Good\bye.)

Говоря о речевых параметрах, нужно упомянуть три физически выраженных аспекта: интонация, паузация, логическое ударение [5].

Паузация – это способ разделения речевого потока на смысловые отрезки.

Логическое ударение в той или иной фразе несёт смысловую нагрузку.

К примеру, Крылова А.С. [6] рекомендует технические тексты для аудирования с определёнными характеристиками. Достоинство текстов в том, что время звучания составляет одну минуту, что необременительно для слушающего.

Также хорошие задания на аудирование и говорение предоставляет английское пособие Teaching Online [7, с. 58, 61, 64, 67].

Задания первого уровня сложности предполагают составление упражнений на нахождение отдельных слов в предложениях.

Как известно, без мотивации вид деятельности обречён на провал. Такое упражнение с распознаванием терминов является мотивирующей составляющей для студентов.

Второй тип сложности предполагает задания на восстановление текста с опорой на предложенные слова.

В третьем варианте упражнений предлагается записать скрипт без зрительной опоры.

Обучающимся можно также многократно прослушивать тексты с последующей проверкой по скриптам.

Пересказ предлагается для студентов с хорошим уровнем владения иностранным языком.

Также Крылова делится с читательской аудиторией рекомендациями по самостоятельной работе с текстами для студентов.

Возвращаясь к вопросу о технических текстах, следует отметить несколько принципов: доступность как с языковой, так и научной точки зрения, небольшая насыщенность текста незнакомой лексикой, повторяемость лексического материала [8, с. 112].

Грамматические сложности

Грамматические аспекты бывают разными по степени понимания. Если правильно понято основное слово, например, существительное, то окончания прилагательных или глаголов уже не повлияют на восприятие содержания.

Также представляет сложность грамматическая омонимия (knight – night), паронимы (economic – economical). Когда такого рода слова звучат в записи, следует хранить в памяти весь контекст для правильного толкования слова. Особую сложность представляют “ложные друзья переводчика” (sympathy – не симпатия, а сочувствие; prospect – не проспект, а перспектива) [9, с.21].

Мотивирующими видами работ могут быть подкасты, репортажи, новостные передачи, обучающие видео из интернета, которые дублируют тему программы. Со стороны преподавателя необходимо введение незнакомой лексики и составление вопросов по содержанию сюжета.

Творческие задания для студентов также способствуют интересу обучающихся. Например, посмотреть в записи выступление команды студентов другого технического вуза с дискуссией на предложенную тему, проанализировать высказывания, написать отзыв (feedback). Такого рода упражнения проводились мной на курсах со слушателями, и этот вид работы был продуктивным.

Нельзя не упомянуть о целесообразности включения песни, как ещё об одном аспекте, на английском языке. Для обучающихся, особенно если у них есть музыкальные предпочтения, классические песни также могут стимулировать слушающего к восприятию содержания, не говоря уже о фонетической стороне аудио (Ob-la-di Ob-la-da, знаменитой ливерпульской группы the Beatles, о жизненных этапах семьи по теме: Дом).

Коммуникативные цели могут быть различными. Как известно, существует три вида упражнений: до прослушивания, в процессе и после прослушивания.

Цели аудирования также могут быть различными: понимание основного содержания, извлечение отдельных информационных фрагментов, детализации. Такие виды работ предполагают, что студенты овладели следующими навыками: умением догадаться о значении слова по контексту, умением понимать информацию в перефразированном виде, находить причинно-следственные связи, и сделать самостоятельно заключения.

Заключение

“Наблюдения методистов за процессом овладения речью на иностранном языке показали, что учащиеся, которых специально не обучают восприятию речи на слух, так и не приобретают аудитивных умений. Отсюда неизбежен вывод, что аудированию (даже на родном языке) необходимо обучать специально, причём учитывая всю специфику и сложность данного вида речевой деятельности” [10, с.104].

Для аудирования свойственны такие составляющие, как: понимание, узнавание, восприятие.

Мотивированность обучающегося, его личностные характеристики и способности, также имеют значение.

Аудирование является сложным психофизиологическим процессом.

Для успешного овладения этим навыком студентами, от них требуется самоотдача. А в обязанности преподавателя входят компетенции, систематическая работа в этом направлении, тщательная подборка аудиоматериалов, разработка поэтапных упражнений и тестового контроля.

Литература

1. *Пассов Е.И.* Основы методики обучения иностранным языкам. М.: Русский язык, 1977. 213 с.

2. *Арушанян В.А.* Трудности аудирования иноязычной речи, multiurok.ru.

3. *Пруссаков Н.Н.* Трудности при обучении аудированию иноязычного звучащего текста, Иностранные языки в школе, 1994.

4. *Сосунова Г.А.* Фразеологический предлог afin de в таможенном дискурсе (на примере текстов франкоязычной тамо-

женной прессы). // Russian Journal of Linguistics, 2020. Т. 24, №1. С. 158-175. DOI: 10.22363/2687-0088-2020-24-1-158-175. http://journals.rudn.ru/linguistics/issue/view/1305.

5. Особенности обучения аудированию студентов неязыкового вуза на начальном этапе. https://pandia.ru/text/80/034/17238.php

6. *Крылова А.С.* Формирование навыков аудирования в профессионально направленном обучении английскому языку в техническом университете // Теория и методика профессионального образования. Мир педагогики и психологии. №4(21) Апрель, 2018.

7. Teaching Online, Nicky Hockly with Lindsay Clandfield, Delta Publishing, England, 2010, ISBN 978-1-905085-35-4, www.deltapublishing.co.uk.

8. *Крылова А.С.* Technical text for listening. Технические тексты для аудирования: учебно-методическое пособие (на англ. яз.); Мин-во образ. и науки РФ, ФГБОУ ВО КНИТУКАИ им. Туполева, 2012. 86 с. http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-3045/972.pdf/index.html

9. Кадырова Ф.М., Крылова А.С. Профессиональное становление специалитета технического профиля средствами иностранного языка. Казань: Печать -Сервис XXI век, 2010. С. 107-120.

10. *Леонтьев А.А.* Методика. Заочный курс повышения квалификации филологов-русистов. М.: Русский язык, 1988. 179 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТАКСОНОМИИ БЛУМА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ

Верба Вера Алексеевна,
Московский Технический Университет связи и Информатики, к.т.н., доцент., Москва, Россия,
verba@list.ru

Вовик Андрей Геннадьевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, ст. преподаватель, Москва, Россия,
a.g.vovik@mtucu.ru

Аннотация

В статье проводится анализ учебных целей по уровням сложности и глубины понимания, использующих Таксономию Блума, которая предлагает шесть уровней обучения: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка. Для каждого уровня приводятся примеры заданий, которые помогут студентам освоить соответствующие навыки и знания. Таксономия может использоваться для определения прогресса студентов при преподавании различных математических дисциплин, таких как алгебра, геометрия, тригонометрия, дифференциальные уравнения и другие.

Ключевые слова

Таксономия Блума, система классификации учебных целей, система оценивания, уровень сложности заданий и целей обучения.

Введение

Математика является одной из фундаментальных дисциплин в высшем образовании. Она играет ключевую роль в формировании научного и инженерного мышления, развивает аналитические способности студентов и формирует базу для изучения других дисциплин. Математика также имеет важное прикладное значение, позволяя студентам применять полученные знания в профессиональной деятельности.

В 1956 году Бенджамин Блум опубликовал “Таксономию образовательных целей: Когнитивная область” [1]. С тех пор его иерархическая система интеллектуальных процессов была адаптирована и использована в различных контекстах. Используют таксономию Блума и для разработки инструментов оценки успеваемости, в том числе для определения уровня математической компетенции [2].

Таксономия Блума представляет собой систему классификации учебных целей по уровням сложности и глубины понимания [1]. Она включает в себя шесть уровней: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка. Каждый уровень имеет свои специфические цели и задачи, которые преподаватель может использовать для определения требований к результатам обучения студентов. Таксономия также может быть использована для разработки системы оценивания, которая будет соответствовать уровню сложности заданий и целям обучения.

Подробнее об уровнях таксономии Блума.

Уровни таксономии Блума

Рассмотрим подробнее уровни таксономии Блума.

Уровень “знание” предполагает запоминание и воспроизведение определенной информации.

На уровне *“понимание”* студент должен уметь объяснить полученную информацию своими словами и применять ее в новых ситуациях.

Уровень *“применение”* требует от студента умения использовать полученные знания для решения практических задач.

На уровне *“анализ”* студент должен разбить задачу на более простые составляющие, определить причины и следствия, а также предложить альтернативные решения.

Уровень *“синтез”* подразумевает умение комбинировать различные идеи и создавать новые решения.

На уровне *“оценка”* студент должен оценить результаты своей работы, определить, насколько они соответствуют поставленным задачам, и предложить способы улучшения.

Таксономия Блума может быть использована для определения целей обучения на различных уровнях. Например, если целью обучения является развитие навыков анализа, то задания на оценку должны быть сложнее, чем задания на понимание.

Кроме того, таксономия может помочь в разработке системы оценивания. Задания на разных уровнях должны быть разными по сложности и требовать разных навыков. Например, задания на уровне знания могут быть простыми тестами, задания на применение – практическими задачами, а задания на анализ – более сложными вопросами, требующими критического мышления.

Также таксономия может использоваться для определения прогресса студентов. Если студент успешно справляется с заданиями на определенном уровне, это означает, что он достиг определенной цели обучения. Если студент испытывает трудности, то преподаватель может помочь ему, предложив дополнительные материалы или занятия [3].

Таксономия Блума может быть использована при преподавании различных математических дисциплин, таких как алгебра, геометрия, тригонометрия, дифференциальные уравнения и другие. Она помогает определить цели обучения и разработать систему оценивания, соответствующую уровню сложности заданий по математике.

В [4] описаны для каждого уровня, а также действия, посредством которых реализуется соответствующие умения, модели вопросов и заданий по таксономии Б.Блума как с позиции преподавателя, так и с позиции студента. Представим их в виде таблиц 1-6.

Таблица 1

Модели вопросов и заданий «Знания»

Виды	Знания
Определение	Определение и отбор информации
Что делает преподаватель	Рассказывает, показывает, направляет
Что делает студент	Воспринимает, запоминает, распознает
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Перечислите, запомните, назовите

Таблица 2

Модели вопросов и заданий «Понимание»

Виды	Понимание
Определение	Понимание предоставленной информации; формулирование проблемы собственными словами
Что делает преподаватель	Сравнивает, противопоставляет, демонстрирует
Что делает студент	Объясняет, преобразовывает, демонстрирует
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Обсудите, определите, расскажите

Таблица 3

Модели вопросов и заданий «Применение»

Виды	Применение
Определение	Использование понятий в новых ситуациях
Что делает преподаватель	Наблюдает, помогает, критикует
Что делает студент	Решает проблемы, демонстрирует знания
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Примените, вычислите, измените, выберите, классифицируйте, завершите, продемонстрируйте, обнаружьте, инсценируйте, задействуйте, исследуйте, проведите эксперимент, проиллюстрируйте, интерпретируйте, модифицируйте, оперируйте, потренируйте, соотнесите, спланируйте, покажите, сделайте набросок, решите, используйте

Например, при изучении алгебры можно использовать таксономию для разработки заданий на разных уровнях. Задания на уровне знания могут включать решение простых уравнений, на уровне понимания – объяснение решения уравнений своими словами, на уровне применения – решение практических задач с использованием алгебры.

Задания на анализ могут требовать разбиения задачи на более простые части, определение причин и следствий, а задания на синтез – комбинирование разных идей для решения сложных задач.

Таблица 4

Модели вопросов и заданий «Анализ»

Виды	анализ
Определение	Разбиение информации на связанные части
Что делает преподаватель	Направляет, исследует, информирует
Что делает студент	Разделяет, обсуждает, раскрывает
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Проанализируйте, оцените, сгруппируйте, вычислите, категоризируйте, классифицируйте, сравните, свяжите, противопоставьте, критикуйте, обсудите, дифференцируйте, различите, разделите, исследуйте, проведите эксперимент, объясните, выведите, упорядочьте, усомнитесь, соотнесите, выберите, разделите, проверьте

Таблица 5

Модели вопросов и заданий «Синтез»

Виды	Синтез
Определение	Компиляция информации
Что делает преподаватель	Обобщает, оценивает, рассуждает
Что делает студент	Обобщает, формулирует, планирует
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Сгруппируйте, соберите, скомбинируйте, составьте, создайте, разработайте, сформулируйте, обобщите, объедините, придумайте, модифицируйте, организуйте, спланируйте, подготовьте, предложите, перегруппируйте, перепишите, установите, замените

Таблица 6

Модели вопросов и заданий «Оценка»

Виды	Оценка
Определение	Оценивание на основе критериев
Что делает преподаватель	Уточняет, допускает, гармонизирует
Что делает студент	Дискутирует, оценивает, выбирает
Какие ключевые термины используются для побуждения студентов	Докажите, выберите, сравните, сделайте вывод, убедите, решите, обоснуйте, объясните, измерьте, предскажите, проранжируйте, порекомендуйте, выделите, суммируйте, поддержите, проверьте, оцените

На высоком уровне – умение анализировать геометрические задачи и предлагать оптимальные решения.

При изучении геометрии таксономия может помочь определить цели обучения на каждом этапе курса. Например, на начальном этапе целью может быть знание основных геометрических понятий и умение их распознавать, на среднем этапе – умение строить геометрические фигуры и вычислять их площади и объемы.

Таксономия Блума может использоваться для разработки учебных программ по математике, которые будут соответствовать различным уровням сложности. Например, программа может начинаться с изучения основных понятий и теорем, затем переходить к решению более сложных задач и заканчиваться анализом и оценкой полученных результатов. Такой подход позволяет студентам постепенно развивать свои навыки и знания, а преподавателям – оценивать их прогресс на каждом этапе обучения.

Использование таксономии Блума помогает преподавателям математики в вузе определить, какие знания и навыки студенты должны приобрести в процессе обучения, и разработать систему оценивания, которая позволит объективно оценить их достижения. Например, можно использовать различные типы заданий для оценки знаний студентов на разных уровнях таксономии. Задания на знание могут включать тесты или вопросы с множественным выбором. Задания на понимание – задания на объяснение понятий своими словами. Задания на применение – практические задачи, требующие использования

полученных знаний. Задания на анализ – задачи на разбиение задачи на более мелкие части и определение причин и следствий. Задания на синтез – создание новых идей на основе имеющихся знаний. Задания на оценку – оценка результатов работы и определение их соответствия поставленным целям [5].

Так как таксономия Блума предлагает шесть уровней обучения: знание, понимание, применение, анализ, синтез и оценка, то для каждого уровня можно привести примеры заданий, которые помогут студентам освоить соответствующие навыки и знания.

Примеры заданий на уровень "знание":

– Перечислите основные понятия и теоремы в теме "Тригонометрические функции".

– Опишите, что такое синус угла и как его можно вычислить.

– Приведите примеры применения теоремы Пифагора в реальной жизни.

Примеры заданий на уровень "понимание":

– Объясните, почему теорема Пифагора называется "теоремой о треугольнике".

– Постройте график функции y = sin(x) и опишите, что происходит с функцией при изменении аргумента.

– Приведите примеры задач, в которых нужно использовать тригонометрические функции.

Примеры заданий на уровень "применение":

– Решите уравнение sin(x) = 0,5 и проверьте свой ответ на графике функции.

– Постройте прямоугольный треугольник по двум известным сторонам и найдите третью сторону с помощью теоремы Пифагора.

– Найдите площадь треугольника, заданного координатами вершин, используя формулу Герона.

Примеры заданий на уровень "анализ":

– Разбейте задачу о нахождении площади треугольника на более простые подзадачи.

– Определите, какие теоремы и формулы нужно использовать для решения задачи о нахождении высоты треугольника по двум сторонам.

– Проанализируйте график функции y=sin(x) и определите, как ведет себя функция на разных интервалах аргумента.

Примеры заданий на уровень "синтез":

– Предложите новый способ доказательства теоремы Пифагора, используя свойства тригонометрических функций.

– Создайте алгоритм для нахождения площади произвольного треугольника по его сторонам.

– Создайте программу на языке программирования для вычисления значений тригонометрических функций с заданной точностью.

Примеры заданий на уровень "оценка":

– Оцените, насколько эффективно вы использовали теорему Пифагора для решения задач на нахождение площадей и периметров треугольников.

– Проанализируйте результаты выполнения программы на предмет ошибок и предложите способы их устранения.

– Оцените, насколько ваш алгоритм для нахождения площади треугольника оптимален, и можно ли его улучшить.

Таксономия Блума может быть интегрирована в различные формы обучения, такие как лекции, семинары и лабораторные работы. Например, на лекциях можно использовать задания на знание и понимание для закрепления материала, а на семинарах – задания на применение и анализ для обсуждения и решения задач. Лабораторные работы могут включать задания на синтез и оценку для проведения экспериментов и анализа полученных результатов. Таким образом, таксономия помогает преподавателям организовывать учебный процесс и контролировать усвоение знаний студентами [6].

Таксономия Блума может помочь повысить мотивацию студентов, поскольку она предоставляет им ясное понимание того, каких результатов они должны достичь на каждом уровне обучения. Это помогает студентам видеть прогресс в своем обучении и понимать, как их работа связана с общими целями курса.

Применение таксономии Блума позволяет улучшить качество усвоения знаний и навыков, так как она помогает преподавателям разрабатывать эффективные методы обучения и оценивать результаты студентов, а также полезна для оценки прогресса студентов на разных этапах обучения. Она может помочь подготовить студентов к профессиональной деятельности и жизни в современном обществе, так как развивает у них критическое мышление, умение анализировать и оценивать информацию.

Сегодня в отечественной педагогике когни- тивные теории обучения очень актуальны. Как психолого-педагогические интерпретации дидактических систем, которые ориентированы на развитие познавательных способностей студентов, применение таксономии Блума позволяет повысить качество обучения студентов и снизить риски внешней и внутренней среды системы образования.

Результаты когнитивного моделирования, в том числе, сценарного моделирования на когнитивной карте «Формирование профессиональной метакомпетентности педагогов», позволили подтвердить гипотезу о том, что если в системе будут инициированы работы по переподготовке педагогов для формирования у них профессиональных метакомпетенций с использованием таксономии Блума, то это будет способствовать созданию новых программ подготовки студентов.

Заключение

Использование таксономии Блума в обучении математике имеет ряд преимуществ. Во-первых, она помогает преподавателям определить цели обучения на разных уровнях и разработать систему оценивания, соответствующую этим целям. Во-вторых, таксономия способствует развитию критического мышления у студентов, так как требует от них анализировать и оценивать полученные результаты. В-третьих, она позволяет студентам лучше понимать, какие знания и навыки им необходимы для успешного освоения математических дисциплин.

Таксономия Блума играет важную роль в преподавании, обеспечивая высокий уровень образования. Она помогает преподавателям определять цели обучения, разрабатывать учебные программы и оценивать результаты студентов.

Кроме того, таксономия повышает мотивацию студентов и улучшает качество усвоения знаний. В целом, использование таксономии Блума в преподавании является важным инструментом для достижения высоких результатов обучения.

Литература

1. *Таксономия Блума*. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ansya.ru/health/taksonomiya-bluma/main.html

2. *Верба В.А., Колокнев В.Н., Чудновская А.Г.* Анализ оценок качества математического образования. Вызовы глобального мира // Вестник ИМТП. 2014. № 1. С. 134-139.

3. *Верба В.А., Колокнев В.Н.* К вопросу изучения математики в вузе. Вызовы глобального мира // Вестник ИМТП. 2014. № 2-3. С. 95-97.

4. *Кузьмина И.В.* Таксономия Блума и ее разноаспектность в формировании математической компетенции. https://nsportal.ru/kuzmina-inga-valerevna.

5. *Верба М.В*. Когнитивный метод экспертизы инновационных проектов // В сборнике: О некоторых вопросах и проблемах экономики и менеджмента. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Инновационный центр развития образования и науки. 2014. С. 15-18.

6. *Верба В.А., Колокнев В.*Н. Использование таксономии Блума для оценки уровня знаний по математическому анализу у студентов экономических вузов. Вызовы глобального мира // Вестник ИМТП. 2015. № 1 (5). С. 124-127.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ ДЛЯ ЛЕКЦИЙ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Волков Андрей Иванович,
Московский технический университет связи и информатики, доцент кафедры "Информатика", к.т.н., доцент, Москва, Россия,
a.i.volkov@mtuci.ru

Лукин Владимир Николаевич,
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Московский государственный психолого-педагогический университет, доцент кафедры, к.ф.-м.н., доцент, Москва, Россия,

Чернышов Лев Николаевич,
Финансовый Университет при правительстве Российской Федерации, доцент кафедры, к.ф.-м.н., доцент, Москва, Россия,
levchern@gmail.com

Аннотация
Рассматривается проблема эффективности учебного процесса при чтении курсов по программированию. Приведены примеры и рекомендации по подготовке презентаций с использованием интернет-ресурсов.

Ключевые слова
Информационные технологии, интернет-ресурсы, чтение лекций, эффективность обучения, программирование.

Введение

Дистанционная форма обучения, казалось бы, ушла в прошлое. Но ничто на земле не уходит бесследно. Вопрос – какие следы остаются. В нашем случае они приняли вид материалов и дидактических наработок, выполненных именно в этот период. Их цель – донести до студентов необходимые знания в отсутствие непосредственного контакта с аудиторией. Безусловно, подавляющее число преподавателей не имело опыта обучения именно в такой форме, поэтому качество материалов оставляло желать лучшего. Тем не менее, удалось выстоять два учебных года, хотя уровень подготовки студентов заметно снизился, несмотря на значительные усилия для удержания процесса в разумных рамках и сохранения его качества.

И вот, возвратившись к очному обучению, мы увидели, что и в самом деле в одну реку нельзя войти дважды. В период дистанционки мы были вынуждены отойти от старых планов, лекционные материалы стали давать с картинками, но без доски. Практическое отсутствие обратной связи позволило проводить занятия быстрее по чисто техническим причинам, но усвоение материала не улучшилось. Тем не менее, преподаватели приспособились к такой технологии, и переходить назад, к «доске с мелом» стали неохотно. Значит, надо использовать какое-то гибридное решение, тем более что жалко выбрасывать графические и видеоматериалы и отказываться от разумного, в общем, подхода, когда студенты «зарабатывают» экзаменационную отметку в течение семестра.

Результаты исследования

Прежде всего, прошлые наработки не прошли зря: преподаватели разработали системы учёта работ, выполняемых студентами в течение семестра [1], привели в соответствие с программами курсов наглядный материал.

Исчез основной порок удалёнки: недостаточный уровень обратной связи и, следовательно, невозможность своевременно скорректировать естественные ошибки процесса обучения.

Стало понятно, что презентация в виде текстов и картинок устарела. Конечно, интерактивные презентации лучше, но их разработка – весьма трудоёмкое занятие. Возник вопрос, как приблизить подачу материала к «живой» лекции. И здесь на помощь приходит использование интернет-ресурсов: «На лекции надо развивать алгоритмическое мышление студентов, учить думать, а не просто формально что-то показывать для дальнейшего запоминания» [2].

Формы презентаций и используемые в них технические приемы, перечисленные в [2], приемлемы в большинстве случаях. Что касается содержания, то оно должно соответствовать тому, что изложено в рабочей программе дисциплины (РПД), а именно – основному и обязательному методическому материалу. Сами по себе презентации не обязательны, лектор может разрабатывать их самостоятельно или использовать опыт других.

Рассмотрим этот подход на примере обучения теории алгоритмических языков и их практическому использованию. Заметим, что в принципе те же методы с незначительными коррективами подходят и к курсам баз данных, Web-программирования и другим подобным курсам.

Дисциплины программирования включаются в рабочие планы разных образовательных программ, и часто кафедра обеспечивает ведение одной и той же дисциплины для студентов как разных направлений подготовки, так и подготовки разного уровня. Так, для дисциплины «Технологии обработки больших данных» в Финансовом университете» действуют одиннадцать РПД. Эти программы отличаются не только объемом часов, но и содержанием отдельных разделов, что объясняется предпочтениями авторов и необходимостью учета специфики направления и профиля подготовки. Разделы (темы) программ, касающиеся языков и технологий программирования, различаются степенью подробности. Это позволяет строить презентации, в которых отдельные темы могут быть общими для всех РПД, а дополнительные подробности могут опускаться или предлагаться для самостоятельной проработки.

Лекция по языкам программирования (ЯП) предполагает, разумеется, описание языка, но этого недостаточно для её качества. Нужна, как минимум, демонстрация фрагментов кода, а лучше – его непосредственное исполнение.

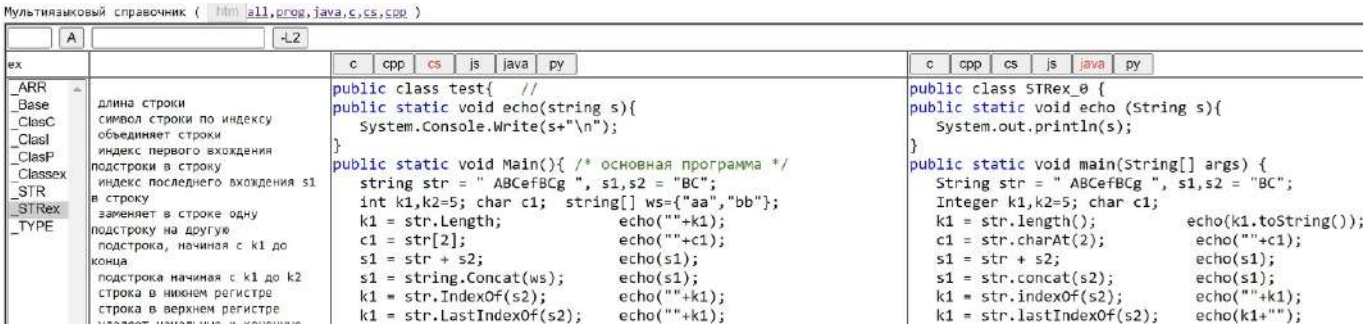


Рис. 1. Сравнение строковых функций на языках C# и Java

Если примеры кода можно показать и мелом на доске, то для исполнения уже потребуется использовать онлайн-компиляторы, которые доступны как непосредственно из браузера, так и на обычном лекционном компьютере. Но без подготовки специального инструментария не обойтись.

В курсах по языкам программирования обычно проводят обучение нескольким языкам. Чаще всего рассматриваются такие языки как C, C++, C#, Java, JavaScript, причём, одному преподавателю приходится одновременно читать лекции и вести практические занятия по разным языкам. Естественно, что в таком случае имеет смысл создавать презентации по одной схеме (разбивка по темам, примеры алгоритмов и т.п.). Примеры аналогичных фрагментов программного кода на разных языках для дальнейшей демонстрации тоже необходимо подготовить. С этой целью имеет смысл использовать мультиязычные онлайн-компиляторы (см., например [3]).

В подобных инструментах предусматривается возможность создания набора своих примеров, что избавляет преподавателя от необходимости копировать их из презентаций. Живая демонстрация работы программ гораздо эффективнее, чем простой просмотр текстов: всегда есть возможность «на лету» корректировать примеры и вступать в краткие диалоги с аудиторией («что будет в результате?», «как изменить программу?» и т.п.). Для этого в презентациях достаточно вставить ссылки на подобные инструменты.

При изложении свойств и характеристик ЯП преподавателю нередко приходится обращаться к справочникам из интернета. Однако такие материалы часто неудобны, кроме того, они по-разному устроены. Выручает то обстоятельство, что на начальных этапах изучения языка вполне достаточно ограниченного набора структур. Тогда имеет смысл готовить примеры, содержащие такие структуры самостоятельно, используя лишь наиболее употребительные конструкции. В справочниках из интернета, как правило, есть возможность предоставлять сравнительные примеры по разным языкам. На рисунке 1 приведен скриншот подобного инструмента.

Преподаватель может выбрать тему по соответствующему разделу языка и вызвать либо справочные материалы, либо демонстрационные примеры на указанных языках. В верхней части формы находятся ссылки на онлайн-компиляторы. При этом HTML-коды с JavaScript выполняются непосредственно. Сравнительное изучение двух языков дает лучшие результаты усвоения, если с одним из языков студенты уже знакомы. А в курсах по web-программированию одновременное изучение двух языков бывает необходимостью (JavaScript и PHP или JavaScript и Python).

В предлагаемом web-приложении предусмотрено изложение языковых средств по уровням. На минимальном уровне рассматриваются только самые необходимые языковые конструкции и техника их использования, на базовом – все основные конструкции, а на продвинутом – конструкции в полном или почти полном объеме. Дополнительно можно давать какие-либо специфические разделы, касающиеся особых случаев применения языковых средств. Следует учитывать и специфику направления подготовки, и заявленные в РПД компетенции. Для одних направлений достаточно уметь лишь использовать изучаемые программные средства, а для других – уметь их разрабатывать.

Ограниченный объем слайдов не позволяет демонстрировать большие фрагменты кода, поэтому следует тщательно подходить к подбору примеров для слайдов. «Логически простые темы с громоздкими и сложными синтаксическими правилами, в которых, кроме этого, много справочного материала, можно предложить изучить самостоятельно, кратко прокомментировав соответствующие электронные материалы с помощью технических средств» [4].

В некоторых случаях в процессе лекции может потребоваться переключить внимание обучаемых на отдельные сопутствующие аспекты, не включенные в презентацию. В таких случаях удобно использовать документ-камеру, под которой могут демонстрироваться самые различные материалы (рукописные, текстовые, графические, натурные и т.п.).

Еще одним интернет-ресурсом для повышения эффективности лекций может быть проведение экспресс-опросов. После изложения некоторой дидактической единицы на слайды можно вынести вопросы или простые задачи, ответы на которые студенты вводят через свои устройства (ноутбуки или смартфоны). Для этого можно использовать google-формы или специально разработанные web-приложения [5].

Заметим, что в учебную практику стали все чаще внедрять видеолекции. При этом в РПД часы на лекции сильно сокращаются или вообще исключаются: предполагается, что студенты просматривают видеолекции самостоятельно. Мы считаем, что замена «живых» лекций на «видео» не оправдана и не способствует качеству усвоения материала. С другой стороны, видеолекции могут быть неплохим вспомогательным материалом: в обычной лекции иногда полезно сочетать устное изложение с показом видеофрагментов. Такие фрагменты можно вставлять и в презентацию, что упростит, например, демонстрацию работы программ и программных инструментов.

Заключение

В настоящее время накоплен достаточный опыт в чтении лекций по программированию с использованием презентаций. Качество презентаций становится все выше, чему способствует обмен опытом преподавателей разных вузов.

Становятся доступными многочисленные материалы на интернет-ресурсах, где можно найти и презентации, и примеры программ, которые можно использовать при чтении лекций. Комплексный подход к подготовке презентаций, при котором используются разнообразные технологии реально может повысить эффективность обучения.

Литература

1. *Лукин В.Н.* Дифференцированная оценка знаний студентов. Материалы XIII Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ-2020). М.: МАИ, 2020. С. 742-744.

2. *Иванова Г.С.* Особенности использования мультимедийных технологий при чтении лекций по программированию. Наука и образование, № 3, 2014.

3. Онлайн-компиляторы. [Электронный ресурс]. URL: https://www.onlinegdb.com/. (Дата обращения 20.01.2024).

4. *Аленский Н.А.* Особенности чтения лекций по методам программирования. Электронная библиотека БГУ. [Электронный ресурс]. URL: https://elib.bsu.by/handle/123456789/195731 (Дата обращения 20.01.2024).

5. *Чернышов Л.Н.* Автоматизация проведения и проверки студенческих работ // Материалы XIV-ой международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли (AMMAI’2022). 4-13 сентября 2020 г. Алушта. – М.: Из-во МАИ, 2022, С.467-769.

МЕНТОРИНГ: РЕНЕССАНС МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ

Кунц Евгений Владимирович,
Московский технический университет связи и информатики, доцент кафедры философии, истории и межкультурных коммуникаций, кандидат исторических наук, Москва, Россия,
geneak1@mail.ru

Аннотация
В настоящее время востребованы специалисты, способные решать максимально широкий круг задач в рамках своего направления. В предлагаемой статье исследуется роль менторинга в подготовке современного специалиста. Рассмотрен опыт использования менторинга в отечественной высшей школе. Менторинг является одним из наиболее интересных образовательных методов, встроенных в реалии непрерывного обучения. Однако предстоит еще немало сделать для его полноценного внедрения в российское высшее образование.

Ключевые слова
Менторинг, ментор, менти, Lifelong learning, специалист, высшее образование, студенты, soft skills, hard skills

Введение

В мире возросла роль специалистов, обладающих не только базовыми знаниями, но и навыками решения задач в сфере своего профессионального и личностного развития. В реальном секторе требуются специалисты, способные решать максимально широкий спектр задач в рамках направления подготовки. Кроме того, востребованы профессионалы, обладающие продуктовым мышлением – способностью создавать новые изделия и технологии, не только полезные и привлекательные, но и удобные в эксплуатации и утилизации. Таким образом, специалист должен всегда иметь возможность обучаться, чтобы оперативно добирать и развивать необходимые soft/hard skills.

Примечательно, что с похожей проблематикой сегодня сталкивается и высшее образование. Например, выяснилось, что для подготовки инженеров «завтрашнего дня» необходимы принципиально новые педагогические и методические подходы [1]. По этой причине передовые отечественные технические вузы внедряют в образовательный процесс междисциплинарные, практические, проектно-ориентированные образовательные методы [1]. Одним из наиболее востребованных в современной высшей школе методов является наставничество – отнюдь не новая образовательная практика, переживающая сегодня своеобразное возрождение.

В ситуации быстрого количественного роста отраслей экономики и направлений карьеры востребован опытный и успешный специалист, способный помочь сориентироваться начинающему коллеге в решении широкого круга профессиональных задач [1]. В настоящей статье подробно рассматривается образовательная практика менторинга, более сложной вариации классического наставничества. Каковы ключевые аспекты современного менторинга? Насколько применим и эффективен этот образовательный метод в высшей школе и профессиональной жизни?

Результаты исследований

В современном мире набирает популярность менторинг (англ. mentoring) – способ обучения, относящийся прежде всего к сферам неформального, дополнительного и высшего образования и связанный с ролевыми моделями ментора (mentor) и менти (mentee). Ментор (или англ. buddy) – это значительно более успешный и опытный специалист в определенной профессиональной области, в которой развивается его протеже (менти). В отличие от классического наставника, ментор не может предлагать готовых решений или «дорожных карт», которыми менти остается лишь воспользоваться, чтобы достичь желаемой цели. Известно, что главная задача классического наставника – передать необходимые элементы своего профессионального опыта и проверить их освоение учеником. В этой модели обучения считается, что ученик по личной инициативе обращается к наставнику и, следовательно, на первом лежит основная ответственность за результат обучения.

Ментор, в отличие от наставника, стремится создать в отношениях с менти особую среду, которая бы способствовала открытому и конструктивному поиску решений его проблем и личностному росту. Ментор предлагает и обсуждает варианты решений вопроса, однако выбор всегда остается за обучающимся. «В результате общения двух людей – ментора и менти – появляются новые решения. Ни менти, ни ментор не смогли бы в одиночку прийти к тем результатам, которые достигаются в менторских сессиях», – отмечает видный эксперт [2]. В основе философии менторинга лежит идея, что чужой успех чаще всего невозможно повторить с таким же результатом, и поэтому ментору вместе с учеником в начале необходимо отыскать путь решения его проблемы. Для этого ментор задает ему продуманные вопросы, анализирует его ответы и выполненные задания, дает ему структурированную обратную связь. В практике менторинга также содержится точка зрения, что опыт интенсивного общения с незаурядным человеком сам по себе продуктивен для профессионального и/или личностного развития его менее искушенного собеседника.

Важное место в данной модели принадлежит диалогическому общению. Согласно исследователю, «диалог представляет собой взаимодействие, при котором “мыслят вместе “и открывают нечто новое» [3, с. 178]. И хотя сессии менторинга способствуют развитию обоих участников, главная ответственность за результат лежит на менторе.

Необходимо отметить, что отнюдь не материальная сторона является приоритетной в решении стать ментором, тем более что ими обычно становятся люди, состоявшиеся в профессиональном отношении. На передний план выходят гуманистические ценности, связанные с желанием оказывать поддержку другим людям, а также мотивации делового имиджа и профессионального развития через педагогическую практику. Важным фактором является мировоззренческая близость ментора и менти. Как отмечает эксперт, менторство позволяет наставнику разобраться во многих проблемах, реализовать усилиями

менти идею или проект, вдохновляться от общения с интересными людьми, развивать навыки эмпатии и воплощать духовные свершения [2]. Интересной чертой менторинга является и то, что, творчески развиваясь во время сессий и приобретая новые полезные связи, ментор получает за свои услуги гонорар.

Менти принадлежит очень важная роль в образовательном процессе. Чаще всего, именно он становится инициатором обращения к будущему ментору. Необходимые качества менти: ясное представление о целях и задачах своего менторинга, умение правильно формулировать вопросы, целеустремленность, готовность выйти из зоны комфорта и немало работать над собой. Менторинг длится от нескольких месяцев до нескольких лет; формат работы участники определяют самостоятельно. Наряду с очными сессиями, в менторинге активно используются технологии дистанционного общения и обучения [4, с. 340]. Ментор может оказывать конструктивное влияние на развитие менти в профессиональной, личностной, семейной и педагогической областях, в зависимости от обращения обучающегося.

Выделяют следующие виды менторинга: индивидуальный, ресурсный, групповой, исполнительный, а также – обучение на базе менторинга [2]. В первом случае, выбор наставника осуществляется менеджером менторской программы, который затем один на один работает с менти. Особенностью ресурсного менторинга является то, что инициатором выбора будущего ментора является менти, заинтересованный в своем развитии. Для этого администратор программы предоставляет ему личные карточки менторов, содержащие подробную информацию о них. При групповом менторинге наставник работает одновременно с несколькими менти. Обучение на основе менторинга подразумевает смещение фокуса с личности менти на его обучение по определенной профессиональной программе [2].

Ментор не обязательно должен быть известным специалистом в определенной области, однако очень важно, чтобы он существенно превосходил менти в карьерном отношении. Будущий ученик может найти наставника на работе, на специализированных электронных ресурсах и в сетевых сообществах. Ему следует узнать, как можно больше информации о предполагаемом наставнике; необходимо убедиться в близости ваших взглядов, чтобы сотрудничество могло состояться.

На первой сессии происходит взаимная оценка участников, выработка решения о возможности совместной работы и определение плана занятий на длительное время. На каждой следующей сессии обсуждаются запланированные и вновь возникшие вопросы по теме. При этом менти необходимо обладать базовыми знаниями, умениями и навыками. Как правило, ментор задает менти для изучения специальную литературу, электронные источники, делится своим профессиональным и личным опытом.

В отличие от университетского преподавателя, который работает с большим количеством студентов, ментор может уделить менти значительно больше внимания и времени. Тем не менее подготовка к сессиям и следование рекомендациям наставника входят в сферу ответственности менти, поскольку ментор не ставит оценок и не принимает зачетов. Весьма важную роль в обучении играет обратная связь ученику, которую сообщает ментор.

Задача ментора – дать не оценку или «руководство к действию», а подробное объяснение, что менти сделал хорошо, а где и почему ему предстоит поработать дополнительно [5, с. 329]. Таким образом, очень важными качествами ментора являются внимательность, тактичность, способность давать ясные разъяснения в связи с учебной работой и задачами менти

Касаясь вопроса о месте менторинга в ландшафте российской высшей школе, можно отметить, что он уже получил определенное развитие в ряде вузов. Примечателен опыт образовательных институций, которые плодотворно применяют менторинг и/или обучают менторов. Например, EdTech-компания «Нетология» предлагает клиентам обучающий онлайн-курс «Ментор-наставник». Его выпускники должны уметь составлять менторскую программу, взаимодействовать с менти, развивать в подопечных soft skills, включая лидерство и эмпатию, давать эффективную обратную связь, разбираться в этических проблемах [6].

В НИУ ВШЭ детально разработанная программа менторства предлагается его студентам и выпускникам [7], [8]. Она состоит из трех треков: Юниор, Миддл и Топ. Треком называется «сценарий работы менти и ментора, который разработан с учетом бэкграунда менти и его базовых запросов» [7]. Так, базовый трек Юниор предназначен для студентов 1-2 курсов и предлагает им сконцентрироваться на основах трудоустройства, инсайдерской информации о профессии и развитии soft skills. Менторами в нем являются студенты 3-4 курсов. Программа Миддл адресована студентам 3-4 курсов. Она помогает получить стажировку или принять участие в конкурсе, знания о карьерном развитии и добрать необходимые hard skills. Программа Топ рассчитана на выпускников вуза и предлагает нетворкинг, помощь в смене деятельности и обучение профессиональным навыкам. Менторами треков Миддл и Топ становятся выпускники вуза [7]. Как сказано на сайте программы менторства, менти должен обратиться к будущему ментору с запросом в решении определенной профессиональной проблемы (нетворкинг, трудоустройство, смена деятельности и т.д.). Программа менторства может длится от полугода до года. В начале ментор помогает менти выстроить план решения проблемы и затем добиться его реализации. За ходом менторинга наблюдает администрация программы. В случае его успеха наставник получает право «написать персональную рекомендацию для резюме» менти [7]. Ментор, удостоившийся не менее трех положительных отзывов от подопечных, получает благодарность в анкете, более серьезное поощрение следует, если трое его протеже за время менторинга смогли получить работу, стажировку или повышение. Участие в программе не гарантирует решение проблемы менти, хотя и предполагает значительное расширение возможностей для положительного результата [7]. Наставник отвечает за реализацию заявленных основных задач трека программы, по личному усмотрению он может предлагать подопечным дополнительные возможности, которые указываются в его карточке ментора.

Заключение

Усиление внимания к наставничеству (менторству) в высшей школе, связано с изменением роли образования в жизни современного человека и постепенным переходом к модели «обучение в течение всей жизни» (Lifelong

learning). В постиндустриальном мире возрастает значение способности субъекта ассимилироваться к любым изменениям [9, с. 66-67]; не случайно исследователи пишут об онтологической природе образования «завтрашнего дня» [10]. Менторинг является одним из весьма интересных и эффективных образовательных методов, встроенных в реалии непрерывного обучения и адаптации. Он помогает человеку реализовываться в разных областях жизни.

Использование менторинга в высшей школе требует серьезных усилий менеджмента, а также зависит от культуры и ресурсов конкретного университета. Например, университету, подготовившему большое количество видных специалистов и обладающему необходимыми ресурсными возможностями с этой задачей будет справиться легче, чем вузу менее известному. В целом, процесс освоения менторинга в нашей стране проходит начальные этапы и предстоит еще немало сделать для его полноценного включения в практику отечественного высшего образования.

Литература

1. «Обучение на инженера: актуальные тренды». Ражим доступа: https://theoryandpractice.ru/posts/20748-inzhenernyy-spetsnaz-kak-gotovit-inzhenerov-budushchego (дата обращения: 22.01.2024).

2. *Прицкер А.* Менторинг: инструкция по применению. Искусство развивать себя, сотрудников, компании. Москва: Ridero, 2021. 222 с. Available from: https://www.litres.ru/book/aleksandra-pricker/mentoring-instrukciya-po-primeneniu-iskusstvo-razvivat-64462661/ (дата обращения: 10.01.2024).

3. *Колризер Д.* Спасти заложника. Как управлять эмоциями, оказывать влияние на людей и разрешать конфликты. Практические советы от опытного переговорщика. Пер. с англ. Г. Любимовой. М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2014. 336 с.

4. *Кунц Е. В.* Университеты и цифровизация: «перевернутое обучение» // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». (2-3 марта 2022 г. Москва, МТУСИ). М.: МТУСИ, 2022, с. 339-341.

5. *Кунц Е.В.* Оценивание учебной деятельности студентов: критика и перспективы // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». (2-3 марта 2023 г. Москва, МТУСИ). М.: МТУСИ, 2023, с. 328-330.

6. «Ментор-наставник: Обзор курса Нетологии». Режим доступа: https://vc.ru/u4ionline/838663-mentor-nastavnik-obzor-kursa-netologii-skidka-40-10 (дата обращения: 24.01.2024).

7. См.: «Программа менторства НИУ ВШЭ». Режим доступа: https://mentor.hse.ru/ (дата обращения: 24.01.2024).

8. См.: «Менторская программа стартовала в Высшей школе бизнеса НИУ ВШЭ». Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/spec-project/656496a19a79473e240cc9eb (дата обращения: 24.01.2024).

9. *Кунц Е.В.* «От поучения к игре». Современные задачи высшего образования. // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. 2021. Т. 10. № 3. С. 66-70.

10. Пятьдесят современных мыслителей об образовании: от Пиаже до наших дней. Пер. с англ. С.И. Деникиной. Москва: Издательский дом Высшей школы экономики», 2012. 485 с. Режим доступа: URL: https://www.litres.ru/book/raznoe-47672/pyatdesyat-sovremennyh-mysliteley-ob-obrazovanii-ot-piazhe-do-48588300/ (дата обращения: 17.01.2024).

ИСКУССТВЕННАЯ ЯЗЫКОВАЯ СРЕДА

Лапаев Лев Львович,
Московский технический университет связи и информатики, старший преподаватель, Москва, Россия,
lapaevll72@gmail.com

Аннотация
В статье затрагивается проблема создания искусственной языковой среды, способы развития навыков владения языком. Первыми рассматриваются навыки чтения и письма.Читать надо много и книги должны быть разнообразные. Для развития навыков письма достаточно лишь компьютера, либо простого листка бумаги. Затем автор останавливается на проблеме формирования навыков аудирования. Здесь идет речь о телевидении и радио. В конце статьи говорится о навыках произношения.

Ключевые слова:
Иностранный язык, навыки владения иностранным языком, интернет-версии газет, телевидение, радио.

Введение

Что является необходимым условием для изучения языка? Конечно же, языковая среда. Как вы осваивали родной язык? Это происходило именно через языковую среду: вам читали книги, вы смотрели мультфильмы. Все это происходило естественно и в итоге: вы сейчас говорите.

Что может быть лучше, чем поехать в страну и погрузиться в ее язык, попрактиковаться в ведении беседы и вернуться не только отдохнув, но и с запасом новых фраз?

Не у всех есть желание и возможность куда-то поехать, поэтому расскажем, как создать языковую среду дома.

При освоении иностранного языка помимо знаний, необходимы и навыки общения, которые дают уверенность при использовании языка. Это доступно в равной степени каждому. То же самое и с родным языком. Нельзя общаться на языке, освоив только «Азбуку». Для того, чтобы общаться на языке необходимо владеть навыками чтения, говорения, понимания на слух и письма.

Результаты исследования

Языковая среда в общем – это условия, в которых изучается язык. Она бывает естественной и искусственной. Родной язык мы изучаем с помощью естественной среды, а вот когда мы сами или с помощью преподавателя изучаем иностранный язык – это уже искусственная среда. Естественная среда нас окружает повсюду: мы слушаем песни по радио, читаем вывески на улицах, смотрим новости по ТВ, слушаем речь окружающих нас людей. В отличие от этой среды искусственную среду нужно создавать.

Умение говорить по-английски подразумевает существование в англоязычной среде. Можно также создать эту самую среду искусственно [1].

Дадим определение понятия «среда» как корневой компонент понятия «языковая среда». Среду определяют следующие компоненты: 1) заполненность пространством; 2) окружение человека; 3) соответствие условиям (природным, социально-бытовым), в которых протекает развитие и деятельность человеческого общества; 4) совокупность людей, связанных общностью условий, обстановки. По всей вероятности, такие компоненты, как пространство, окружение, условия, люди, должны входить также и в понятие языковой среды, однако данные признаки встречаются не во всех источниках.

И.П. Бондаренко считает, что языковая среда – это «совокупность всех конкретных форм реализации языка как системы звуковых, лексических и грамматических средств, находящих своё материальное воплощение в многообразии существующих и постоянно создаваемых письменных и устных текстов» [2].

Т.В. Жеребило определяет языковую среду как "речь, которую воспринимает человек в естественных условиях: язык семьи, радио, телевидения, язык книг" [3], Н.А. Журавлева как "совокупность информации на языке страны, в которой находится или обучается данному языку иностранец" [4], то есть это некое информационное поле или информационное пространство, которое постоянно окружает индивида и воспринимается им.

В лингводидактике языковая среда определяется как окружение, в котором происходит изучение языка. Это окружение – естественный (когда язык, например, изучается в стране, где на нем говорят) или искусственно созданный феномен. В искусственном варианте языковая среда организуется непосредственно на занятиях продуктом деятельности преподавателя [5], то есть используя различные средства обучения языковая среда создается по образу и подобию естественной.

Е.А. Ракитина и В.Ю. Лыскова считают, что языковая среда есть «внешнее по отношению к индивиду информационное окружение, совокупность условий, в которых непосредственно протекает деятельность индивида» [6].

Это означает, что среда – это не просто окружение человека. Она создает для него множество возможностей для реализации деятельности, то есть для среды характерно активное взаимодействие с субъектом.

Для Э.Г. Азимова и А.Н. Щукина языковая среда - это «исторически сложившееся объединение людей на основе общего языка и культуры, проживающих на определенной территории» [7], то есть языковую среду создает не информационное поле, а совокупность людей, которые используют один и тот же язык как коммуникативное средство и часть культуры; при этом среда является физически ограниченной в пространстве.

Что касается языковой среды в отношении вузов, А.Н. Безруков и Ю.Н. Зиятдина определяют её как «единое пространство иноязычной подготовки и использования иностранного языка в вузе, которое должно включать непрерывную языковую подготовку всех категорий сотрудников университета – от сотрудников до администраторов, а также создание и поддержание базы научных (статьи) и образовательных (методическая документация) материалов на иностранном языке [8].

Примером того, как зарубежные авторы определяют языковую среду, может служить понимание её как совокупности всего, что обучающийся слышит на языке и

видит в рамках различных ситуаций, например, в ресторане, магазине, при общении с друзьями, просмотре телевизора, чтении газет, обучении в классе и пр. [9].

Итак, в начале поговорим о чтении и письме.

Читать необходимо классику и начинать надо с простых произведений.

Не стоит сразу же хвататься за чтение Шекспира или Маркеса.

Выбирайте книги, полагаясь на собственный вкус. Читая произведения различных писателей, вы можете столкнуться с такой проблемой: почти каждое слово или незнакомо или употребляется в непривычном значении.

Главное на первых порах – смысл прочитанного. Можно завести тетрадку, в которую будете выписывать новые слова, которые вы встретите в тексте.

Можно читать газеты и журналы.

Язык газеты – это тот реальный язык, на котором говорят иностранцы. Сейчас в основном можно чаще встретить электронные версии газет.

Не стоит ограничиваться только одним автором.

Что касается навыков письма, то здесь нет ничего сложного. Попробуйте думать и писать на изучаемом языке. Это самое сложное, но достаточно интересное занятие, дающее разгуляться вашей фантазии. Попробуйте придумать диалоги, имитирующие ситуации из жизни, запишите планы на день, составьте список продуктов и другие мелочи.

Для развития аудирования крайне полезно, нужно и важно слушать речь на языке. Это также помогает быстрее сориентироваться в языковой среде, если вы в нее попали, потому что вы уже привыкли слушать речь на этом языке. И в этом вам помогут телевизионные программы.

Тысячи речевых оборотов, которые, конечно, не для начинающего изучать английский.

Не обойтись и без видеофильмов о реальной жизни.

И, конечно же, радио. Как без него!

И напоследок о произношении.

Для того, чтобы приобрести навык произношения, нужно как можно больше говорить. Если у вас не получится найти носителя языка, это не причина отчаиваться. Практикуйтесь с родственниками, друзьями или партнером. Неважно, учат они этой язык или нет. Вам лишь нужно проговаривать новые слова и применять их в нужном контексте.

При обучении разговорной речи необходимо научиться «подражать».

Необходимо встроить изучение языка в повседневную жизнь. Всё, что вы делаете или говорите в течение дня, можно делать и на иностранном языке. Например, вы готовите обед. Как сказать «есть», «обед», «готовить» на языке, который вы изучаете? Сначала это будут отдельные слова, потом вы постепенно будете строить предложения. Если это проделать во всеми ежедневными делами, что количество изучаемого языка станет так много, что это будет сопоставимо с жизнью в языковой среде.

Чтобы сделать из квартиры пространство для изучения языка, необходимо, чтобы что-то постоянно напоминало о новых словах и выражениях. Это будут стикеры, расклеенные по всему дому.

А если у вас есть домашние животные, вы с легкостью можете говорить с ними на изучаемом языке! Естественно, они ничего не поймут, зато вы сможете использовать язык в течение всего дня.

Практически каждый человек любит выполнять всякие тесты. Это можно делать на английском языке. Можно выбрать ресурсы как развлекательного, так и обучающего характера.

Заключение

Создать дома пространство для погружения в иностранный язык не так уж и сложно. Нужно лишь чуть-чуть поэкспериментировать, чтобы выяснить, что вам больше подходит и как это подстроить под ваше расписание.

Основными принципами создания искусственной языковой среды являются полное или частичное применение изучаемого языка в повседневной жизни, её сбалансированность.

Именно в этом ее сила и эффективность.

Литература

1. Иностранные языки PLUS. Москва 2002. С. 42-43.

2. *Бондаренко И.П.* Роль языковой среды при овладении русским языком (лексический аспект): Дис….канд.филол.наук.Одесса, 1987. 170 с.

3. *Жеребило Т.В.* Словарь лингвистических терминов. Назрань: Пилигрим, 2010. ISBN:978-5-98993-133-0. URL: https://rus-lingvistics-dict.slovaronline.com/ (дата обращения: 04.02.2024).

4. *Журавлева Н.А.* Языковая среда как обучающий фактор и резерв повышения эффективности краткосрочного обучения русскому языку: Автореф.дис.…канд. пед. наук. Харьков, 1981. 20 с.

5. *Орехова И.А.* Обучающий потенциал русской среды в формировании лингвокультурологической компетенции иностранных учащихся: ДДН. Автореф. дис. …докт. пед. наук. М., 2004. 15 с.

6. *Ракитина Е.А., Лыскова В.Ю.* Информационные поля в учебном деятельности // Информатика и образование. 1999. №1. С. 19-25.

7. *Азимов Э.Г., Щукин А.Н.* Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: ИКАИР, 2009. 448 с. ISBN:978-5-7974-0207-7.URL: http://learnteachweb.ru/articles/azimov.pdf (дата обращения:04.02.2024).

8. *Безруков А.Н., Зиятдинова Ю.Н.* Профессиональная иноязычная среда как условие интернационализации инженерного образования // Современные проблемы науки и образования.2015. №3. URL:https://science-education.ru/ru/article/view?id=19740 (дата обращения: 04.02.2024).

9. *Dulay H., Burt M., Krashen S.* Language Two. New York: Oxford University Press, 1982, 315 p. ISBN:978-0195025538

ПО ДОЛГУ СЛУЖБЫ: ПРОФЕССИОНАЛЬНО

Лапаев Лев Львович,
Московский технический университет связи и информатики, старший преподаватель, Москва, Россия,
lapaevll72@gmail.com

Аннотация

В статье рассматривается стратегия «обучения в течение всей жизни». Среди знаний, необходимых человеку, на одном из первых мест стоит знание иностранных языков. Также дается описание языковых программ, рассматриваются различные типы курсов. Особое внимание автор уделяет обучению за рубежом. Подчеркивается важность владения несколькими иностранными языками. Швейцария относится к тем странам, в которых можно изучать сразу два языка. Создание перспективных международных проектов и открытие нового бизнеса – главное достоинство зарубежных образовательных программ.

Ключевые слова:

иностранный язык, языковые программы, курсы иностранных языков, курсы для подготовки к сдаче международных экзаменов, страна обучения, зарубежные образовательные программы.

Введение

Если попробовать составить статистику тех знаний, которые могут понадобиться в любом месте и в любое время, то иностранный язык будет далеко не на последнем месте этого списка. Знание языка может потребоваться в любой момент жизни [1]. В условиях современности сложно найти такую специальность, где умение общаться (или хотя бы понимать «чужеземную речь») не было бы профессиональной необходимостью. Для многих же специалистов знание языка (в идеале – языков) – это первое условие не только продвижения по карьерной лестнице, но и простого поступления на работу. И перечень их довольно обширен [2].

Именно эти профессии в современности относятся к числу престижных – будь то «технические» (допустим, все связанное с IT-технологиями) или экономические, бизнес-специальности. В сфере туризма это не просто «стимулятор карьерного роста», как это бывает во многих других видах бизнеса, это основа деятельности и элемент профессионального мастерства. Не меньшее значение имеет знание языка и для людей творческих профессий – например, дизайнеров. Так что, в принципе, возможность зарубежной командировки, сотрудничества и многих других обстоятельств, требующих знания языка «на уровне», может представиться любому специалисту.

Результаты исследования

В большинстве случаев люди, стремящиеся серьезно изучать язык по прагматичным соображениям, как правило, с легкостью осваивают необходимое. Ведь главное условие успешного освоения языка – знание ответа на вопрос: зачем он вам нужен? Согласитесь, у того, кто взялся учить язык из карьерных соображений, есть и ответ на этот вопрос, и вполне осязаемый мотив...

Языковые программы для взрослых отличаются от тех, что предназначены для школьников и студентов. Это естественно: для взрослых актуален вопрос наличия времени – работа, карьера, семья. Это накладывает определенные требования. И, само собой, другая тематика. Каждый взрослый человек, решившийся изучать чужой язык, во-первых, в общих чертах вполне представляет себе, зачем конкретно ему это необходимо. А во-вторых, обыкновенно, у него наличествует определенный пассивный запас знаний языка – особенно если речь идет о «общераспространенном» английском [2].

Хотя иногда специфика профессиональной деятельности требует знания какого-либо редкого языка. Однако лидерами списка по-прежнему остаются широко распространенные «европейские» языки. Но нередко одним английским дело не ограничивается. Если просмотреть журнал вакансий, то можно увидеть, что на многие престижные должности – весьма далекие от лингвистики – требуются полиглоты, владеющие двумя-тремя языками. Неудивительно: расхожая мудрость, что с человеком всегда проще договориться, разговаривая на его языке, весьма актуальна и в современных деловых кругах.

Тем не менее, программы изучения иностранных языков для взрослых и подростков в одном главном вопросе совпадают. Специалисты практически единодушно сходятся на том, что лучший способ изучения языка – изучение его в родной «среде обитания», там, где на нем говорят в повседневном общении. Тем более актуален такой подход для так называемых «деловых» программ, сочетающих в себе набор необходимой лексики и профессиональных знаний, часто совмещаемый с профессиональной стажировкой. В их процессе приобретается бесценный деловой опыт, возможность посмотреть на «рабочую жизнь» изнутри – тогда как многие нюансы иностранного делового этикета невозможно постичь, «сидя за партой». К тому же, свежий и личный взгляд на реалии «заграничной» жизни, на особенности деловой – и просто – культуры, как правило, дает тот опыт, который трудно получить даже на самых высокопрофессиональных занятиях. Кроме того, стоит учитывать, что зарубежная стажировка – еще и неплохое «дополнение» для конкурентоспособного резюме.

Впрочем, типы курсов бывают разные. Выбор зависит от того, что конкретно необходимо.

Поскольку профессиональная лексика и международные контакты развивают всесторонне, программу профессионального языка можно найти практически по любой специальности – от дизайна и виноделия до металлургии и геодезии. Главная цель подобных программ – обучить студента специальной терминологии, и, соответственно, навыкам двустороннего перевода по соответствующей тематике. Отсюда следует вывод, что поступивший на них, должен хорошо разбираться в предмете на своем родном языке. Как правило, подобные курсы рекомендуются для людей, владеющих иностранным языком на уровне не ниже среднего. Отдельную группу составляют курсы для сдачи международных экзаменов. [3, 4].

Английский язык, конечно, лидирует сегодня в мире [5]. Деловая и профессиональная английская лексика в настоящее время настолько распространена, что нередко специальную статью, написанную на русском, без достаточного знания английского понять невозможно. В одновременном обучении взрослых людей по «специализированным» программам Великобритания также окажется

лидером – еще во времена Британской Империи подобные программы были опробованы и признаны успешными. Качество британского образования тоже не подвергается сомнению – не случайно, английские университеты считаются общеизвестными эталонами образования, известными всем и каждому.

В принципе, поступление в самые престижные университеты в настоящее время вполне реально для русского студента. Однако получать профессиональное образование в Англии можно не только в студенческие годы. Курсов для взрослых, предлагающих набор необходимой лексики (а в дополнение к ней профессиональные стажировки), здесь богатый выбор – как в «цитадели английской учености» Оксбридже, так и в Лондоне, и в старой, доброй провинциальной Англии. Выбор предполагаемых профессий тоже весьма обширен – здесь и популярная экономика, и компьютерные специальности, и техника, и медицина... Не забыли и про людей «творческих профессий» – это разнообразные курсы дизайна. Конечно, в большинстве своем такие курсы требуют определенного языкового навыка.

Обучаться «специализированному» английскому можно не только в Великой Британии. Щедрое наследство – английский язык, «оставленное» Мальте (когда-то английской колонии), сейчас находит свое использование в качестве одной из статей национального дохода. Потому качество преподавания в мальтийских школах – английское. В большинстве случаев, чем старше человек, выезжающий на языковые программы за рубеж, тем более серьезные обоснования могут от него потребоваться. Второй плюс мальтийских образовательных программ состоит в том, что на этом острове располагаются многочисленные филиалы престижных заграничных школ, специализирующихся, например, на обучении гостиничному менеджменту, туристическому бизнесу и т.д. Языковая программа в данном случае дополняется профессиональной практикой в отелях Мальты. И соответствует строгим качественным критериям, выдвигаемым «главенствующей» школой. Конечно, это не единственный вариант – программы делового английского (как общего, так и специализированного, рассчитанного на лексику по специальности) предлагают очень многие мальтийские школы.

Однако, как уже упоминалось, в современных условиях знание одного английского может оказаться недостаточным. Надо сказать, в коллегах и деловых партнерах, знающих язык, страны «неанглоязычного» региона весьма заинтересованы. Такой интерес предполагает языковая политика указанных стран, а именно «продвижение» родного языка. Потому и слушатели языковых курсов «для профессионалов» здесь находят радушный прием, возможность знакомства с «деловой кухней» иного мира. К тому же, многие (не обязательно современные, однако весьма востребованные на сегодняшний день) области занятий едва ли не «приписаны» к какому-то определенному языку.

Немецкий язык еще в далеком XVII в. считался языком технической мысли, и до сих пор многие «области» современной техники и технологии предпочитают общаться между собой на немецком – это различные инженерные специальности, автомобилестроение и многое, многое другое. Тем, кто заинтересован в сотрудничестве, кому приходится общаться на немецком с деловыми партнерами на переговорах, вести с ними переписку, составлять контракты, проводить презентации, в Германии предлагаются курсы делового немецкого языка. Обучение предполагает и практически «деловые визиты» – например, в деловую столицу Германии Франкфурт, посещение банков, бирж, а также центральных офисов крупных компаний.

Франция, в отличие от Германии, представляется нам больше страной «высокого вкуса» и культуры. Конечно, курсы, совмещающие изучение французского языка с таинствами французского виноделия, трудно признать чисто деловыми. Однако ресторанный бизнес ничуть не менее распространен, чем прочие. А какой может быть «высокий бизнес» без знания «языка высокой кухни»? Но кухня и мода – то, что мгновенно ассоциируется у нас с Францией – не единственные ее профессиональные предложения.

В начале XX века традиционными считались поездки во Францию обучаться искусству, и до сих пор французские школы дизайна и художественные школы принимают обучающихся со всего света – авторитет неоспорим. Знание делового французского становится тем более актуально, что искусство и этикет беседы здесь ценится еще с давних времен. Благо, поддерживать беседу на должном уровне этот язык позволяет всегда – конечно, когда это правильный французский. Не случайно именно он считается языком дипломатии.

Испанский язык, по прогнозам социологов, в следующем тысячелетии имеет все шансы снова оказаться в числе мировых языковых лидеров. Уже сейчас «испаноговорящие» территории оказываются примерно равны «англоговорящим». Один из актуальных примеров деловой области, где знание испанского необходимо профессионально, – туристический бизнес. Помимо самой Испании на том же языке общаются и в регионе «теплых морей», и на экзотических направлениях, на Кубе и в Латинской Америке – регионах, заслуженно считающихся у нас элитарными, и, следовательно, требующих от сотрудничающих компаний обязательного знания языка. И этот пример опять же не единственный. Со своей несложной грамматикой и произношением он относится к одним из самых легких для освоения языков [5]. Правда, нельзя сказать, что это вариант, пригодный для повсеместного – и особенно делового – использования. В любом случае, профессиональная подготовка в самой Испании – наилучший вариант.

Тем, кому «по долгу службы» бывает необходимо изучать сразу два языка (а такое случается), можно рекомендовать в качестве «страны обучения» и Швейцарию. Как швейцарские банки и швейцарские часы, это образование престижно и надежно. Кроме того, и у Швейцарии есть свои «знаковые занятия», изучать специфику которых гораздо эффективнее «на месте производства». Первым из них опять же стоит назвать искусство туризма и гостеприимства. В области отельного бизнеса качество швейцарского образования проверено веками – элитным курортом для высшего света эта страна стала очень давно – и продолжает сохранять и поддерживать такой статус. Естественно, для этого необходимо обучение персонала по швейцарским стандартам качества. Понятно, что профессиональная программа, пройденная в швейцарских школах, способна стать основательным плюсом будущего резюме.

Есть еще одно достоинство зарубежных образовательных программ. Несмотря на то, что в большинстве

случаев образовательные группы профессиональных программ принципиально небольшие (некоторые вообще предполагают индивидуальное обучение по конкретной программе – иногда по требованиям заказчика). Однако в любом случае в рамках курса и стажировки происходит общение, сотрудничество... А на специализированных курсах обыкновенно подбираются люди «одной сферы», одних интересов, нередко завязываются деловые отношения... «Специализированные» программы, как правило, собирают определенный контингент, объединенный общим делом, и вполне возможно, что после учебы появятся новые деловые контакты, из которых родятся перспективные международные проекты, начнется новый бизнес и т.д. Подобные примеры может привести не одна бизнес-школа. Так что изучение «профессиональных тайн» чужого наречия может оказаться выгодным во многих смыслах...

Заключение

Стратегия «обучения в течение всей жизни» постепенно становится фактом современной действительности. Полагать, что время получать образование, новые профессиональные навыки заканчивается ко времени покидания студенческой скамьи, в настоящее время никак не возможно. В стремительно, динамично меняющемся современном мире потребность в новых знаниях может возникнуть на любом этапе жизненного и карьерного роста. Знание языка – это тот капитал, что всегда оказывается практически полезным. И приносит прибыль.

Литература

1. *Лапаев Л.Л.* Капитал знаний. В сборнике: Технологии информационного общества // Сборник трудов XV Международной отраслевой научно-технической конференции. 2021. С. 397-399.
2. Иностранные языки и учеба за рубежом. Сентябрь 2006. С. 32-35.
3. Иностранные языки и учеба за рубежом. Октябрь 2006. С. 26-29.
4. Иностранные языки PLUS. Справочное пособие для изучающих иностранный язык. 2005. С. 26-30.
5. *Лапаев Л.Л.* Какой язык выбрать? В сборнике: Технологии информационного общества // Сборник трудов XVI Международной отраслевой научно-технической конференции. 2022. С. 369-370.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОЛЕВЫХ ИГР В ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ И КУЛЬТУРЕ РЕЧИ

Михайлова Алена Игоревна,
Московский технический университет связи и информатики, доцент, к.филол.н., Москва, Россия,
a.i.mihaylova@mtuci.ru

Аннотация
В статье рассмотрена ролевая игра как эффективная технология развития коммуникативной компетенции студентов на практических занятиях по русскому языку и культуре речи. Кратко описаны сущность ролевой игры, ее преимущества как вида деятельности в рамках изучения языковых дисциплин, этапы осуществления.

Ключевые слова
Ролевая игра, деловая игра, коммуникативная компетенция, русский язык и культура речи.

Введение

На данный момент при обучении будущих специалистов нужно учитывать смену подхода к профессиональному образованию: от «знаниевого» к практико-ориентированному [2] или иначе компетентностно-ориентированному. В связи с этим необходимым стало использование в педагогическом процессе таких форм работы, которые бы предполагали активное поведение обучающегося. Компетенция – это, прежде всего, способности к осуществлению действий, обеспечивающих продуктивное выполнение профессиональной деятельности, таким образом для формирования компетенций более полезным представляется не осуществление действий собственно учебного характера, а освоение тактик и стратегий поведения в смоделированной профессиональной ситуации. Кроме того, к выпускникам вузов предъявляются следующие требования: креативность и умение нестандартно мыслить, быть коммуникабельными, уметь находить решения и генерировать идеи [8], что в свою очередь требует наличия в образовательном процессе творческой составляющей и методов проблемного обучения.

Результаты исследований

Одной из современных интерактивных образовательных технологий является ролевая игра. Встречаются также определения «профессиональная игра» [5], деловая игра [4,6], «образовательная игра», объединяющая все игровые формы интерактивного обучения [1].

В рамках освоения гуманитарных дисциплин такая форма работы как игра «ориентирует на коллективное, публичное обсуждение проблем, интенсивное взаимодействие студентов и преподавателей» [6]. Деловые игры активизируют запас лексики профессионального общения и решают задачу развития коммуникативной компетенции, в связи с чем могут быть активно использованы не только на занятиях по профильным дисциплинам, но и в рамках предметов лингвистической направленности.

Коммуникативная компетенция в широком смысле включает в себя способность порождать и воспринимать тексты различных стилей, речевых жанров в соответствии с орфоэпическими, грамматическими, лексическими нормами языка, а также требованиями речевого этикета и правилами эффективной коммуникации в конкретной речевой ситуации. Развитие коммуникативной компетенции происходит в первую очередь в учебных ситуациях, требующих создания коротких или более длинных текстов, так, значительную часть методических материалов должны составлять задания продуктивного типа. При этом для гармоничного развития коммуникативных способностей нельзя ограничиваться только порождением письменных текстов, для тренировки навыков общения следует также регулярно предлагать обучающимся осуществлять спонтанное говорение.

Студентам, испытывающим трудности с формулировкой объемного высказывания, выступлением даже перед небольшим количеством людей, застенчивым, не проявляющим интереса к содержательной части дисциплины, гораздо проще дается такое спонтанное говорение в игровой форме, позволяющей в знакомой обстановке аудитории смоделировать разные речевые ситуации. Возможность взаимодействовать с другими обучающимися и преподавателем в устной форме в рамках смоделированных ситуаций дают ролевые игры.

Определение деловой игры, данное С.А. Шароновой, может быть применимо и к учебным ролевым играм вообще: «деловая игра - это сложная интерактивная технология, позволяющая, исходя из анализа моделирования ситуации разрабатывать многоальтернативные решения и проекты на основе разнообразного взаимодействия и сотрудничества обучаемых в условиях противоречивых (порой конфликтных) ролевых интересов, интеллектуальной и эмоциональной направленности, соревнования и экспертного оценивания» [7]. М.Н. Кузнецова выделяет языковую лингводидактическую игру – «форму продуктивной групповой учебной деятельности, направленной на развитие стратегий вербальной и невербальной коммуникации в условиях искусственно созданной проблемной ситуации, которая требует от учащихся исполнения обусловленных ею и актуальных для них социокоммуникативных ролей» [3].У данной технологии можно выделить следующие преимущества перед традиционными заданиями:

1) ролевая игра предполагает активную включенность студента в работу, позволяет ему ощущать себя в полной мере субъектом образовательного процесса. Наблюдателям необходимо предоставлять возможность последующего анализа действий игроков, другой вариант – задействовать разных учащихся на каждом этапе подготовки к игре.

2) Игра – это имитация реальной речевой ситуации, в том числе в профессиональной деятельности; она воспроизводит «характерные жизненные ситуации, в ходе которых участникам необходимо найти правильную линию поведения, выработать и принять цепочку решений с проверкой их на оптимальность» [1].

3) Игра всегда предполагает эмоциональную включенность, проявление субъективного начала, творческую составляющую, это не только раскрепощает и создает весьма благоприятный микроклимат на занятии, но и

выступает фактором, способствующим лучшему усвоению знаний и навыков, приобретенных в ходе самой игры и подготовки к ней.

4) Игровые задания выполняются совместно несколькими обучающимися, позволяя формировать толерантность, умение работать в малой группе [2] и вообще эффективно взаимодействовать друг с другом. В первом семестре на этапе формирования социальных связей в студенческом коллективе ролевые игры полезны не только с образовательной точки зрения, они помогают ребятам узнавать друг друга.

Таким образом в процессе ролевых игр на практических занятиях осуществляется непринужденное, но при этом контролируемое педагогом межличностное профессионально-ориентированное общение, решающее различные социальные и образовательные задачи.

Исследователями описано множество сценариев учебных игр и различных подходов к их подготовке, однако в основном такая форма образовательного взаимодействия рассматривается в качестве средства обучения иностранному языку [3-5 и др.]. Мы считаем, что ролевые игры не менее эффективны в рамках курса «Русского языка и культуры речи», обычно изучаемого в телекоммуникационном вузе на первом курсе. При традиционном условном делении курса культуры речи в соответствии с тремя ее аспектами – нормативным, коммуникативным и этическим – применение педагогической технологии ролевой игры эффективно во второй и третьей части курса.

В использовании игровой технологии на занятиях по русскому языку и культуре речи мы выделяем следующие этапы.

1. Предварительный. На данном этапе необходимо изучить или повторить используемые в игре понятия, особенности речевых жанров, которые будут воплощаться в игровой ситуации, возможно, некоторые речевые клише, уместные в моделируемой коммуникации, подготовить сопутствующие письменные тексты, если они нужны. Как правило, если на практическом занятии планируется ролевая игра, то эта работа осуществляется студентами самостоятельно или обсуждается на лекции. Задача предварительного этапа – дать обучающемуся возможность чувствовать себя уверено в игровой ситуации, оперировать понятными терминами и понимать стратегию своего поведения.

2. Подготовительный. Здесь осуществляется распределение ролей в зависимости от особенностей и личных пожеланий учащихся, предварительно подробно описывается игровая ситуация и задачи каждого участника. Сценарий игры не предполагается, от студентов требуется самостоятельное построение диалога (полилога) или монолога в зависимости от известных заданных параметров ситуации общения. Определяется примерное время игры и другие общие правила. Важно предложить задания и для «наблюдателей», чтобы обеспечить вовлеченность всей группы в процесс. Для больших групп уместно проведение одной и той же игры в два этапа с сокращением времени каждого.

Стоит отметить, что данное разделение характерно для игры-экспромта, когда студенты сначала изучают необходимый материал, а затем используют полученные знания в режиме реального времени, знакомясь с игровой ситуацией непосредственно перед началом игры, именно такая последовательность этапов представляется более эффективной. В случае же подготовленной игры эти этапы меняются местами.

3. Собственно игровой. Преподаватель может при необходимости останавливать процесс для внесения замечаний, но не злоупотреблять этим.

4. Заключительный. Это этап рефлексии, на котором участниками и наблюдателями обсуждаются недочеты и наиболее удачные решения.

Заключение

Итак, ролевая игра, являющаяся одной из интерактивных педагогических технологий, весьма эффективна при решении задач развития коммуникативной компетенции студентов технического вуза в рамках изучения дисциплины «Русский язык и культура речи», реализует все необходимы функции практического занятия по лингвистической дисциплине, давая возможность участникам осуществлять регламентированную, но неподготовленную практическую коммуникативную деятельность. Разработка ролевых игр, как и любых других активных технологий обучения русскому языку в техническом вузе представляется перспективным полем деятельности, особенно в вопросах интеграции лингвистически и некоторых вопросов, относящихся к предметам профессионального цикла.

Литература

1. *Дворковая М.В., Куренкова Е.А*. Образовательная игра как современное направление развития активного обучения // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. Том 8. № 1/2. С. 191-195.

2. *Добрынина Т.Н., Гуляевская Н.В.* Интерактивные технологии обучения в условиях педагогических инноваций // Медицина и образование в Сибири: сетевое научное издание. 2015. № 5.

3. *Кузнецова М.Н.* Лингвометодические основы использования ролевой игры как средства формирования навыков межкультурного общения на иностранном языке: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / М.Н. Кузнецова. М., 2011. С. 40.

4. *Мерзлякова Н.С.* Деловая игра как средство формирования иноязычной профессионально-коммуникативной компетенции // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). №8 (64). 2016. С. 133-142.

5. *Русина М.А*. Профессиональная игра в развитии коммуникативно-методической компетенции бакалавров языкового факультета педагогического высшего учебного заведения // Педагогический ИМИДЖ. 2019. Т. 13. № 1 (42). С. 114-124.

6. *Селюжицкая Л.Н.* Деловая игра в современном образовательном процессе экономического вуза // Вестник Полесского гос. ун-та. Серия общественных и гуманитарных наук. 2014. Вып. 1. С. 42–45.

7. *Шаронова С.А.* Деловые игры: учебн. пособие. М.: Изд-во РУДН, 2005. С. 52.

8. *Шнейдер Е.М., Сильченко Н.А., Овчинникова С.В*. Ролевая игра как технология и прогрессивный метод обучения в вузе // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 12-1. С. 176-179. URL: https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=39457 (дата обращения: 20.01.2024).

ПОНЯТИЕ СТРУКТУРНОГО ДЕТЕРМИНИЗМА В БИОЛОГИЧЕСКОМ КОНСТРУКТИВИЗМЕ УМБЕРТО МАТУРАНЫ

Попов Антон Павлович,
Московский технический университет связи и информатики,
старший преподаватель, кандидат философских наук, Москва, Россия,
a.p.popov@mtuci.ru

Аннотация

В статье рассматривается понятие аутопоэзиса в концепции биологического конструктивизма Умберто Матураны. Раскрывается содержание этого понятия и указываются источники теоретического наследования для этого понятия. Раскрывается содержание понятия организационной замкнутости. Автор рассматривает понятие организационной замкнутости как раннюю версию структурного детерминизма в будущей онтологии познания Матураны. Рассматривается само понятие структурного детерминизма, через его анализ демонстрируются те философские следствия, которые оно за собой влечет.

Ключевые слова:

Теория познания, радикальный конструктивизм, аутопоэзис, самоорганизация, структурный детерминизм

Умберто Матурана – чилийский биолог, один из представителей радикального конструктивизма, конкретнее – его «биологической» ветви. Радикальный конструктивизм – это эпистемологическое направление в философии XX-го века, представляющее собой совокупность концепций, объединенных идеей о принципиальной сконструированности реальности, то есть утверждается, что познающий субъект не репрезентирует в себе некую объективную действительность, а активно конструирует ее в процессе познания.

Конструктивизм Матураны и его коллеги и соавтора Франциско Варелы наследует идеям кибернетики второго порядка Хайнца фон Ферстера, вбирая из него основные принципы: кругообразности, операциональной (или организационной) замкнутости, самореферентности познающего субъекта.

Концепция Матураны и Варелы получила название «аутопоэзис» (или «самопроизводство» в переводе с греческого) и, несмотря на первоначальное неприятие ее научным сообществом, нашла широкие применение и поддержку от ряда известных теоретиков (например, от социолога Никласа Лумана). Суть концепции чилийских биологов состоит в следующем: отличительной характеристикой живых организмов (можно сказать «систем») является их способность к самоподдержанию, или, другими словами, они обладают такой организацией, которая обеспечивает их самовоспроизводство. Продуктом деятельности живых организмов в таком случае выступают сами эти организмы.

«Во-первых, это – автономия (-авто). То есть живые системы управляемы эндогенно, сами себя организуют. … Во-вторых, это – производство, действие (-поэзис)… В-третьих, это – не просто возвращение системы к самой себе, самовосстановление, итерация, повторение пройденного, но и ее самодополнение, самодостраивание, самообновление. Цикл автопоэзиса никогда не является замкнутым, и эта его незамкнутость есть открытость к новому, творчеству» [4, С. 79-80].

В отечественной исследовательской литературе существуют некоторые расхождения по поводу терминов «замкнутость», «закрытость», «открытость» применительно к теории систем и, в частности, к концепции аутопоэзиса. Когда говорят о замкнутости таких аутопоэтических, самореферетных систем, имеется в виду замкнутость организационная – единственным источником активности признается только самая аутопоэтическая система. Организационная замкнутость не подразумевает замкнутости циклической – то есть постоянного возвращения одного и того же состояния, такой тип замкнутости скорее характерен для систем, которые описываются в кибернетике Норберта Винера; так же аутопоэтические системы есть системы открытые, то есть способные к энергообмену с окружающей средой, однако такой энергообмен будет обусловлен организацией аутопоэтической системы; и, безусловно, такие аутопоэтические системы ни в каком смысле не являются полностью закрытыми, наподобие дома без окон и дверей.

Пояснение по поводу этих терминов необходимо для дальнейшего рассмотрения особенностей организации аутопоэтических систем, в частности, их структурной детерминированности.

В широком смысле этого понятия, детерминизм подразумевает, что одному состоянию мира в прошлом соответствует одно-единственное состояние мира в будущем. Конечно, тут возможны уточнения, в процессе которых на свет появляются самые разнообразные формы детерминизма: каузальный, некаузальный, импликативный, телеологический, функциональный, информационный, дефинитивный и другие [6, 7].

В обыденном сознании чаще всего мы встречаем представление о механическом детерминизме: «В соответствии с таким пониманием каждое явление в фиксированных условиях строго однозначно вызывает другое явление. … Сторонники такой позиции отождествляют детерминизм с монокаузальностью и считают, что причинность шире детерминизма, включает его в себя или тождественна детерминизму. … Детерминизм понимается как механическое одностороннее воздействие, как внешний толчок, принуждение» [7, С. 8].

Матурана выступает с резкой критикой такого представления о детерминации поведения или организации аутопоэтических систем.

«Онтологическое допущение Матураны таково, что мир структурно детерминирован. Он имеет в виду, что поведение всех сложных объектов (composite unities), будь они живыми системами или неодушевленными предметами, целиком детерминировано их структурой. Другими словами, концепция структурного детерминизма

Матураны выступает обобщением его ранних представлений об организационной закрытости» [1, P. 7].

Механический каузальный детерминизм оказывается онтологически невозможным. Матурана отождествляет причину с инструктивной интеракцией – прямой связью между причиной и следствием, какое-то А всегда вызывает некое В. Например, чтение этого текста (А) вызывает в читателе знание о структурном детерминизме Матураны (В) – это и есть инструктивная интеракция. Согласно структурному детерминизму Матураны, знание о структурном детерминизме (В), почерпнутое из чтения этого текста (А), было отобрано (selected, как сказал бы сам Матурана) посредством чтения, но детерминировано структурной организацией читающего, но никак не самим текстом.

«В сущности, Матурана утверждает, что наше повседневное употребление слова “причина” всегда подразумевает или имплицирует детерминацию в смысле инструктивной интеракции, тогда как “каузация” – это всегда отбор (a selecting)» [1, P. 8]; «В структурном детерминизме Матураны способность организма к восприятию не специфицируется, а провоцируется через взаимодействия с субстратом, что, как считает Имото, выводит на передний план среду (medium), и именно от структуры организма зависит, какие структурные конфигурации среды провоцируют структурное изменение в организме» [5, С. 10].

Таким образом, именно организация замкнутой аутопоэтической системы определяет «правила ее интеракций и транформаций, специфицирующие условия возникновения различных состояний, которые выступают необходимой реакцией» [2, P. 86].

В силу аутопоэтического устройства живых систем (организмов) их структура меняется вместе с каждым взаимодействием со средой, так что аутопоэтическая система никак не может представлять из ферстеровской «тривиальной машины» [3], то есть всегда на конкретный входной сигнал А отдавать конкретный выходной сигнал В.

Причинность, таким образом, оказывается скорее психологической категорией. Причинность появляется, когда два структурно-детерминированных объекта (а в онтологии Матураны весь мир обладает структурной детерминацией) вступают в такое взаимодействие друг с другом, которое оказывается ожидаемым для наблюдателя. Строго говоря, никаких других видов взаимодействия для Матураны не существует. Например, читатель видит этот текст только потому, что его организм имеет такую структуру, которая может вступать во взаимодействие с физической структурой природы, то есть именно структурная организация читателя и мира вообще делает возможным зрение. Это и есть структурный детерминизм.

Такая онтология необходимо влечет за собой серьезные следствия.

Во-первых, Матурана отрицает существование (и даже саму возможность существования) объективного знания. В такой картине мира познание – это наблюдаемое изменение внутренней структуры познающего. В каком-то смысле Матурана здесь оказывается близок к другому биологу – Якобу фон Икскюлю (1864-1944) и его понятию Umwelt: «Umwelt – это специфический окружающий мир, к которому приспособлен и который строит себе всякий биологический организм. Umwelt строится путем отбора значимого и ценного и вовлечения всего этого в жизненный мир организма…» [4, С. 126]. Разница в том, что Матурана не признает никакого телеологического или телеономического стремления аутопоэтических систем к «ценному» или «значимому», согласно Матуране такие системы «бесцельны» [2, P. 85-86]. Во-вторых, линейная казуальная причинность, которую Матурана называет инструктивной интеракцией, оказывается невозможной, что, в свою очередь, влечет за собой невозможность управления событиями. В-третьих, структурная детерминация живых и неживых систем предполагает только структурное сопряжение (structure coupling) как способ взаимодействия между системами.

В таком виде разница между живыми и неживыми системами начинает истончаться и, в доведенном до логического завершения виде, даже вовсе исчезает – поскольку единственный способ взаимодействия с миром, а значит и существования в мире, идентичен для любых систем – это структурное сопряжение.

Литература

1. *Dell Paul F*. Understanding Bateson and Maturana: Toward a Biological Foundation for the Social Sciences // Journal of Marital and Family Therapy. 1985. Vol.11. No.1, pp. 1-20.

2. *Maturana H.R., Varela F.J.* Autopoesis and Cognition. The Realization of the Living. Dordrecht; Boston; London: D. Reidel Publishing Company, 1980. 141 p.

3. *Nadin M*. Anticipation and Computation: is Anticipatory Computing Possible? // Cognitive Systems Monographs 29. Switzerland: Springer, 2016, pp. 283-339.

4. *Князева Е.Н*. Энактивизм: новая форма конструктивизма в эпистемологии. М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив; Университетская книга, 2014. 352 с.

5. *Кравченко А.В*. Гипотеза Сепира-Уорфа в контексте биологии познания // Вопросы когнитивной лингвистики. 2007. №1. С. 5-14.

6. *Магомедов К.М.* О некоторых некаузальных формах детерминизма // Вестник Дагестанского государственного университета. 2014. №5. С. 206-210.

7. *Меньчиков Г.П.* Детерминизм XXI: проблемы и решения. М.: Спутник+, 2015. 96 с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ПЕРИОДОВ ГРАЖДАНСКОЙ ВОЙНЫ

Скляр Лидия Николаевна,
МТУСИ, доцент кафедры философии, истории и межкультурных коммуникаций, кандидат исторических наук, Москва, Россия,
l.n.skliar@mtuci.ru

Бочарова Татьяна Ивановна,
МТУСИ, доцент кафедры философии, истории и межкультурных коммуникаций, кандидат педагогических наук, Москва, Россия,
t.i.bocharova@mtuci.ru

Аннотация
В статье рассматриваются особенности развития некоторых периодов гражданской войны. Особое внимание уделяется иностранной интервенции, которая оказала большое влияние на ход гражданской войны. Авторы приходят к выводу, что в результате гражданской войны Россия потеряла многие территории, была разрушена промышленность, торговые отношения со странами Запада.

Ключевые слова
Гражданская война, террор, большевики, Восточный фронт, интервенция.

Введение

Многие из нас задаются вопросом о разрушительности революций, обязательно ли они могут приводить к гражданской войне, разорению страны? Размышляя над этим, многие историки приходят к выводу о том, что любая революция нецелесообразна. Но можно ли говорить о нецелесообразности исторических событий?

Гражданская война – это закономерное развитие событий, происходивших в России с конца 1917 г. по начало 1918 года, рассматриваемое как продолжение Октябрьской революции, переросшее в вооруженный конфликт. Некоторые исследователи отмечают иной подход к анализу истории и отрицают зависимость Гражданской войны от Октябрьской революции.

У любой революции всегда один сценарий: пришедшие к власти стремятся сохранить свои позиции, а свергнутый господствовавший класс желает восстановить свое место под солнцем. И несмотря на отсутствие прямой связи между революцией и гражданской войной, последняя была неизбежна после событий 1917 г. Казалось бы, войну можно было бы избежать, если бы большевики не допустили ряд ошибок в начале правления. Но проведенный анализ событий доказывает, что роспуск Учредительного собрания, продразверстка 1918 года и мобилизация крестьян способны были поспособствовать развитию Гражданской войны, а её причины куда глубже: жесткая классовая борьба угнетенных и угнетателей, ненависть народа к буржуазии и бывшим помещикам, а также разрушительная Первая мировая война. Все эти причины говорят о неизбежности предстоящей Гражданской войны.

Результаты исследования

Иностранная интервенция оказала большое влияние на ход гражданской войны:

1. Декабрь 1917 года – произошла оккупация Бессарабии Румынией.

2. Май 1918 года – вторжение немецких войск в Орловскую, Курскую, Воронежскую губернии, а также захват Крыма и Ростова-на-Дону.

3. Контроль турецкими войсками Армении и Азербайджана.

Антанта не признавала Брестский мир и требовала восстановления Восточного фронта. Началом интервенции стран Антанты является 6 марта 1918 г.: английский десант высадился в Мурманске, за ним последовал французский десант 18 марта и американский 27 мая, а также высадка 9-тысячного отряда Антанты в Архангельске. Вместе с этим, японский, английский и американский десанты высадились во Владивостоке.

В мае 1918 года произошёл мятеж Чехословацкого корпуса. История корпуса начинается со второй половины 1916 г., когда первая мировая война была в самом разгаре и царское правительство решило сформировать из военнопленных чехословацкую бригаду, чтобы использовать ее против австро-германских войск. Но тут произошла Февральская буржуазно-демократическая революция, и Временное правительство распорядилось развернуть бригаду за корпус. Командиром корпуса был назначен генерал русской армии Шокоров, начальником штаба – генерал Дитерихс. В августе 1917 г. корпус состоял из 42 тыс. человек, который составляли две дивизии и артиллерийский дивизион. Политическое руководство корпусом осуществляли Т. Масарик и Э. Бенеш [1, с. 32].

Англия, Франция, США, Япония весной 1918 г. начали антисоветскую интервенцию высадив свои войска в Мурманске и Владивостоке. Конечно, легче было бы расправиться с Советской Россией при широкомасштабном непользовании Антантой собственных войск. Но сделать это помешали продолжающаяся война против германо-австрийского блока и имевшие место разногласия внутри стран Антанты. Большой интерес в этом плане представляет анализ событий, данный в письме М.М. Литвинова наркому иностранных дел Г.В. Чичерину в начале 1919г. Сообщая о попытках советских дипломатов добиться прекращения интервенции, Литвинов пишет: «Не подлежит сомнению, что Англия и Америка не прочь попытаться прийти к соглашению с нами и что упорствует главным образом Франция»! Он даже называет имена наиболее ярых противников – это Клемансо и бывший датский посланник в Петрограде – Скавениус [2, с. 164]. Однако в результате активных действий левых сил и советской дипломатии в странах Антанты общественное мнение все больше и больше склонялось в пользу договора о прекращении интервенции. Многие правительства вынуждены были реагировать на эти выступления демократических сил и ограничить посылку новых войск в Советскую Россию.

В этом же письме Литвинов сообщает, что, по официальным источникам Антанты, всего в Сибири на начало 1919 г. находилось союзных войск 72 тыс. из них 20 тыс. английских и 13 тыс. американских (включая север России и Сибирь) [2, с. 230].

Учитывая опасность такого хорошо организованного корпуса, Советское правительство приняло меры, чтобы вернуть чехов и словаков на родину, а именно Чехословацкий корпус, который с 9 января 1918 г. входил в состав французской армии, отправить во Францию через Владивосток.

Советское правительство потребовало сдачи оружия, но это требование не было выполнено и эшелоны двинулись на Восток. Командование корпуса отказалось выполнять это требование и начало активные боевые действия против большевиков.

Молниеносными действиями при поддержке чехословаков власть Советов была свергнута на Урале, в Сибири, в Поволжье и на Дальнем Востоке.

Начиная открытую военную интервенцию небольшими военными силами, Антанта надеялась поднять боевой дух внутренних противников большевиков и сплотить их силы. Когда этих целей ей достичь не удалось, были приняты меры к расширению интервенции и более тесному взаимодействию с внутренними врагами большевиков.

Однако боевые успехи Красной Армии, широкая волна протестов в странах Западной Европы, заражение солдат экспедиционных войск революционным духом все чаще наталкивали политиков стран Антанты на то, что агрессия может окончиться провалом.

8 июня был принят Комитет Учредительного собрания (КОМУЧ) во главе с В.К. Вольским в Самаре. Его создали члены Учредительного собрания и эсеры. Комитет объявил себя властью в Поволжье на период революции. Всё больше появлялись такие собрания: Временное Сибирское правительство во главе с П.Я. Дербером (в Томске), Уральское временное правительство, Верховное управление Северной области (в Архангельске) и «Диктатура Центрокаспия» (в Баку). Далее высшим органом власти себя объявила эсеро-кадетская Уфимская директория во главе с Н.Д. Авксентьевым. Целью этих правительств было освободить Россию от советской власти и воссоединить разрозненные области России.

Большевики продолжали терять свою власть. Во Владивостоке их власть была свергнута чехословаками под руководством М.К. Дихтерихса. Затем Д.М. Красноярцев с войском свергают власть большевиков в Оренбургской области. В Ижевске и Воткинске вспыхнуло восстание рабочих на оружейных заводах. В целом антибольшевистские восстания продолжались до ноября 1918 года.

В ноябре 1918 года Германия вместе со своими единомышленниками проиграли в Первой мировой войне. Красная армия двинулась занимать регионы, которые германские войска должны были покинуть в связи с договорённостью. Независимость обрели Латвия, Литва, Белоруссия, Эстония, Украина и Галиция. Эти страны занялись формированием собственных армий. Был сформирован Западный фронт во главе с Д.Н. Надёжным в 1919 году Украинский фронт во главе с В.А. Антоновым-Овсеенко для занятия территорий Прибалтики, Украины и Белоруссии.

Таким образом Красная армия заняла большую часть Белоруссии и Прибалтики к середине января 1919 года. За зиму советские войска освободили от войск УНР Одессу, Крым, Харьков, Екатеринославль, Полтаву, Киев.

В октябре в связи с наступающей на город Красной армией, Временное Всероссийское правительство переехало из Уфы в Омск. Туда же прибыл А.В. Колчак. Он вошел в состав Временного Всероссийского правительства. Это временное правительство называли Советом министров Директории.

Далее эсеровская Директория была разогнана и власть передана Колчаку. Его объявили Верховным правителем России. Он установил режим военной диктатуры и провел реорганизацию армии.

Колчак со своей армией перешёл в наступление и в 1918 году овладел Пермью. В 1919 году его армия соединилась с Северной армией генерала Миллера, после чего овладела Уфой, Ижевском, Уралом и начала продвигаться к Волге.

28 апреля 1919 года под командованием М. В. Фрунзе Красная армия перешла в контрнаступление, вытеснив войска Колчака из Уфы. Уже к августу того же года войска Восточного фронта захватили Челябинск и Екатеринбург. Сам Колчак перебрался в Иркутск.

Решающие боевые действия происходили между реками Тобол и Ишим в сентябре-октябре 1919 г. Тогда же состоялся Великий Сибирский Ледяной поход – остатки разгромленного войска Колчака отошли до Читы [3, с. 337].

В Иркутске тем временем вспыхнуло восстание эсеров и была установлена сила Политического центра. Мятеж против директории Колчака поддержал М. Жанен, военачальник чехословаков. Колчака задержали и передали ревкому большевиков. Руководитель Белого движения был расстрелян без суда в ночь на 7 февраля.

В ноябре 1918 года Донской армией Краснова было нанесено поражение «красным». Его войско прорвало Южный фронт и стало продвигаться на север. Красной армии только через месяц удалось остановить продвижение войск Краснова.

В ноябре 1918 г. армия атамана Краснова разбила войска РККА, прорвала Южный фронт и двинулась на север. Большевики вступили на Дон и начали так называемое «расказачивание» – массовый террор против казаков. Вследствие этого вспыхнул Вёшенский мятеж. Казаки шли под лозунгом «Советы без коммунистов». Красной армии пришлось сражаться и с Донской армией Белого движения, и подавлять восстание [4, с. 415].

Деникин подавил большевиков на Северном Кавказе, а также подчинил себе войска Кубани и Дона. В январе 1919 года Добровольческая армия под его командованием присоединилась к Вооруженным силам Юга России.

Самый тяжелый период гражданской войны пришелся на весну 1919 года. Антанта рассчитывала на победу Белого движения, поэтому на помощь белым были отправлены финские, эстонские, литовские, латышские и польские войска.

Для сражений на Южном фронте большевики проводят мобилизацию войск. Части РККА были привлечены к борьбе с партизанскими рейдами Нестора Махно. Он был руководителем повстанческого движения на юге Украины. В октябре-ноябре «красные» переходят в контрнаступление, одерживают ряд побед под Таганрогом. Семён Михайлович Будённый разбивает белых и выводит Красную армию к Дону. Красным удалось разделить ВСЮР на крымскую и кавказскую части. Михаил Николаевич Тухачевский возглавил Юго-восточный фронт.

Тем временем Деникин овладел Ростовом и Новочеркасском. 1-я Конная армия победила генерала Павлова с его войском в сражении под Егорлыцкой. Это значительно повлияло на битву за Кубань. Казаки переходили на сторону «зеленых» – ещё одна сила в Гражданской войне. «Зеленые» – непостоянные, в большинстве казачьи и крестьянские вооружённые формирования, которые боролись с иностранными интервентами, большевиками и белогвардейцами.

Фронт белых развалился и остатки Добровольческой армии перешли в Новороссийск. 4 апреля Деникин покинул пост Главнокомандующего ВСЮР. Командование он передал Петру Николаевичу Врангелю.

В начале 1919 года власть большевиков была ликвидирована войсками Эстонии, Литвы и Латвии.

Главнокомандующим Северо-Западным фронтом был назначен Николай Николаевич Юденич. Весной и осенью 1919 года он вышел с войском на Петроград. Северо-западную армию вытеснили в Эстонию. Там был подписан Тартуский мирный договор между РСФСР и самой Эстонией. Армия Юденича оказалась разоружена. По итогу ни Финляндия, ни Эстония не помогли Юденичу, так как руководители белого движения не признавали независимость этих стран.

В разгар этой войны П. Н. Врангель восстановил армию Деникина и выступил из Крыма. Франция стала помогать оружием и боеприпасами армии Врангеля.

14 августа 1920 года на Кубань высадили десант из Крыма. Целью было открытие второго фронта против РККА. Казаки уничтожили отряды большевиков, но генерал Сергей Георгиевич Улагай остановил наступление для перегруппировки войск, а для красных это стало некой передышкой, и они дали отпор и казакам пришлось эвакуироваться в Крым.

Далее Врангель бросил части своей армии на Донбасс. Красная армия была разбита. Но его планы рушились: поляки заключила перемирие 12 октября 1920 г. с большевиками. 28 октября войска во главе с Фрунзе перешли в контрнаступление. Большая часть армии Врангеля успела отойти в Крым, но из-за преимущества в численности войска, Фрунзе начал штурм Крыма 7 ноября. 11 ноября при поддержке отрядов Нестора Махно оборона белых была прорвана. Таким образом, сопротивление власти «красных» в европейской части страны было подавлено [5, с. 160].

В конце мая во Владивостоке произошел переворот. В связи с эти власть перешла к «белым». В ноябре началось наступление белой армии на север, в результате которого им удалось занять Хабаровск.

Под руководством Василия Константиновича Блюхера войска НРА перешли в наступление. 5 февраля 1922 г. войска Красной армии нанесли сильный контрудар и прорвали оборону и заняли Хабаровск. 25 октября 1922 г. Владивосток был занят красноармейцами. 14 ноября командующие НРА обратились во ВЦИК с просьбой принять ДВР в состав РСФСР. На следующий день республика вошла как Дальневосточная область в состав РСФСР.

Заключение

Таким образом, в результате гражданской войны к 1922 г. Россия потеряла многие территории: Латвию, Эстонию, Польшу, Финляндию, Бессарабию, Западную Украину и Карскую область. Причины поражения белых в гражданской войне по большей части связаны с тем, что войска были разобщёнными, также их руководители не смогли объединить всех недовольных большевизмом. Поэтому многие местные правительства противостояли большевикам в одиночку, не старались объединить усилия для образования единого движения.

Большевикам же в короткие сроки удалось создать регулярную Красную армию. Важным является то, что у красноармейцев был Совет обороны, который являлся единым центром руководства военными действиями.

Советская власть пользовалась удачным местоположением своих войск: они находились в центре страны и перераспределяли ресурсы для различных фронтов.

Крестьянство больше поддерживало советскую власть, так как большевики вели активную агитационную работу. Крестьян импонировали идеи большевиков: «за бедных, против эксплуататоров» и факт того, что многие красные командиры были такие же как они труженики. Белые же проявили слабость в плане агитации крестьян. У них не оказалось такого опыта и умений в области революционной пропаганды.

Антибольшевистские силы не торопились решать аграрный вопрос. Деникин не реализовал свою земельную программу, которая была направлена на укрепление средних и мелких хозяйств за счет казенных и помещичьих земель.

Несмотря на то, что Антанта помогала вооружением и захватом некоторых городов, значительная поддержка с их стороны не была осуществлена. Большевики признали прибалтийские государства независимыми и это исключило возможность участия Антанты в интервенции.

Литература

1. *Бровкин В.Н.* Россия в гражданской войне: власть и общественные силы // Вопросы истории. 1995. № 5.

2. *Галин В.В.* Интервенция и гражданская война. М.: Алгоритм, 2004. 324 с.

3. *Скляр Л.Н.* Особенности развития некоторых аспектов гражданской войны // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». М.: МТУСИ, 2023. С. 336-338.

4. *Левин М.* Гражданская война: динамика и наследие // Гражданская война в России: перекресток мнений. М.: 1994. 452 с.

5. *Мордвинов Р.Н.* В грозные годы гражданской войны. М.: Просвещение, 1977. 320 с.

ЛИНГВОСТРАНОВЕДЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Трубач Ольга Кировна,
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), старший преподаватель, Москва, Россия,
o.k.trubach@mtuci.ru

Горшкова Дарья Ивановна,
Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), старший преподаватель, Москва, Россия,
d.i.gorshkova@mtuci.ru

Аннотация

В статье анализируется необходимость создания современного лингвострановедческого пособия по русскому языку для иностранных студентов с учетом необходимости развития личных навыков в межкультурной и профессиональной коммуникации; рассматриваются принципы, в соответствии с которыми должно быть построено подобное пособие; предлагаются типы заданий, которые могут быть включены в пособие.

Ключевые слова

Лингвострановедение, межкультурная коммуникация, профессионально-ориентированная коммуникация, коммуникативная компетенция

Введение

В настоящее время в России учится большое количество иностранных студентов, поэтому многие аспекты преподавания РКИ становятся крайне важными, поскольку основная часть иностранцев, приезжающих в Россию для получения образования, начинают изучать русский язык с нуля. Лингвострановедение, безусловно, является важнейшим аспектом в преподавании РКИ, поскольку это дисциплина, основной задачей которой можно считать формирование коммуникативной компетенции (т.е. овладение нормами бытового, научного и, в перспективе, профессионального общения) [1]. Очевидно, что без ознакомления с культурным и социальным контекстом обучающийся может использовать язык только как знаковую систему, поскольку владение исключительно фонетической, лексической, грамматической системами языка не позволяют участвовать в коммуникации на должном уровне и, следовательно, решать задачи, ради которых человек, в принципе, в коммуникацию вступает.

Если говорить о сфере высшего образования, то, безусловно, необходимо учитывать, что для иностранных студентов становятся актуальными не только коммуникативные нормы социально-бытовой коммуникации, но и коммуникативные нормы, связанные с более узкими сферами общения, например, студенческая среда и профессионально-ориентированная коммуникация [2]. Другими словами, иностранных студентов на уроках русского языка необходимо знакомить не только с лингвострановедческой информацией общего характера, но и с информацией, связанной с их учебной и будущей профессиональной деятельностью, так как именно такая информация способствует формированию межкультурной и профессионально-ориентированной компетенции, которая поможет в решении профессиональных и социально-культурных задач, которые неизбежно встанут перед выпускниками вузов в будущем.

Результаты исследования

Таким образом, перед преподавателями РКИ встает важная задача – создание современных лингвострановедческих пособий, ориентированных именно на потребности студентов-иностранцев и адекватных современным условиям жизни в стране изучаемого языка [3]. Методика преподавания РКИ имеет давнюю традицию, но на современном этапе важно осознавать, что лингвострановедческие сведения могут быть статичными и подвижными, что в целом задачи лингвострановедения заключаются в изучении отражения явления действительности в языке, поэтому современное лингвострановедческое пособие должно преодолевать разногласия между формами обучения, сложившимися на протяжении многих десятилетий, и новыми требованиями, которые предъявляют современные реалии: подобное пособие в принципе должно подводить обучающихся к идее изменчивости, к тому, что ситуация не будет застывшей и что любые изменения в окружающей действительности будут отражаться в языке и, соответственно, в коммуникативных нормах [4].

Исходя из всего вышеизложенного, при создании лингвострановедческого пособия, как нам представляется, необходимо следовать следующим принципам:

1) современное пособие по лингвострановедению может быть построено по традиционному тематическому принципу, но обязательно с учетом изменений, происходящих в повседневной жизни, поскольку эти изменения неизбежно отражаются в языке: новые лексические единицы, новые языковые клише и т.д.;

2) пособию должна быть присуща вариативность в зависимости от уровня аудитории: часто уровень владения языком накладывает ограничения на выбор лингвострановедческого материала;

3) в лингвострановедческие пособия для студентов вузов необходимо включать материал, связанный с учебной деятельностью и с выбранной специальностью (студенты должны осознать, что любая профессиональная деятельность имеет свои коммуникативные правила).

Дале в статье предлагаются примеры заданий и материалов, которые могут войти в пособие по лингвострановедению для иностранных студентов прежде всего с учетом изменений реалий в современном мире, которые напрямую влияют на речь носителей языка в разных жизненных ситуациях. Так, речевое поведение в магазине во время покупки за несколько лет претерпело серьёзные изменения и меняется до сих пор с появлением новых технических возможностей. Иностранные учащиеся для успешной коммуникации в настоящее время должны знать такие речевые конструкции, как: «(Оплата) картой или наличными?», «У Вас есть скидочная карта или наше

приложение?», «Товары по акции (желаете)?» и другие.

Для усвоения материала можно рекомендовать следующие типы заданий:

Задание 1. Прочитайте и переведите диалог. (Возможно: выучите его и разыграйте по ролям).

На кассе.

Кассир: Добрый день! Пакет нужен?

Покупатель: Один, пожалуйста.

Кассир: Большой или маленький?

Покупатель: Маленький. Думаю, хватит.

Кассир: Товары по акции желаете? Есть вкусный белый шоколад, детское мыло.

Покупатель: Нет, спасибо.

Кассир: Есть скидочная карта нашего магазина?

Покупатель: Забыл дома, к сожалению.

Кассир: Ничего. Можно по номеру телефона. Диктуйте.

Покупатель: 89167270895.

Кассир: Скидка прошла. Бонусы ушли на карту. К оплате 2 тысячи 120 рублей. Оплата по карте или наличными?

Покупатель: По карте.

Покупатель прикладывает карту к терминалу.

Кассир: Оплата прошла. Хорошего дня!

Покупатель: Спасибо!

Задание 2. Восстановите диалог.

На кассе.

Кассир: Добрый день! ...

Покупатель: Один, пожалуйста.

Кассир: ..?

Покупатель: Маленький. Думаю, хватит.

Кассир: ... ? Есть вкусный белый шоколад, детское мыло.

Покупатель: Нет, спасибо.

Кассир: Есть ... нашего магазина?

Покупатель: Забыл дома, к сожалению.

Кассир: Ничего. Можно по номеру телефона. Диктуйте.

Покупатель: 89167270895.

Кассир: ... прошла. Бонусы ушли на карту. К оплате 2 тысячи 120 рублей. ... ?

Покупатель: По карте.

Покупатель прикладывает карту к терминалу.

Кассир: Оплата прошла. Хорошего дня!

Покупатель: ... !

Если оплата в супермаркетах и других больших магазинах обычно производится по карте и иногда наличными, то в маленьких магазинах, киосках и на рынке часто нет терминала, поэтому оплата возможна только наличными или переводом денежных средств на счёт продавца/хозяина магазина. Соответственно, требуется использование других речевых клише. Например, «Я могу оплатить переводом?», «Можно перевести на карту или по номеру телефона» и другие.

Необходимо также отметить, что в настоящее время более частотно интернет-общение при заказе различных товаров и услуг, покупке чего-либо, вместо телефонных разговоров ведётся диалог в мессенджерах. Это облегчает положение инофонов, поскольку коммуникация происходит опосредованно, в письменной (печатной) форме, с возможностью задержки во времени, позволяющей использовать переводчик, а язык, который употребляется на сайтах, стандартизированный. Однако для повышения скорости и комфорта такого общения некоторые речевые клише целесообразно вводить в программу обучения иностранцев РКИ уже на начальном этапе. Например, в банкомате на экране высвечиваются фразы: «Внести/снять наличные», «Продолжить операцию или вернуть карту», «Заберите карту». Заказ такси, покупка билетов и других товаров также сейчас часто производится онлайн. Можно предложить учащимся задание на сопоставление реплик и ситуаций.

Задание 3. К какой ситуации относятся эти фразы? Соедините правую и левую части.

1. Купить билет.	1. Покупка в магазине.
2. Оплата картой или наличными?	2. Заказ в онлайн-магазине.
3. Комментарий водителю.	3. Заказ такси.
4. Желаете товары по акции?	4. Покупка билета в театр.
5. Внести или снять наличные?	5. В банкомате.
6. Выберите место.	
7. Можно оплатить переводом?	
8. Выберите категорию автомобиля.	
9. Заберите карту.	

По мнению некоторых современных методистов, преподавателей РКИ, для социокультурной адаптации иностранных учащихся в российской языковой среде необходимо их знакомство не только с литературными формами национального языка, но и с такими явлениями, как жаргон, профессионализмы и даже просторечие [5]. При общении с носителями языка инофоны должны, в первую очередь, понимать намерения собеседника, по возможности освоить формы кооперативного, а в некоторых случаях и конфронтационного поведения [6]. Разговорный, художественный и публицистический стили изобилуют различными отклонениями от канонического русского литературного языка, который является предметом изучения иностранцев на начальном этапе.

Незнание нелитературных, жаргонных речевых клише приводит к коммуникативным ошибкам. Попадая в студенческую среду, иностранные учащиеся теряются, слыша, что у их однокурсников «хвосты» по «матану», не сданы «лабы» по «термеху». Кроме этого, даже если студенческие или молодёжные жаргонные слова и выражения быстро усваиваются инофонами (слинять с пары, провалить экзамен, популярные усеченные формы: универ, препод, студак и так далее), то, в отличие от носителей языка, иностранные учащиеся не владеют культурным кодом, который помогает безошибочно определять, где и с кем можно говорить подобным образом, а также при необходимости быстро менять регистр общения и переходить на литературный язык.

В присутствии преподавателя, невзирая на демократизацию современного общества, до сих пор не принято использовать жаргонные выражения. Русскоговорящий студент скажет, обращаясь к преподавателю: «Я не был в университете на прошлой неделе и пропустил эту лабораторную работу», «Извините, я забыл студенческий билет в общежитии» вместо привычного среди студентов, друзей: «Я не был в универе на прошлой неделе и пропустил эту лабу», «Я забыл студак в общаге». Именно поэтому мы согласимся с мнением методистов РКИ, счита-

ющих нецелесообразным вводить жаргонную лексику в активный словарь иностранного учащегося. Однако необходимость знакомства с жаргоном, обучение подбору синонимов в литературной речи, презентация синтаксических и парадигматических отношений этих лексических единиц кажутся обоснованными [7].

На более продвинутом этапе обучения языку иностранные студенты часто сталкиваются со сложностями перевода публицистических и художественных текстов из-за использования в них жаргонной лексики [8]. Начиная с 90-х годов 20 века в результате новых общественно-политических установок и общей демократизации язык СМИ подвергся сильному изменению. В телевизионных программах, на страницах газет, интернет-сайтов и форумах мы встречаем большое количество жаргонизмов, уголовного арго, даже табуизированной лексики. В основе явления жаргонизации языка СМИ лежит желание быть понятным обычному, «среднему» слушателю или читателю, приспособление к его «речевым вкусам» [6]. Возьмём примеры с сайта RT на русском: «Если прочитаешь это, кинь со своей камеры видос», «Ролик разлетелся по соцсетям», «Он показал рисунок на футболке доходяги», «Чего только не ляпнет политик, когда хочет переизбраться на второй срок».

Для знакомства с общежаргонной лексикой учащимся можно предложить проанализировать текст, выписав жаргонизмы. Подобрать синонимы к ним в литературном языке. Например, говоря о человеке: «Душная она какая-то. Вечно пристаёт со своими советами!». Прямое (литературное) значение слова «душный» связано с ощущением духоты, затрудненного дыхания, спёртого воздуха — душная аудитория, душная погода, душная атмосфера. Если речь идёт о характеристике человека, то это слово приобретает жаргонное значение, литературными синонимами будут уже слова «скучный», «занудный», «надоедливый».

Можно составить словарик жаргонизмов в виде таблицы, где будут перечислены: жаргонизм, его значение, пример из разговорной или публицистической речи, литературный синоним, комментарии (например, используется только среди друзей). В подобном словаре могут быть указаны другие парадигматические связи, например, однокоренные слова. Так, «душнила» (существительное), то есть «душный» (занудный) человек. Синонимом будет слово «зануда». «Душнить» (глагол) — вести себя занудно.

Заключение

Возможно, в будущем авторам учебных пособий по лингвострановедению потребуется сначала смоделировать портрет личности того или иного иностранного учащегося для того, чтобы создать оптимально подходящие задания с учетом конкретных коммуникативных потребностей обучаемого, так как успешная деятельность любого человека, безусловно, связана с постоянным развитием личных навыков в языковом пространстве, а лингвострановедческий аспект в преподавании языка дает возможность сформировать умение адекватно преподносить и интерпретировать информацию в различных ситуациях, быстро реагировать на появление инновационных средств для получения информации, в том числе и в профессиональной коммуникации.

Литература

1. *Дмитриева Д.Д.* Лингвострановедческий аспект в системе обучения русскому языку как иностранному (на примере кафедры русского языка и культуры речи КГМУ) // Балтийский гуманитарный журнал. 2019. Т. 8. № 3 (28). С. 46-48.

2. *Дейкина А.Д., Левушкина О.Н. Роль* лингвокультурологического подхода в методике преподавания русского языка как родного, как иностранного и как неродного // Вестник РУДН, серия Вопросы образования: языки и специальность. 2012. № 4. С. 23-28.

3. *Малашенкова Е.Н., Незнаева О.С.* Опыт создания и использования лингвострановедческих материалов по русскому языку как иностранному (на примере проекта «MULTI_Saratov») // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Филология. Журналистика. 2023. Т. 23. Вып. 1. С. 36-41.

4. *Харитонова О.В., Панова Л.В.* Роль страноведческих материалов в контексте социокультурного подхода к обучению русскому языку как иностранному // Интернет-журнал «Мир науки». 2017. Том 5. номер 6. https://mir-nauki.com/PDF/87PDMN617

5. *Половникова В.И.* Лексический апспект в преподавании русского языка как иностранного на продвинутом этапе. М.: Рус. яз., 1988. 155 с.

6. *Минакова Н.А., Талыбина Е.В.* Жаргонная лексика в обучении РКИ// Вестник РУДН, серия Русский и иностранные языки и методика их преподавания. 2013. № 4. С. 62-70.

7. *Клобукова Л.П., Хавронина С.А.* Профессионально ориентированное преподавание русского языка как иностранного: история, современное состояние и перспективы // Профессионально-педагогические традиции в преподавании русского языка как иностранного. Москва: Изд-во РУДН, 2005. 428 с.

8. *Синху В.* Лингводидактические возможности использования жаргонизмов в преподавании русского языка как иностранного в китайской аудитории // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2017. № 10 (187). С. 70-78.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭМУЛЯТОРА АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА MS2090A В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ КАФЕДРЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ В ИНФОКОММУНИКАЦИЯХ»

Исаева Людмила Николаевна,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, заведующий кафедрой «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях», к.т.н., Москва, Россия,
l.n.isaeva@mtuci.ru

Немыкин Андрей Александрович,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, старший преподаватель кафедры «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях», Москва, Россия,
a.a.nemykin@mtuci.ru

Лобзов Александр Валерьевич,
Московский Технический Университет Связи и Информатики, начальник Испытательного центра, к.т.н., Москва, Россия,
a.v.lobzov@mtuci.ru

Марущенко Алексей Викторович,
Генеральный директор ООО «А-Системс», Москва, Россия

Аннотация

В статье представлены способы применения эмулятора анализатора спектра MS2090A в лабораторном практикуме кафедры «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях» для студентов бакалавриата и магистратуры. Приведены примеры лабораторных работ, связанных с измерением и исследованием параметров радиосигналов Wi-Fi, LTE.

Ключевые слова

Анализатор спектра, лабораторный практикум, LTE, Wi-Fi, измерения.

Введение

Лабораторные практикумы кафедры «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях» связаны с изучением возможностей применения средств измерений, испытательного оборудования, программных измерительных средств, с измерениями параметров электрических, оптических сигналов, радиосигналов. Лабораторные практикумы направлены на формирование у студентов компетенций в части способности самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. В результате выполнения лабораторных работ студенты закрепляют знания методик измерений, функциональных возможностей средств измерений, способов обработки результатов измерений; вырабатывают умения самостоятельно проводить измерения, получать результаты измерений, их анализировать; а также овладевают навыками инструментальных измерений, навыками обработки результатов измерений.

Для достижения вышеуказанных компетенций студенты должны иметь доступ к современному измерительному оборудованию, что возможно обеспечить несколькими способами. Первый способ - аудитории, в которых проводят лабораторные работы, требуется оснащать современными средствами измерений. При этом необходимо создавать несколько рабочих мест для выполнения одной лабораторной работы, чтобы каждый студент смог самостоятельно провести измерения. Второй способ – использовать для лабораторного практикума эмуляторы или демо-версии современных средств измерений, которые устанавливают на персональные компьютеры и каждый студент имеет возможность самостоятельно выполнять лабораторные работы. Каждый из этих способов применим при разработке и оснащении лабораторных работ в зависимости от целей лабораторных работ и видов используемых средств измерений.

Если целью лабораторной работы является измерение и исследование радиосигналов, особенно современных технологий организации радиосвязи, например, Wi-Fi, LTE и в перспективе 5G, то такие лабораторные работы требуют оснащения сложными, дорогостоящими анализаторами спектров радиосигналов, которые нецелесообразно применять для массового использования в учебном процессе.

Для оснащения таких лабораторных работ более подходящим представляется использовать эмуляторы или демо-версии современных анализаторов спектров радиосигналов, что существенно снижает финансовые затраты, исключает возможность повреждения дорогостоящего оборудования и дает возможность проводить лабораторные работы в дистанционном формате без потери качества учебного процесса.

В настоящей работе рассмотрены аспекты применения эмулятора анализатора спектра MS2090A в лабораторном практикуме кафедры «Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях».

Анализатора спектра MS2090A

В МТУСИ по программе обновления приборной базы (2020 – 2024 гг.), выполняемой в рамках федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты» был приобретен анализатор спектра портативный MS2090A производства Anritsu.

Анализатор спектра портативный MS2090A предназначен для измерения и мониторинга параметров высокочастотных (в диапазоне от 9 кГц до 43,5 ГГц) сигналов радиоэлектронного оборудования и систем сотовой связи. Типичными измерениями являются следующие: внут-

риполосная интерференция и анализ спектра передатчика, тестирование базовых станций сотовой связи и анализ интерференции в сетях 802.11. Широкие функциональные возможности маркеров (например, маркер пика, центрального значения, дельта-маркеры) позволяют выполнять всесторонний анализ отображаемых сигналов за более короткое время, а верхние и нижние многосегментные ограничительные линии используются для быстрых измерений с отбраковкой результатов [1]. Имеется встроенная функция приемника сигналов GNSS (ГЛОНАСС, GPS, Galileo и Beidou), которая помимо получения информации о широте, долготе, высоте и универсальном глобальном времени (UTC), повышает точность генератора опорной частоты [2, 3].

Внешний вид анализатора спектра портативного MS2090A приведен на рисунке 1.

Рис. 1. Внешний вид анализатора спектра портативного MS2090A

Внешний вид анализатора спектра портативного MS2090A приведен на рисунке 1.

Эмулятор анализатора спектра MS2090A

Эмулятор анализатора спектра MS2090A представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на персональный компьютер с операционной системой Windows 7, 8.1 или 10. Пользовательские интерфейсы эмулятора анализатора спектра MS2090A идентичны экранам анализатора спектра портативного MS2090A.

Один из пользовательских интерфейсов эмулятора анализатора спектра MS2090A приведен на рисунке 2.

Рис. 2. Пример пользовательского интерфейса эмулятора анализатора спектра MS2090A

Особенностью применения эмулятора анализатора спектра MS2090A в лабораторном практикуме является необходимость измерения параметров радиосигнала анализатором спектра портативным MS2090A в режимах, которые будут потом использоваться в эмуляторе анализатора спектра MS2090A, и сохранения файлов измеренных сигналов. При выполнении лабораторных работ данные файлы студенты загружают в эмулятор анализатора спектра MS2090A, который позволяет выполнить измерения и анализ параметров радиосигналов автономно без подключенного анализатора спектра портативного MS2090A.

Режимы работы эмулятора анализатора спектра MS2090A показаны на рисунке 3.

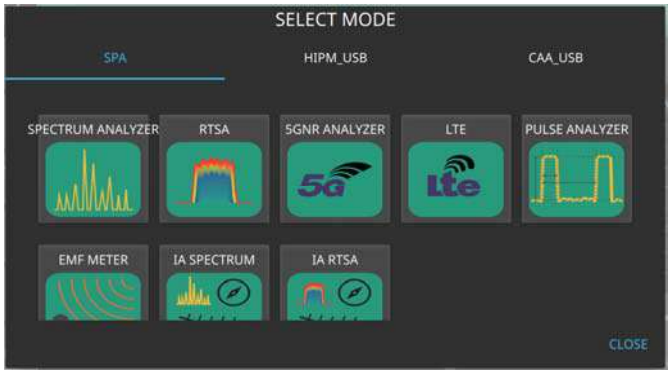


Рис. 3. Режимы работы эмулятора анализатора спектра MS2090A

Применение эмулятора анализатора спектра MS2090A

Возможности режимов работы эмулятора анализатора спектра MS2090A позволяют поставить разнообразные варианты лабораторных работ.

В представленном лабораторном практикуме использованы два режима: SPECTRUM ANALYZER (измерение и анализ радиосигналов Wi-Fi) и LTE (измерений и анализ радиосигналов LTE).

В режиме Spectrum Analyzer возможны:

– настройка параметров, относящихся к частоте, выполняется с помощью меню FREQ/SPAN. Можно указать значения центральной частоты и полосы обзора или можно ввести начальную и конечную частоту;

– настройка параметров, относящихся к амплитуде, с помощью меню AMPLITUDE. Можно указать значения опорного уровня амплитуды, смещения уровня для компенсации внешнего ослабления или внешнего усиления;

– настройка параметров полосы пропускания с помощью меню BANDWIDTH. Можно установить разрешение по полосе пропускания, полосу видеофильтра, ширину полосы частот;

– настройка параметров трассы и курсора из меню TRACE;

– настройка параметров развертки настраиваются с помощью меню SWEEP;

– настройка параметров маркеров с помощью меню MARKER. Можно установить нормальный маркер, фиксированный маркер, дельта-маркер, шумовые маркеры;

– настройка ограничительных линий с помощью меню LIMIT. Можно устанавливать два типа ограничительных линий: нижние ограничительные линии и верхние ограничительные линии;

– настройка параметров запуска в меню TRIGGER;

– измерения спектра сигнала в меню MEASURE: мощность в канале, занимаемая полоса частот, мощность по соседнему каналу, спектральная маска излучения.

В режиме LTE возможны похожие настройки, а измерения обусловлены спецификой технологии LTE.

При этом в рамках лабораторного практикума эмулятор анализатора спектра MS2090A позволяет измерить и проанализировать параметры оборудования радиосвязи

на соответствие требованиям нормативных правовых актов по вопросам применения средств связи, а именно:

– Правила применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц, утвержденные приказом Минкомсвязи России от 14.09.2010 № 124;

– Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи. Часть VI. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced, утвержденные приказом Минкомсвязи России от 29.10.2018 № 572.

Правила [4] устанавливают обязательные требования к параметрам оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных (базовые станции (точки доступа) сетей радиодоступа, ретрансляторы сетей радиодоступа) в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц, применяемого в сети связи общего пользования и технологических сетях связи в случае их присоединения к сети связи общего пользования и подлежащих обязательной сертификации.

Правила [5] устанавливают обязательные требования к параметрам базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced, используемых в сети связи общего пользования и технологических сетях связи в случае их присоединения к сети связи общего пользования и подлежащих обязательной сертификации.

Предлагаемый лабораторный практикум включает в себя следующие лабораторные работы.

1. Построение маски спектра сигнала Wi-Fi.
2. Исследование спектра сигнала Wi-Fi с помощью маркеров.
3. Автоматизированные измерения сигнала Wi-Fi.
4. Построение маски спектра сигнала LTE.
5. Исследование спектра сигнала LTE с помощью маркеров.
6. Автоматизированные измерения сигнала LTE.

При выполнении в эмуляторе анализатора спектра MS2090A лабораторных работ, связанных с исследованием сигналов Wi-Fi, студенты получат навыки проведения измерений параметров средств связи на соответствие требованиям правил [4] в части оборудования радиодоступа (Wi-Fi), использующего технологии открытых систем стандартов 802.11 (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости 1 и 2 Мбит/с), 802.11a (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 5,8 ГГц на скорости до 54 Мбит/с), 802.11b (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости до 22 Мбит/с), 801.11g (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 2,4 ГГц на скорости до 108 Мбит/с), 802.11n (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц на скорости до 600 Мбит/с), 802.11ac (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазоне 5 ГГц на скорости до 3466,7 Мбит/с), 802.11ax (беспроводное оборудование передачи данных, работающее в диапазонах 2,4 ГГц и 5 ГГц на скорости до 12010 Мбит/с).

При выполнении в эмуляторе анализатора спектра MS2090A лабораторных работ, связанных с исследованием сигналов LTE студенты получат навыки проведения измерений параметров средств связи на соответствие требованиям правил [5] в части оборудования базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE.

Лабораторные работы № 1, 2, 3 позволят студентам освоить исследование параметров спектра сигнала Wi-Fi в режиме SPECTRUM ANALYZER.

Лабораторные работы № 4, 5, 6 направлены на измерения параметров спектра сигнала LTE в режиме LTE.

Лабораторные работы № 1, 4 дают навыки построения масок спектров сигналов Wi-Fi, LTE.

Лабораторные работы № 2, 3, 5, 6 связаны с измерением параметров спектров сигналов Wi-Fi, LTE с помощью маркеров и с помощью автоматизированных встроенных меню.

Заключение

В данной статье обосновано применение эмуляторы современных анализаторов спектров радиосигналов в лабораторном практикуме, связанном с измерением и исследованием радиосигналов современных технологий организации радиосвязи, таких как Wi-Fi, LTE, что существенно снизит финансовые затраты на оснащение лаборатории, исключит возможность повреждения дорогостоящего оборудования, даст возможность проводить фронтальные лабораторные работы, в том числе в дистанционном формате без потери качества учебного процесса.

Представлены лабораторные работы, входящие в лабораторный практикум, которые выполняются с использованием эмулятора анализатора спектра MS2090A, пользовательские интерфейсы которого идентичны экранам анализатора спектра портативного MS2090A.

Также эмулятор анализатора спектра MS2090A оснащен режимом 5GNR ANALYSER, который позволит в перспективе разработать лабораторные работы по измерению средств связи 5G.

Представленные лабораторные работы направлены на формирование у студентов навыков проведения измерений современным многофункциональным анализатором спектров радиосигналов: анализатором спектра портативным MS2090A. Навыки анализа параметров измеренных радиосигналов закрепляют теоретические знания в области измерений средств радиосвязи, поддерживающих стандарты Wi-Fi, LTE.

Литература

1. Анализаторы спектра портативные MS2090A (Field Master Pro™). Руководство по эксплуатации.

2. *Isaeva L.N., Nemykin A.A., Lobzov A.V., Kogan S.S.* GLONASS application for synchronization 4G/5G mobile networks and radio signals measuring instruments // Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications. 2023. Vol. 6, No. 1, pp. 134-139. DOI 10.1109/SYNCHROINFO57872.2023.10178487.

3. *Исаева Л.Н., Немыкин А.А., Лобзов А.В., Коган С.С.* GNSS для синхронизации базовых станций сетей 4G, 5G и в средствах измерений радиосигналов // REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. 2023. Т. 13, № 4. С. 50-55.

4. Правила применения оборудования радиодоступа. Часть I. Правила применения оборудования радиодоступа для беспроводной передачи данных в диапазоне от 30 МГц до 66 ГГц, утвержденные приказом Минкомсвязи России от 14.09.2010 № 124.

5. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи. Часть VI. Правила применения базовых станций и ретрансляторов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE и его модификации LTE-Advanced, утвержденные приказом Минкомсвязи России от 29.10.2018 № 572.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «ПЕРЕВЕРНУТЫЙ КЛАСС» В МТУСИ

Королькова Татьяна Валерьевна
МТУСИ, старший преподаватель, Москва, Россия,
tvkorolkova@gmail.com

Аннотация

На примере дисциплины «Операционные системы» показаны возможность и целесообразность использования в МТУСИ технологии «перевёрнутый класс». Рассмотрен опыт интеграции данной методологии в курс для студентов заочной формы обучения, включая такие аспекты, как состав учебного контента, использование онлайн-ресурсов, организация проведения промежуточного контроля. Отмечено повышение среднего балла по результатам итогового тестирования, предложены рекомендации для дальнейшего развития курса.

Ключевые слова

Перевернутый класс, flipped classroom, перевернутое обучение, электронно-образовательная среда, учебно-методические материалы, самостоятельная работа студентов

Введение

Для современного общества характерны быстрый рост номенклатуры используемых технических решений и требований к рабочим характеристикам технических средств, необходимых для нормального функционирования общества. Ясно, что этот процесс выдвигает новые требования в области образования, в том числе высшего. Современная высшая школа должна стать не только средством для передачи знаний, но и обеспечить высокую профессиональную компетентность выпускников, их умение самостоятельно решать поставленные перед ними практические задачи, готовность к непрерывному обучению и саморазвитию в условиях быстро меняющейся внешней среды.

Формальные методы обучения, традиционно применяемые в высшей школе, могут быть дополнены инновационными технологиями, что позволит более полно сформировать необходимые компетенции. В настоящее время известны несколько десятков таких технологий [1-3]. Общим для них является то, что практически все они ориентированы на активное использование информационных технологий и компетентностный подход при оценке результатов обучения. Выбор инновационной технологии для ее применения в том или ином курсе во многом определяется материально-техническим, учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины в учебном заведении. Опираясь на этот критерий, сформулирован вывод о том, что при изучении дисциплины “Операционные системы” студентами заочного отделения МТУСИ целесообразно использовать инновационный подход «перевернутый класс» [4-6]. Ниже приведены описание реализации этой технологии в МТУСИ и оценки эффективности её применения.

Перевернутое обучение и его применение в учебном процессе

Перевернутый класс – это инновационный подход к организации учебного процесса, при котором первичное изучение нового материала происходит не в аудитории, а в формате самостоятельной работы, для выполнения которой слушателям предоставляются заранее подготовленные материалы: видеолекции, интерактивные учебники и другие онлайн-ресурсы. Во время аудиторных занятий учащиеся под руководством преподавателя обсуждают сложные вопросы, выполняют практические и лабораторные работы, связанные с самостоятельно изученным материалом. Этот подход позволяет учащимся активно участвовать в образовательном процессе, развивать навыки критического мышления и самообучения.

Аарон Сэмс и Джонатан Бергман считаются основоположниками метода "перевернутый класс". В 2007 году они предложили учащимся, которые пропустили занятия, самостоятельно изучать материал с помощью созданных ими видеолекций, однако сама концепция и первые ее реализации появились раньше. В 1993 году Э.Кинг в статье "От мудреца на сцене до наставника рядом" [6] выразил мнение, что старая модель обучения, где учитель просто передает готовые знания ученику, который пассивно их усваивает, уже не подходит для современного общества. Кинг призывал учителей пересмотреть свою роль в учебном процессе и стать не просто источником знаний, но наставником, который помогает ученику в процессе получения знаний [7]. Салман Хан, основатель Khan Academy, в 2004 году записывал образовательные видео для своих племянников, а затем разместил их на YouTube. В 2014 году лидеры международного сообщества Flipped Learning Network сформулировали четыре основных принципа перевернутого обучения [8]: «гибкая среда: студент получает возможность изучения материала в своем темпе, в удобное для него время; культура обучения: перевёрнутое обучение культивирует в учениках стремление заниматься самообразованием и активно вовлекает их в процесс конструирования знаний; вовлекающий контент: учебный материал является важнейшим элементом образовательного процесса, его содержание должно быть легкодоступным и ценным для студентов, обязанностью преподавателя является отбор материала, который обеспечивает самостоятельное освоение новых знаний студентами; профессиональный преподаватель: роль педагога в учебном процессе изменяется, приобретая еще большую значимость, что требует высокого уровня профессионализма».

Сегодня технология «перевернутый класс» продолжает развиваться и применяется во множестве образовательных учреждений различных уровней, включая высшую школу, что обусловлено в первую очередь развитием информационных технологий и практически повсеместным доступом к сети Интернет.

В МТУСИ основным онлайн-ресурсом для использования в учебном процессе является электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), реализованная на основе LMS Moodle. Учебный график студентов, обучающихся на заочном отделении, идеально сочетается с

принципами перевернутого обучения, однако возможность полноценно реализовать этот подход появилась только после интеграции ЭИОС в учебный процесс.

Применение элементов перевернутого обучения продемонстрировано на примере курса «Операционные системы» для студентов заочного отделения направлений подготовки 090301, 090302.

В начале семестра, в котором рабочим учебным планом предусмотрено изучение дисциплины, студент получает доступ к странице (курсу) «Операционные системы» в ЭИОС. На старте курса доступными являются следующие разделы: цели и задачи изучения дисциплины, контакты преподавателей, список вопросов, подлежащих изучению, список рекомендованной литературы (основная и дополнительная), материалы по разделам курса: презентации, обучающие тесты по разделам для самоконтроля, дополнительные материалы в виде ссылок на статьи, интернет-ресурсы и т.д. Кроме этого, студентам открыт доступ к методическим указаниям и заданиям на практические и лабораторные работы, а также заданию на курсовую работу. Все виды заданий сопровождаются дополнительными пояснениями и образцами оформления работ. Учитывая, что некоторые студенты могут иметь опыт практической работы в области операционных систем, предлагаются альтернативные задания повышенной сложности (по выбору). На рисунке 1 приведен снимок фрагмента страницы дисциплины в ЭИОС.

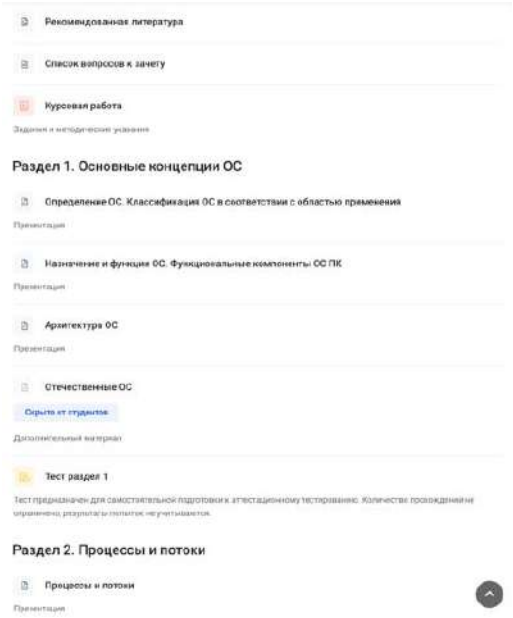


Рис. 1. Фрагмент страницы курса в ЭИОС

В настоящее время контактное обучение студентов-заочников реализовано в два этапа, что дополнительно поддерживает формат перевернутого обучения. Все лекционные и первое лабораторное занятия проводятся во время первого заезда. Предварительное самостоятельное изучение студентами материалов курса способствует более эффективному использованию аудиторного времени.

В соответствии с учебным планом на проведение лекционных занятий отведено 8 академических часов. Понятно, что в условиях традиционного формата проведения занятий этого времени недостаточно, чтобы полностью изложить содержимое курса. Предварительное самостоятельное изучение студентами теоретического материала позволяет преподавателю отойти от изложения базовых концепций и сконцентрироваться на наиболее сложных и интересных моментах дисциплины, ответах на вопросы, тем самым побуждая студентов активно участвовать в обсуждении. Такой подход стимулирует критическое мышление, умение анализировать информацию, способствует развитию навыков коммуникации и коллективной работы и в итоге помогает студентам лучше усваивать материал.

На вводном лабораторном занятии курса такого формата появляется возможность индивидуального консультирования по выполнению работ и даже проведения их защиты. Поскольку задания и методические указания были доступны заранее, обычной практикой становится выполнение работ до начала аудиторных занятий. Форма проведения занятий во втором заезде мало отличается от традиционной и связана с приемом лабораторных и защитой курсовых работ.

На первом этапе промежуточной аттестации студенты выполняют итоговое тестирование, составленное из тестовых заданий, размещенных в разделах курса для самопроверки. Доступ к аттестационному тестированию открывается в часы, назначенные для консультации. Студенты, успешно прошедшие тестирование, допускаются до экзамена/зачета. Экзамен проводится в форме собеседования по результатам тестирования, экзаменационными вопросами становятся не зачтенные тестовые задания.

Оценка результатов и пути развития

Для оценки влияния внедрения модели «перевернутое обучение» в учебный процесс в качестве метрики был выбран средний балл, полученный студентами группы при прохождении аттестационного тестирования. Результаты, продемонстрированные студентами заочной формы обучения направлений подготовки 090301 090302 в 2020 – 2023 годах приведены на рисунке 2.

Рис. 2. Средний балл итогового тестирования в 2020-2023 гг.

В 2020 году реализовывался традиционный подход к организации учебного процесса, начиная с 2021 года студенты получали доступ к курсу до начала заезда. Из анализа результатов тестирования видно, что для студентов потоков направления 090301 средний балл по итогам тестирования за три года вырос на пять единиц (с 32,7 до 37,7 баллов). Для студентов направления 090302 подобная тенденция наблюдалась первые два года применения технологии, в 2023 году средний балл по итогам тестирования заметно снизился, возможно это связано с изменением учебного плана.

Из опыта проведения занятий в формате «перевернутый класс» кажется полезным добавление в разработанный онлайн-курс форума, который должен стать платформой для взаимодействия между студентами и препо-

давателями. Учащиеся получат возможность задавать вопросы, делиться своими мыслями и опытом, а также получать дополнительные объяснения и советы от преподавателей и других студентов в течение всего периода изучения дисциплины.

Заключение

Опыт применения инновационной технологии "перевернутый класс" в курсе «Операционные системы» для студентов заочного отделения показал, что этот подход имеет значительный потенциал и является эффективным инструментом обучения. Возможности, предоставляемые ЭИОС МТУСИ, достаточны для реализации этого подхода.

Преимуществами перевернутого обучения являются его гибкость, позволяющая адаптировать образовательный процесс к индивидуальным потребностям студента, развитие у студентов навыков самостоятельной работы, критического мышления, практического применения знаний и коммуникации, что отвечает современным требованиям к компетенциям выпускников.

Изменяющаяся роль преподавателя при использовании этой технологии требует от него способности организации обучающей среды, создания качественного онлайн-контента, использования технологий и онлайн-инструментов для обучения и оценивания успеваемости студентов. При правильной реализации и поддержке внедрение технологии «перевернутый класс» в учебный процесс, несмотря на возможные сложности и дополнительные временные затраты на начальном этапе, позволяет повысить эффективность образовательного процесса с целью успешной адаптации выпускников к требованиям современного информационного общества.

Литература

1. *Кондратьев С.С.* Инновации в современном образовании // Молодой ученый. 2021. №4(346). С. 346-347. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moluch.ru/archivt/346/77841 (дата обращения: 01.01.2022).

2. *Воронов М.В.* Профессиональное обучение студентов на основе интегрированных курсов // Инновации в образовании. 2021. №9. С. 4-15.

3. *Зеер Э.Ф.* Компетентностный подход как фактор реализации инновационного образования // Образование и наука. Известия Уральского отделения РАО. 2011. №8. С. 3-15.

4. *Безрукова А.С., Леонгард Н.А., Матвеева А.И.* Методика перевернутого класса и реализации требований ФГОС ООО // Молодой учёный. 2020. №4. С. 275-277.

5. *Волков А.И., Лукин В.Н., Чернышов Л.Н.* Перевернутый учебный план – это решение или проблема? // Моделирование и анализ данных. 2023. Т. 13. №2. С. 206-214.

6. *Гнутова И.И.* От «перевернутого класса» к «перевернутому обучению»: эволюция концепции и её философские основания // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. №3. С. 86-95.

7. *King A.* From stage to guide on the side // College teaching. 1993. Vol. 41. No. 1, pp. 30-35. URL: http://www.jstor.org/stable/27558571

8. Flipped Learning Network (FLN). 2014.

ТРАКТОВКА ЦИФРОВИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ПАМЯТИ В КОНЦЕПЦИИ ЭНДРЮ ХОСКИНСА

Наумов Дмитрий Иванович,
Белорусская государственная академия связи, ученый секретарь, кандидат социологических наук, доцент, Минск, Беларусь,
bsac-ss2021@yandex.by

Аннотация
В статье на основе анализа ряда научных работ английского исследователя Эндрю Хоскинса рассматриваются теоретико-методологические основания концепции цифровизации социальной памяти в информационном обществе, а также факторы, механизмы и социокультурные последствия данного процесса.

Ключевые слова
Социальная память, цифровизация социальной памяти, коллективная идентичность, Digital Memory Studies

Введение

Проблематика изменения сущности и содержания социальной памяти, в метафорическом плане рассматриваемой в качестве специфического хранилища исторически обусловленных результатов познавательной и преобразовательной деятельности человечества, в контексте цифровой трансформации представляет собой центральную тему Digital Memory Studies. Одним из наиболее известных специалистов, работающих в этом проблемном поле, является современный английский исследователь Эндрю Хоскинс, профессор междисциплинарных исследований шотландского Университета Глазго [1].

Девиз на персональной странице исследователя в интернете постулирует символическую аннигиляцию физической реальности, являющуюся результатом воздействия инфокоммуникационных технологий на различные стороны социальной жизни [1]. С точки зрения исследователя, широкое распространение смартфона в повседневной жизни современного человека парадоксальным образом проблематизирует будущее социальной памяти человечества, трансформирует феномен коллективной идентичности и изменяет содержание и формы проявления войны как радикального вида социального конфликта. Данный тезис фактически утверждает конституирование нового модуса социальности в силу экспансии инфокоммуникационных технологий и цифровых гаджетов во все сферы общества. Это представляет несомненный научный интерес с точки зрения его теоретических оснований, что определяет актуальность социально-философского анализа трактовки цифровизации социальной памяти в концепции Эндрю Хоскинса.

Результаты исследований

Эндрю Хоскинс является главным редактором международного научного журнала «Memory Studies», который является авторитетной площадкой для междисциплинарного изучения теоретико-методологических и прикладных аспектов развития социальной памяти в условиях информационного общества [2]. Одновременно Эндрю Хоскинс является одним из редакторов междисциплинарного научного журнала «Memory, Mind & Media», посвященного проблематике конституирующего влияния медиа и технологий на индивидуальную и социальную память [3]. Также он входит в состав редакционной коллегии научного журнала «Digital War», в фокусе которого находится проблематика влияния робототехники, цифровых технологий и медиа на причины, ход и результаты военных действий [4].

В фокусе данных журналов находятся социальные, институциональные, технологические, культурные, политические, экономические, военные, когнитивные факторы, обусловливающие изменения сущности и содержания процессов памятования и забывания в современных социокультурных условиях. На электронных страницах журналов находят свое отражение современные теоретические подходы к изучению процессов памятования и забывания в цифровую эпоху, представленные в работах исследователей из разных стран мира. В статьях рассматриваются феномен инструментализации социальной памяти и практики манипулирования ею различными акторами, взаимовлияние интернета, цифровых медиа и социальных сетей в контексте трансформации социальной памяти, деятельность хакерских групп, роль медиа и социальных сетей в разжигании и поддержании социальных конфликтов.

В работах Эндрю Хоскинса, в том числе опубликованных в вышеназванных журналах, теоретическая концептуализация цифровой трансформации социальной памяти осуществляется поэтапно, подчиняясь логике технического развития инфокоммуникаций и расширения их влияния на различные стороны социальной жизни. Поэтому в массиве его работ можно выделить несколько тематических блоков, в которых предметно рассматриваются различные аспекты цифровой трансформации социальной памяти в информационном обществе. Следует отметить, что социально-философский анализ работ английского исследователя носит ограниченный характер ввиду сложности самой проблематики, а также междисциплинарного характера и объемности его научных работ.

В первом тематическом блоке представлены работы, в которых исследователь фактически в контексте технологического детерминизма концептуализирует механизм цифровизации социальной памяти, анализирует социокультурные последствия данного процесса, рассматривает взаимосвязь инфокоммуникаций и коммеморативные практики в интернете и медиасфере.

Феномен цифровизированной версии социальной памяти Эндрю Хоскинс рассматривает как продукт технологического прогресса в сфере медиа, который способствует созданию более динамичной практике обработки и передачи информации, формированию современной инфраструктуры хранения данных [5]. Средства массовой коммуникации, которые производят, воспроизводят и модифицируют цифровой контент, способствуют более подвижной, рассредоточенной и непредсказуемой экологической среды медиа/памяти. В результате создаются благоприятные условия для появления и развития такой диффузионной версии социальной памяти, содержание

которой можно постоянно создавать, использовать и обновлять. Она характеризуется сетевой структурой, обладает интерактивной природой и артикулируется через повседневную цифровую связь личности как с другими людьми, так и с прошлым. Исследователь считает, что аккаунты социальных сетей способствуют аккумулированию разнородной и не актуализированной информации о прошлом, обладающей потенциалом ревитализации при повторной активации коммуникативных связей.

С точки зрения Эндрю Хоскинса, экспансия цифровых технологий и социальных сетей в социокультурную сферу радикально изменила принципы и механизмы сбора, хранения и передачи информации о прошлом [6]. До появления компьютерной техники и цифровых технологий какие-либо элементы прошлого чаще всего становились объектами коммеморации в случае их фиксации на материальном носителе (книга, картина, карта, фотография, магнитная лента, виниловая пластинка и т.д.), чем в случае их памятования в рамках устной истории. Однако материальные носители зачастую непрочны и хрупки, подвержены физическому старению, деградации и разрушению в результате физического контакта как с человеком, так и с устройствами их воспроизведения. Поэтому работа с артефактами прошлого являлась уделом профессионалов, работавших в архивах, библиотеках или музеях, но мало затрагивала повседневную жизнь обычного человека, где в случае его грамотности и определенного культурного кругозора она ограничивалась практиками ведения личных дневников и составления семейных альбомов.

Появление и быстрый рост в современном обществе цифровых медиа и технологий предоставляют любому пользователю смартфона, планшета, ноутбука и т.д. мгновенного и устойчивого подключения к коммуникационным потокам и любым информационным массивам. Это позволило повысить социокультурный статус индивидуальной биографии и символическую ценность соответствующих артефактов, а также демократизировать и эмансипировать деятельность по архивированию приватных элементов прошлого. Эндрю Хоскинс считает, что благодаря алгоритмам Google, Flickr, Ebay, YouTube и Facebook происходит ревитализация индивидуального прошлого, превращая его в информационный элемент коллективного настоящего. В результате любой человек, который фильтрует, маркирует и управляет потоками медиа и коммуникационного контента, создает личностно ориентированную коммеморативную среду, в которой неразрывно переплетаются информационные следы индивидуальной и социальной памяти.

Однако цифровые гаджеты и социальные сети одновременно создают угрозы для человека и общества, т.к. медиа обладают практически неограниченной возможностью конструировать образы катастрофического настоящего, вызывающие травматические эффекты на индивидуальном и групповом уровнях. Возможности социальных сетей и цифровых сервисов фиксировать истории о прошлом в виде последовательно воспроизводимых нарративов способствуют возникновению постоянно увеличивающегося информационного массива, в котором обычный пользователь может ориентироваться с большим трудом. Дигитализированные процессы обработки, архивирования, публичного представления и стирания прошлого из коммуникативной сферы технически выходят за рамки возможностей индивидуального контроля.

В работе, посвященной исследованию характера взаимодействия цифровых медиа, социальных сетей и онлайн-архивов в контексте конституирующего влияния на индивидуальную, социальную и культурную память, Эндрю Хоскинс и его коллеги не только характеризуют новые коммеморативные практики, но и выявляют деструктивные последствия цифровизации социальной памяти [7]. Лейтмотивом данной работы является тезис об эмансипации социальной памяти от ограничений сохранения прошлого на базе аналоговых носителей, обусловленный развитием цифровых технологий. Одновременно постулируется угроза деструкции социальной памяти, обусловливаемая избыточностью цифровых данных, беспрепятственным распространением в интернете цифровых следов индивидуальной активности, алгоритмическими принципами обработки информации, усилением контроля над поведением индивида посредством цифровых технологий. В аспекте влияния на социальную память это ведет к превращению цифровизированного коллективного прошлого в фактор, который меняет конфигурацию индивидуальной, социальной и культурной памяти, современный режим темпоральности, характер мнемонических отношений между акторами и инфраструктуру сохранения социальной памяти в обществе.

Во втором тематическом блоке представлены работы, в которых рассматривается проблематика инструментализации цифровизированной социальной памяти посредством использования данного компонента для радикализации военных конфликтов под воздействием прогресса инфокоммуникационных технологий. В данном случае цифровая трансформация социальной памяти здесь рассматривается в качестве фактора, конструирующего социокультурный контекст этого процесса.

В узком смысле прогресс в сфере инфокоммуникаций ведет к изменению технических характеристик систем вооружений и появлению их новых типов посредством насыщения военной техники датчиками, контроллерами, микрочипов, smart-устройствами и т.д. Перевооружение армии высокотехнологическими системами вооружений делает возможным на практике реализацию модели сетецентрической войны, в которой все участники боевых действий являются звеньями единой информационной сети. Такая война предусматривает совершенно новый способ проведения военных операций, она предполагает активное использование на поле боя системы глобального позиционирования, технологии искусственного интеллекта, разведывательных и ударных беспилотников, высокоточного оружия, средств радиоэлектронной борьбы, защищённых устойчивых каналов связи с высокой пропускной способностью и т.д. Следующий этап развития подобных технологий – модель алгоритмической войны, основанной на использовании системы искусственного интеллекта в качестве автономного боевого компонента всех структурных подразделений профессиональной армии. Данная модель предполагает широкое использование искусственного интеллекта для создания цифровых карт театра военных действий, анализа Big Data с помощью нейроморфных сетей, проведения киберразведки и наступательных кибероперацией, разработки полностью автономных от человека систем вооружений с самостоятельным указанием и уничтожением цели на поле боя.

В широком смысле цифровизация войны в целом и дигитализация военной техники и оружия в частности способствуют изменению этого феномена политического

насилия, которое превращается в ординарный социальный контекст жизнедеятельности современного человека. Дигитализация военной техники и оружия как прямо, так и косвенно содействует радикальному расширению круга участников боевых действий, в которые помимо кадровых военнослужащих фактически оказываются включены помимо своего желания гражданские лица [8]. Последние составляют не столько мобилизационный резерв вооруженных сил, сколько являются иррегулярными участниками межгосударственного информационного противоборства. С точки зрения Энтони Хоскинса, сформировавшийся на Западе «военно-социальный медиа-комплекс» на основе популярных цифровых приложений и платформ, которые фактически служат орудиями глобальной информационной войны, в силу логики своего функционирования с разной степенью эффективности превращает пользователей в агентов информационного противоборства. В информационном обществе война становится слабо подверженном для внешнего контроля и управления объектом медиатизации, а социальные сети и цифровые гаджеты, создающие новые возможности для разрушительной деятельности, формируют эффективно действующую инфраструктурную основу милитаризированной техносферы [9].

В аспекте рассматриваемой темы цифровизация войны создает условия для постоянной травматизации социальной памяти. Разрушения и жертвы военных действий уже не являются элементами исторического прошлого, а благодаря социальным сетям и медиа превращаются в актуальное настоящее. Если в доинформационную эпоху коллективные травмы гражданского населения от воспоминаний о трагическом военном прошлом через мемориализацию, музеефикацию и массовые коммеморативные практики можно было проработать и преодолеть, то в информационную эпоху цифровизация войны актуализирует постоянное ожидание угрозы со стороны конфликтогенного настоящего и будущего. При этом постоянное и детализированное медийное сопровождение военных действий, постоянная трансляция человеческих страданий и их документирование, публичное артикулирование гуманитарной катастрофы не способствуют политической мобилизации сторонников мира и деэскалации военных конфликтов [10]. Следствием этого является формирование психологически дискомфортной среды для мирных жителей, которые вынуждены существовать в условиях постоянной небезопасности, которая оказывает деструктивное воздействие как на индивидуальную психику и нравственность человека, так и на общественную мораль и социальную память сообщества.

В условиях современного мультикультурного общества состояние коллективной травматизации на индивидуальном уровне косвенно обусловливает запрос на выполнение цифровизированной социальной памятью, во многом возникшей благодаря доступности, портативности и распространенности мобильных цифровых устройств, функции автономной коммеморации кризисных общественных явлений и процессов [11]. Любой индивид располагает возможностью фиксировать, агрегировать и архивировать любую личностно или коллективно значимую информацию о настоящем, превращая её в компонент прошлого и обусловливая развитие мемориальной культуры как формы коллективной идентичности. Однако динамичный, дискретный и субъективистский характер такой информации обусловливает высокий конфликтогенный потенциал цифровизированной социальной памяти в современном обществе.

Заключение

Таким образом, в научных работах английского исследователя Эндрю Хоскинса фактически в контексте технологического детерминизма, если эксплицировать теоретико-методологические основания его концепции цифровизации социальной памяти, постулируются тектонические онтологические и феноменологические сдвиги, характеризующие социокультурное развитие информационного общества. Именно поэтому он определяет и рассматривает факторы, механизмы и социокультурные последствия процесса цифровизации социальной памяти в технологическом контексте развития инфокоммуникаций. Как представляется, такая авторская позиция минимизирует роль человеческого фактора в данном процессе и в определенной степени ограничивает эвристический потенциал концепции цифровизации социальной памяти.

Литература

1. *Andrew Hoskins.* The smartphone has eaten reality. What does this mean for the future of memory, war and identity? // URL: https://www.andrewhoskins.net/ (дата обращения: 24.12.2023).
2. Memory Studies // URL: https://journals.sagepub.com/home/mss (дата обращения: 15.12.2023).
3. Memory, Mind & Media // URL: https://www.cambridge.org/core/journals/memory-mind-and-media (дата обращения: 03.12.2023).
4. Digital War // URL: https://www.digital-war.org/ (дата обращения: 10.12.2023).
5. *Hoskins A.* The diffusion of media/memory: the new complexity / Warwick Writing: Complexity, 2009 // URL: https://warwick.ac.uk/newsandevents/warwickbooks/complexity/andrew_hoskins/ (дата обращения: 10.12.2023).
6. *Hoskins A.* The end of decay time // The end of decay time. Memory Studies. 2013. № 6 (4), pp. 387-389.
7. Digital Memory Studies: Media Pasts in Transition. Edited by Andrew Hoskins. New York: Routledge, 2018. 313 p.
8. *Merrin W., Hoskins A.* Tweet fast and kill things: digital war // Digital War. 2020. № 1 (1), pp. 184-193.
9. *Hoskins A., Illingworth S.* Inaccessible war: media, memory, trauma and the blueprint // Digital War. 2020. №1 (1-3), pp. 74-82.
10. *Hoskins A.* Media and compassion after digital war: why digital media haven't transformed responses to human suffering in contemporary conflict // International Review of the Red Cross. 2021. № 102 (913), pp. 117-143.
11. *Hoskins A.* 7/7 and connective memory: interactional trajectories of remembering in post-scarcity culture. Memory Studies. 2011. № 4 (3), pp. 269-280.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И ФИНАНСОВОЙ ГРАМОТНОСТИ»

Гущина Любовь Ивановна,
МТУСИ, старший преподаватель каф. ЦЭУиБТ, Москва, Россия,
l.i.gushchina@mtuci.ru

Артемьева Галина Станиславовна,
МТУСИ, доцент каф. ЦЭУиБТ, к.э.н., Москва, Россия,

Красикова Людмила Юрьевна,
МТУСИ, доцент каф. ЦЭУиБТ, к.э.н., Москва, Россия,

Сиднев Сергей Анатольевич,
МТУСИ, доцент каф. ЦЭУиБТ, к.т.н., Москва, Россия,

Аннотация

В статье охарактеризованы основные этапы развития финансовой грамотности в Российской Федерации. Раскрывается содержание дисциплины «Основы экономической культуры и финансовой грамотности, с учетом значимости формирования компетенций, являющихся необходимым условием развития основ экономической культуры и финансовой грамотности в рамках возрастающей роли цифровизации российской экономики с целью повышения качества жизни граждан.Охарактеризованы изменения ключевых индикаторов финансовой грамотности: знания, поведение, установки. Предложены направления по совершенствованию изучения дисциплины «Основы экономической культуры и финансовой грамотности».

Ключевые слова

Экономическая культура, финансовая грамотность, рамка компетенций, стратегия, цифровизация.

Введение

В настоящее время в системе образования в России происходят существенные изменения. Особенно это становится важно в рамках цифровизации российской экономики [1,2]. Цифровизация позволяет совершенствовать и модернизировать бизнес-процессы в различных отраслях экономики. Значительные изменения происходят в финансовом секторе, где создаются новые продукты и финансовые услуги, отвечающие множественным общественным интересам. В условиях цифровизации российской экономики и формирования единых подходов к оказанию электронных государственных услуг основы экономической культуры и финансовой грамотности играют важную роль. Все больше людей осознают, что наличие знаний в области экономики и финансов является неотъемлемой частью успешной жизни.

В этой статье рассмотрены методические основы учебной дисциплины «Основы экономической культуры и финансовой грамотности» бакалавриата, которая имеет целью развитие экономической культуры и финансовой грамотности у студентов.

В рамках изучения дисциплины рассматривается понятийный аппарат экономической культуры общества и культуры экономических отношений, возможные виды и источники возникновения экономических и финансовых рисков, приобретаются умения вести личный бюджет, решать задачи в сфере экономического и финансового планирования.

Изучение дисциплины обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. В результате освоения дисциплины (или освоения индикатора достижения компетенции) обучающийся знает*:* какие существуют финансовые организации, как осуществлять с ними взаимодействие, возможные виды и источники возникновения экономических и финансовых рисков. Умеет: вести личный бюджет, решать задачи в сфере экономического и финансового планирования.

Методические основы учебной дисциплины бакалавриата «Основы экономической культуры и финансовой грамотности»

Степень финансовой грамотности населения определяется способностью глубоко понимать законы финансового мира и действовать согласно им, что позволяет повысить самодостаточность, умение учиться и улучшать свои знания в области экономики, готовность к постоянному пополнению инструментария знаний. Особенно это важно в эпоху цифровой трансформации, в которой применение систем искусственного интеллекта становится одним из инструментов развития экономики [3-5].

В современном обществе вопросы важности повышения качества финансового образования, а также методических ресурсов в сфере образования с учетом развития современных финансовых технологий являются актуальными.

Основным документом, определяющим стратегические направления повышения финансовой грамотности населения, является Стратегия повышения финансовой грамотности в Российской Федерации на 2017-2023 гг. (далее Стратегия-2023) [6]. Для реализации Стратегии-2023 Министерством финансов и Центральным банком Российской федерации разработаны планы мероприятий на каждый этап ее выполнения. До 2023 г. действовал План мероприятий по реализации второго этапа Стратегии-2023, рассчитанный до конца 2025 года [7]. План мероприятий содержал конкретные задачи, сроки, ответственных исполнителей и показатели эффективности по каждому направлению деятельности в рамках Стратегии-2023. В связи с окончанием действия и необходимостью дальнейшего повышения финансовой грамотности населения России была разработана Стратегия повышения финансовой грамотности и формирования финансовой

культуры до 2030 г. (Стратегия-2030) в которой усилены вопросы финансовой кибербезопасности граждан [8].

Главной задачей новой Стратегии-2030 станет развитие государственной политики в сфере повышения финансовой грамотности. Активное технологическое развитие России, цифровизация бизнес-процессов, управление проектами в условиях цифровизации экономики, к сожалению, зачастую сопровождаются ростом киберпреступности и кибермошенничества [9,10].

Внедрение Стратегии-2023 позволило достичь довольно хороших результатов в повышении уровня финансовой культуры россиян. По заказу Банка России Институт фонда «Общественное мнение» (инФОМ) провел четвертое исследование основных показателей финансовой грамотности граждан. Исследование показало, что россияне стали лучше понимать базовые вещи, но приемлемый уровень финансовых знаний еще недостаточно высок.

Динамика ключевых показателей финансовой грамотности представлена на рисунке 1.

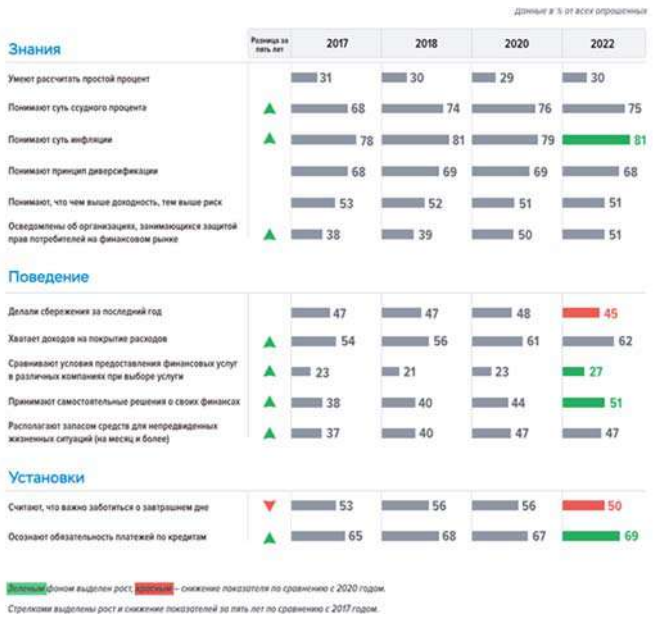


Рис. 1. Динамика ключевых показателей финансовой грамотности

В повышении уровня экономической культуры и финансовой грамотности населения в условиях цифровизации экономики главной составляющей является умение/способность воспользоваться определенными знаниями и навыками [11].

Финансовая грамотность чрезвычайно важна для всего населения нашей страны, особенно для тех, кто планирует добиться успехов в разных сферах деятельности, поэтому, в настоящее время, финансовая грамотность активно внедряется во все сферы образования, начиная со школьной программы. На завершающем этапе совместного проекта Министерства финансов Российской Федерации и Всемирного банка «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации» (далее – Проект) в качестве отправной методологической точки для всех заинтересованных сторон, занятых развитием финансовой грамотности населения в Российской Федерации была разработана единая рамка компетенций по финансовой грамотности для школьников и взрослых, которая была адаптирована к существующим реалиям, в частности, появились два важных новых раздела: по кибербезопасности и инициативному бюджетированию [12].

В работе над рамкой компетенций одним из ключевых экспертов (авторов документа) является Федеральный сетевой методический центр повышения квалификации преподавателей вузов и развития программ повышения финансовой грамотности студентов (ФСМЦ ЭФ МГУ).

С 01 сентября 2022 г. в школах ввелось обязательное преподавание финансовой грамотности, с 01 сентября 2023 г. обязательное преподавание основ экономической культуры и финансовой грамотности было введено в высших учебных заведениях.

Студенты – одна из трёх основных целевых групп, на которые направлен проект Минфина России и Всемирного банка «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации».

Студенты бакалавриата, изучающие дисциплину «Основы экономической культуры и финансовой грамотности», как правило, на 1 или 2 курсе, нуждаются в развитии базовых знаний и навыков, которые помогут им эффективно ориентироваться в сфере экономики и финансов. В современном мире, где экономические процессы играют решающую роль, умение понимать основы экономики и финансов является ключевым фактором успеха.

Особое внимание финансовой грамотности стоит уделять студентам, обучающимся на направлениях экономика и менеджмент, так как их направления подготовки напрямую связаны с финансами. Студентам, обучающимся по другим направлениям, например, техническим, финансовая грамотность также необходима (пусть и в меньших объемах), так как любой успешный человек должен уметь составлять свой бюджет и грамотно расходовать денежные средства. Часто из-за незнания элементов финансовой грамотности люди попадают в ловушки, из которых иногда очень трудно выбраться. Поэтому успешный человек с высшим образованием обязан разбираться в вопросах финансов хотя бы на бытовом уровне.

Разработка содержания учебной дисциплины «Основы экономической культуры и финансовой грамотности» включает определение основных тем и модулей, которые должны быть включены в программу. Каждая тема должна быть обоснована и иметь свой вклад в формирование экономической культуры и финансовой грамотности студентов. Учебный материал должен быть распределен по модулям с учетом логической последовательности изучения. Для достижения поставленных целей необходимо использовать различные методы и формы обучения.

Практические аспекты обучения включают организацию групповых и индивидуальных занятий по данной дисциплине. Применение проблемно-ориентированного подхода и решение реальных ситуаций из экономики и финансов позволяет студентам лучше понимать и применять полученные знания. Вовлечение студентов в проекты и практические задания помогает получить необходимые знания и навыки для успешной работы в сфере экономики и финансов, повысить их понимание и применение знаний в реальной жизни.

Выводы и предложения

Дисциплина «Основы экономической культуры и финансовой грамотности» позволяет обеспечить обязательное формирование универсальной компетенции в области экономической культуры (в том числе финансовой грамотности) у выпускников образовательных программ подготовки бакалавров и специалистов.

Изучение дисциплины «Основы экономической культуры и финансовой грамотности» на всех уровнях образования основывается на разработанной единой рамке компетенций по финансовой грамотности для школьников и взрослых, поэтому четкой увязки программ уровня высшего образования с программой, осуществляющей изучение основ финансовой грамотности в школе, не существует. По мнению авторов изучение основ экономической культуры и финансовой грамотности следует выстраивать по единой цепочке школа – колледж – вуз, кроме того, должна быть обеспечена преемственность между основным и средним общим уровнями образования и высшим уровнем образования с учетом того, что в высших учебных заведениях необходимо осуществлять повышение сформированного в школе уровня финансовой грамотности.

Подводя итог анализу существующей ситуации, необходимо отметить, что для осуществления поставленных в Стратегии повышения финансовой грамотности и формирования финансовой культуры (Стратегия-2030) задач и успешного усвоения различий в уровне сформированности компетенций финансовой грамотности, учитывая, что финансовая грамотность как понятие повседневной жизни имеет отличия от теоретических основ финансово-экономических знаний, в образовательном процессе необходимо осуществлять ряд подходов, например:

– организация студенческих кружков, деятельность которых, должна быть направление на умение принимать ответственные финансовые решения, так как любая профессия и жизнь в целом пересекается с финансами и экономической культурой;

– проведение внутривузовских олимпиад по составляющей «знание и понимание» финансовой грамотности и по составляющей «умение и поведение» финансовой грамотности;

– получение компетенций в области финансовой грамотности в рамках программ дополнительного профессионального образования;

– проведение «Недели финансовой грамотности» в рамках всероссийской программы «Дни финансовой грамотности».

Изучение дисциплины бакалавриата «Основы экономической культуры и финансовой грамотности» позволяет сформировать у обучающихся представления о финансовой культуре и функциональной финансовой грамотности.

Литература

1. *Бойченко И.В., Платунина Г.П., Гущина Л.И.* Инновационные подходы к образованию // Технологии информационного общества. Сборник трудов XVII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2023. С. 392-393

2. *Бойченко И.В., Гущина Л.И., Сердотецкая Л.К.* Разработка рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов с использованием информационно-образовательных ресурсов // Технологии информационного общества: материалы XIII Международной отраслевой научно-технической конференции, 2019. С. 184-185.

3. *Вайл П., Ворнер С.* Цифровая трансформация бизнеса. Изменение бизнес-модели для организации нового поколения. М.: Альпина Паблишер, 2019.218 с.

4. *Артемьева Г.С., Алмаева О.П.* Анализ тенденций и динамики российского рынка искусственного интеллекта в сфере инфокоммуникаций // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 48-й Международной конференции. Москва, 2021. С. 34-37.

5. *Артемьева Г.С., Красикова Л.Ю., Резникова Н.П.* Бухгалтерский учет в отрасли связи: доходы и расходы. М.: Эко-Трендз, 2009. 304 с.

6. Национальная стратегия повышения финансовой грамотности 2017-2023 гг. https://minfin.gov.ru/ru/document/?id_4=118377proekt_natsionalnaya_strategiya_povysheniya_finansovoi_gramotnosti_2017-2023_gg.&ysclid=lrkvvmdwt5697079814 (дата обращения: 18.01.2024)

7. Распоряжение Правительства РФ от 23.06.2021 N 1692-р (ред. от 14.03.2023) «Об утверждении плана мероприятий на 2021-2025 годы по реализации второго этапа Стратегии действий в интересах граждан старшего поколения в Российской Федерации до 2025 года». URL. https://www.consultant.ru/ document/cons_doc_LAW_388520/ (дата обращения: 20.01.2024)

8. Стратегия повышения финансовой грамотности и формирования финансовой культуры до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 октября 2023 г. № 2958-р URL. https://storage.consultant.ru/site20/202310/27/r_271023_2958.pdf (дата обращения: 20.01.2024)

9. *Красикова Л.Ю.,Мартьянова Е.В.* Проблемы внедрения квантовых технологий для защиты данных // Телекоммуникационные системы. Юбилейный сборник трудов тридцатого международного научно-технического форума. Москва, 2022. С. 454-456.

10. *Артемьева Г.С., Прокофьева Ю.П., Шульгина П.Д.* Управление проектами в условиях цифровизации экономики // Мобильный бизнес: перспективы развития и реализации систем радиосвязи в России и за рубежом. Сборник материалов (тезисов) 51-й Международной конференции. Москва, 2023. С. 105-108.

11. Сайт Центрального банка Российской Федерации - URL. https://cbr.ru/StaticHtml/File/145194/1.svg (дата обращения: 20.01.2024).

12. Пояснительный комментарий к единой рамке компетенций по финансовой грамотности в Российской Федерации – URL. https://app-dev.моифинансы.рф/storage/18932/ metod-poyasnenie-k-edinoi-ramke.pdf (дата обращения: 20.01.2024).

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДАТАСЕТОВ И МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ИИ-РЕШЕНИЙ В ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сергеев Александр Александрович
Федеральное государственное автономное учреждение «Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта» Минпромторга России (далее – ФГАУ «ФЦПР ИИ»), генеральный директор, Москва, Россия,
info@aigov.ru

Мухина Мария Дмитриевна
ФГАУ «ФЦПР ИИ», первый заместитель генерального директора, Москва, Россия,
m.mukhina@aigov.ru

Ершов Андрей Николаевич
ООО "Предикта", заместитель директора по цифровым продуктам и сервисам, канд. экон. наук, Москва, Россия,
ershov.a@predictalab.ru

Скирдов Максим Романович
АО "Плакарт", главный аналитик, Москва, Россия,
m.skirdov@yandex.ru

Аннотация

Потребность ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в отраслях промышленности с целью достижения технологического суверенитета в перспективных отраслях возможна при стандартизации методик оценки качества датасетов и моделей машинного обучения ИИ-решений.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, ИИ, экспертиза, методология, машинное обучение, модели машинного обучения, ИИ в промышленности, датасеты, наборы данных

Введение

Важнейшей задачей на сегодняшний день является развитие технологий искусственного интеллекта и тиражирование решений в области искусственного интеллекта (далее – ИИ-решений) не только среди различных организаций, но и в отраслях экономики [1].

Фундаментальной составляющей для функционирования ИИ-решений являются данные и модели машинного обучения. Применение единых стандартов при проверке качества датасетов и моделей машинного обучения может существенно сократить издержки на отбор потенциальных решений для внедрения, а также ускорить внедрение проверенных, апробированных и зарекомендовавших себя ИИ-решений [2].

Предлагаемые в статье подходы направлены на непосредственное практическое применение и имеют высокую значимость для решения прикладных задач в области внедрения ИИ. Несмотря на исходное формирование авторами данной статьи методик оценки качества датасетов и моделей машинного обучения для целей отбора ИИ-решений в отраслях промышленности, предложенные подходы применимы для поддержки цифровой трансформации [3], повышения уровня цифровой зрелости и повышения уровня проникновения ИИ-технологий во всех отраслях экономики и социальной сферы [4].

Важно отметить, что существующие уровень готовности датасетов и уровень технологической готовности моделей машинного обучения при выборе готового ИИ-решения для внедрения в организации являются важным, но не достаточным критерием. Источник данных, на основании которого производилось обучение модели, может играть более весомое значение, чем, например, полнота такого набора данных.

В связи с этим, становится очевидным потребность в специализированной методологии, учитывающей специфику критериев, влияющих на выбор технологического решения во время отбора.

Общий подход к оценке качества моделей машинного обучения

Верхнеуровневый подход к оценке качества моделей машинного обучения можно представить в виде интегрального показателя, основанного на трех ключевых составляющих.

Качество данных является первым и базовым показателем. Данные являются одной из фундаментальных основ обучения, так как в них содержится информация о закономерностях, которые пытаются обобщить математические алгоритмы, заложенные в моделях.

Качество процесса разработки – вторая составляющая интегрального показателя качества моделей машинного обучения. Процесс разработки моделей машинного обучения носит итеративный характер, и сами итерации в общем случае не меняются, однако при этом на практике отсутствуют какие-то формализуемые универсальные методы достижения высокого качества.

Для достижения максимально возможного качества в рамках конкретной задачи тестируются различные комбинации признаков, способов их предварительной обработки, алгоритмов обучения, оптимизируемых ими функций ошибки и гиперпараметров. На практике возможна ситуация, когда модель с гиперпараметрами по умолчанию и отсутствием какой-либо предварительной обработки данных может сразу дать приемлемый результат. В то же время некоторые процессы настолько сложны или случайны, что ни одна существующая модель не сможет обобщить их с достаточным качеством. Таким образом, в качестве универсальных критериев качества процесса разработки невозможно использовать такие как: применение

конкретного вида модели, функции ошибки, вида обработки данных и т.д.

Качество результатов – является одним из самых значимых критериев оценки качества модели машинного обучения. Разработка любой модели машинного обучения ведётся с целью обобщения наблюдаемых закономерностей и построения на основании этого каких-либо содержательных выводов. В связи с этим её общее качество невозможно рассматривать в отрыве от того, какая у нее основная задача и достигается ли запланированный результат.

Далее рассмотрим каждый из трех показателей, которые также являются интегральными.

Оценка качества данных

Основываясь на практическом опыте анализа различных ИИ-решений были сформированы следующие ключевые критерии качества данных:

1. Наличие пропусков.
2. Наличие аномальных данных.
3. Согласованность форматов данных.
4. Уникальность данных (проверка на дубликаты).
5. Сбалансированность классов (для задач классификации).
6. Корректность данных.
7. Корректность разметки (для задач обучения с учителем).
8. Наличие артефактов обработки - критерий отслеживает наличие в данных артефактов обработки, таких как, например, технические символы, которые могут появляться при взаимодействии с API.
9. Согласованность временных данных (для временных рядов).
10. Полнота документации.
11. Соответствие требованиям законодательства.
12. Достоверность источников данных.
13. Достаточность датасета для обучения.

Оценка качества процесса разработки

В отличие от данных, которые являются промежуточным звеном и могут быть обработаны и преобразованы оценщиком в процессе работы с ними, качество разработки оценивается постфактум в отношении полностью завершённого процесса, не подлежащего изменениям. В случае выдачи рекомендаций разработчику модифицированное решение будет представлять из себя, фактически, уже другую модель. В результате были сформулированы следующие ключевые критерии качества процесса разработки:

1. Отсутствие данных из обучающей выборки в тестовой.
2. Соотношение размеров обучающей и тестовой выборок.
3. Обоснование выбора алгоритма машинного обучения, проводилось ли тестирование альтернативных алгоритмов обучения, на основании которых выбран итоговый алгоритм, либо задача решается только одним алгоритмом.
4. Применялись ли методы, предотвращающие переобучение, такие как, регуляризация, кросс-валидация, ансамблирование, ограничение глубины деревьев и пр.
5. Осуществлялся ли отбор признаков или вклад каждого признака в итоговый результат неизвестен.
6. Оптимизация гиперпараметров – применялись ли методы оптимизации гиперпараметров, такие как, поиск по сетке, байесовская оптимизация и др.
7. Анализ разложения ошибки на смещение и разброс.
8. Входной контроль данных – способность модели работать с данными, содержащими пропуски и иные ошибки.
9. Интерпретируемость результатов.
10. Возможности предварительной настройки.
11. Инструменты визуализации и контроля.
12. Требования к компетенциям пользователя или удобство пользования моделью для людей, не являющихся специалистами в машинном обучении.
13. Зависимость от зарубежных/открытых библиотек и инструментов.
14. Полнота документации.
15. Сбалансированность данных обучения и теста (для задач классификации).

Оценка качества результатов

Ключевыми критериями качества результатов работы моделей машинного обучения являются:

1. Решение моделью актуальных отраслевых задач (применимо для моделей, не носящих исследовательский характер).
2. Оценка качества работы модели на тестовых данных в разрезе метрик машинного обучения.
3. Новизна модели – оценка уникальности разработанной модели на российском и международном рынках.
4. Стабильность – способность модели сохранять обобщающую способность при обучении на подмножествах обучающей выборки.
5. Робастность – способность модели сохранять качество при зашумлении или искажении входных данных.
6. Автономность – степень человеческого участия для обеспечения эффективной эксплуатации модели.
7. Наличие и оценка результатов опытной эксплуатации модели.
8. Масштаб применимости - насколько модель применима в реальной работе российских предприятий.
9. Соответствие требованиям законодательства и наличие механизмов отключения модели при выявлении нарушений.
10. Уровень технологической зрелости (по шкалам TRL и CRL).
11. Оценка обоснованности потребляемых вычислительных ресурсов.

Особенности методики

Базовая методика оценки качества датасетов и моделей машинного обучения предполагает три уровня качества: низкий, средний и высокий. Интегральный показатель качества предлагается рассчитывать, как отношение суммы набранных по каждому пункту баллов к максимально возможной сумме.

При этом важно отметить, что в зависимости от задач организации, внедряющей ИИ-решение, могут быть скорректированы коэффициенты и веса отдельных критериев.

Так, например, наличие пропусков – критерий определяющий, насколько полны данные, и проверяющий количество отсутствующих значений в признаковом пространстве и разметке, может быть абсолютно не значителен в сравнении с критерием достоверности источника данных.

Иными словами, модель, обученная на наборе данных, взятым из интернета, несмотря на высокий коэффициент качества, может полностью игнорироваться в сравнении с моделью, обученной на основании данных, предоставленных самим заказчиком системы.

Заключение

Выбор технологического решения для автоматизации процессов зачастую является трудоёмкой задачей. Однако она не может сравниться с объемом ресурсов, необходимых для устранения последствий при неудачном выборе такого решения.

Применение единой методологии оценки качества датасетов и моделей машинного обучения позволит принимать наиболее обоснованные управленческие решения и продвигать наиболее качественные ИИ-решения. Безусловно при наличии массовой апробации сама методика оценки качества датасетов и моделей машинного обучения будет усовершенствована и дополнена в соответствии с прикладными результатами [5].

При этом уже сегодня очевидна практическая польза применения разработанной методики, учитывающей специфику отечественного рынка информационных технологий.

Использование методики оценки датасетов и качества моделей машинного обучения позволит существенно повысить качество внедряемых ИИ-решений и ускорить достижение Российской Федерацией технологического суверенитета, в том числе в отраслях промышленности и других перспективных отраслях.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 года № 490 о Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2023 года №603.
3. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием: [сайт]. URL: https://digital.gov.ru/uploaded/files/140020231228obnovlennyiemetodicheskierekomendatsiiv12sokraschennyie-1.pdf (дата обращения: 17.01.2024).
4. Приказ Минцифры России от 18.11.2020 г. № 600 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация».
5. Федеральный центр прикладного развития искусственного интеллекта: [сайт]. URL: https://aigov.ru/ (дата обращения: 22.01.2024).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ PR-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕСС-СЛУЖБ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ СЕТЕВИЗАЦИИ

Кандалов Вадим Иванович,
Московский технический университет связи и информатики, заведующий кафедрой «Цифровые технологии рекламы», кандидат экономических наук, Москва, Россия;
Финансовый университет при Правительстве РФ, доцент, Москва, Россия,
v.i.kandalov@mtuci.ru

Гурылёв Николай Иванович,
Московский технический университет связи и информатики, Москва, Россия,
nikolaytelephone@bk.ru

Аннотация

В статье рассматриваются методы совершенствования PR-деятельности пресс-служб в условиях сетевизации. Авторы проводят исследование от понимания влияния сетевизации на PR до таких стратегий, как цифровое повествование и привлечение социальных сетей. Работа представляет интерес для специалистов по связям с общественностью, маркетинговых организаций, специалистов по коммуникационным стратегиям, специалистов по цифровому маркетингу, а также для понимания как ориентироваться пресс-службам в постоянно меняющемся цифровом пространстве.

Ключевые слова

Связи с общественностью, сетевизация, цифровая эра, PR-стратегии, цифровое повествование, привлечение социальных сетей, контент-маркетинг, SEO, аналитика данных, мониторинг СМИ, антикризисное управление.

Введение

В динамичном пространстве современного информационного пространства пресс-служба играет ключевую роль, являясь ведущим звеном в деятельности организации по связям с общественностью. По мере того, как мы пользуемся сложной паутиной сетевых коммуникаций, традиционные модели PR претерпевают трансформационные изменения. Постоянная интеграция цифровых технологий и повсеместное использование онлайн-платформ требуют эволюции стратегий, используемых пресс-службами для эффективного взаимодействия с аудиторией.

Авторы стремятся выстроить сложную взаимосвязь между PR-деятельностью и широко распространенной сетевой организацией современных каналов коммуникации. Исследование, посвящено стратегическому использованию рекламных и маркетинговых инструментов, основано на научном подходе и направлено на изучение тонкостей этих сфер в современной медиасреде. Путем объединения теоретических основ с практическим опытом осуществляется комплексное понимание того, как пресс-службы могут повысить свою эффективность в цифровую эпоху. Анализируется не только текущее состояние, но и стратегические подходы к управлению взаимодействием между пресс-службами и запросами сетевого общества.

Результаты исследований

Сетевизация – это процесс создания цифровыми сетями сообществ и структур. Появление цифровых сетей произвело множество изменений в современный мир и подходы взаимодействия, в том числе и сферу PR-деятельности. За счет появления различных цифровых платформ традиционные методы взаимодействия с социальными группами общества могут оставаться актуальными в современных условиях. Теперь выстраивание взаимоотношений выходит за рамки одного информирования, появляется система выстраивания взаимоотношений, управления репутацией и настройкой каналов распространения между пресс-службами и различными заинтересованными сторонами.

Традиционный PR подразумевает прямолинейный поток распространения информации, с приходом сетевизации поток распространения стал децентрализованным. При децентрализованном потоке распространения информация автоматически распространяется через сети, благодаря пользовательскому контенту и обмену информацией между пользователями. Децентрализованная структура нуждается в переходе от контроля над повествованием к активному участию в активных коммуникациях в цифровом обществе.

Для гибкости и адаптивности PR-деятельности сетевое взаимодействие требует контроля в режиме реального времени. Для этого пресс-службам необходимо уметь взаимодействовать с потоками онлайн-коммуникации, своевременно реагируя на появляющиеся тренды, решая возникшие проблемы путем использования новых технологий.

В эпоху информационной перенасыщенности повествование остается мощным и эффективным инструментом для PR-специалистов [1]. Использование появившихся цифровых платформ для создания историй устанавливает тесные связи между пресс-службами и их аудиторией. Полезные и интересные сюжеты, цифровой контент и интерактивные материалы привлекают и удерживают целевую аудиторию эффективнее, чем традиционные методы распространения информации.

Цифровые платформы основаны на различных моделях поведения и предпочтениях пользователей платформ и сетей. Пользуясь инструментом цифрового повествования необходимо адаптировать контент под нюансы каждой отдельно взятой платформы. Короткие сюжеты с использованием графики успешно применяются в социальных сетях, в то время как более глубокие сюжеты должны использоваться в специализированных блогах или на страницах веб-сайтов для получения нужного эффекта. Адаптация сюжетов к динамике платформ обеспечивает максимально эффективный и положительный отклик у аудитории.

Платформы социальных медиа занимают главное место в пространстве сетевизации, они предоставляют большие возможности для прямого взаимодействия с аудиторией [2]. Использование таких современных плат-

форм, как ВКонтакте, Яндекс Дзен, Telegram и WhatsApp, существенно расширяет охват аудитории PR-усилиями.

Использование социальных сетей для вовлечения аудитории начинается с мониторинга и анализа платформы на предмет упоминаний, комментариев и обсуждений. Мониторинг и анализ позволяет получить ценную информацию о настроениях, предпочтениях и ценностях аудитории. Использование инструментов социального прослушивания пресс-службами позволит быть в курсе текущих настроений и обсуждений, что позволит им оперативно и в полной мере реагировать на них.

Хэштеги служат инструментом навигации среди огромного поля контента социальных сетей. Зачастую вокруг хэштегов образуются целые группы заинтересованных лиц, формируя сообщества в зависимости от интересов. Правильное использование хэштегов повышает видимость контента, облегчая поиск и стимулируя участие аудитории в дискуссиях или реагировании на информацию. Разработка пресс-службами фирменных хэштегов для каждой отдельной деятельности или событий кампании способствует объединению аудитории и увеличению охвата.

Социальные медиа – это многогранный инструмент, усиливающий как позитивные, так и негативные настроения аудитории. Эффективное взаимодействие с социальными сетями предполагает проактивную коммуникацию во время кризисов. Готовность своевременно реагировать на возникающие проблемы, своевременно предоставлять обновление и корректировку информации, а также активно управлять ситуацией, поможет пресс-службам снизить репутационные риски и минимизировать участие в конфликтных ситуациях.

Разнообразие контента является залогом успешного контент-маркетинга. Использование пресс-службами широкого спектра форматов контента, начиная от традиционных статей и пресс-релизов до мультимедийных материалов, таких как видео, инфографика, подкасты и интерактивный веб-контент, повысит заинтересованность и вовлечение разных сегментов целевой аудитории.

Пользовательский контент – это новый инструмент контент-маркетинга, который успел зарекомендовать себя высокими показателями доверия и вовлеченности целевой аудитории. Стимулирование создания и обработка контента аудитории, например, отзывов, обзоров или пользовательских визуальных материалов, добавляет достоверности в трансляции мыслей и идеологии бренда. Использование пользовательского контента не только вовлекает аудиторию, но и укрепляет связи с ней.

В современных условиях сетевизации видимость контента и сайтов в поисковых системах имеет первостепенное значение. Внедрение методов SEO-оптимизации гарантирует, что пресс-релизы и соответствующий контент будут занимать более высокие позиции в результатах поиска, что делает их доступными и видимыми для целевой аудитории [3].

Для настройки эффективной SEO-оптимизации необходимо сформировать семантическое ядро. Определение релевантных ключевых слов, которые связанны с отраслью, услугами или продукцией организации, является первостепенной задачей. Интеграция ключевых слов в пресс-релизы, статьи и другой вид контента повышает возможности появления в результатах поисковых запросов систем.

В свою очередь, поисковые системы уделяют первостепенное внимание качеству и соответствию контента. Правильно написанный, информативный и увлекательный контент не только находит отклик у аудитории, но и соответствует алгоритмам поисковых систем. Пресс-службы должны стремиться к тому, чтобы контент четко отвечал на запросы пользователей и предоставлял для них ценность.

С учетом широкого использования мобильных устройств, оптимизация контента для мобильных платформ является обязательной частью SEO-оптимизации. Удобный и понятный дизайн, адаптация под все виды устройств способствуют формированию положительного пользовательского опыта, который учитывается поисковыми системами при ранжировании контента.

Инструменты анализа данных позволяют пресс-службам разделять свою аудиторию на сегменты, основанные на демографических данных, интересах и поведении. Определение сегментов целевой аудитории позволяет разрабатывать целевые и индивидуальные коммуникационные стратегии. Анализ поведения пользователей, модели потребления контента и показателей вовлеченности аудитории, служат показателями для адаптирования подхода пресс-служб к формированию контента.

Для прогнозирования будущих трендов и моделей поведения целевой аудитории используется предиктивная аналитика, основанная на накопленных данных. Использование предиктивной аналитики пресс-службами позволяет предвидеть тенденции развития в своей отрасли, что дает возможность опережать события, разрабатывать новые PR-стратегии, соответствующие новым требованиям рынка.

Следить за освещением событий в СМИ – неотъемлемая часть эффективного PR. Передовые инструменты мониторинга СМИ позволяют отслеживать упоминания, настроения и тенденции для своевременного реагирования и управления репутацией [4]. Мониторинг СМИ также включает в себя сравнительный анализ конкурентов. Анализ позиций конкурентов в медийном пространстве позволяет оценивать деятельность организации. Анализ сильных и слабых сторон конкурентов способствует принятию стратегических решений.

Цифровая эпоха породила проблемы, связанные с распространением дезинформации и слухов. Для борьбы с ними PR-специалисты должны сохранять бдительность, отслеживать и устранять ложные нарративы, используя прозрачность и проверку фактов для поддержания доверия [5].

Дезинформация может быстро распространяться по различным онлайн-платформам, поэтому пресс-службы должны пользоваться современными инструментами мониторинга для раннего выявления и отслеживания возможной дезинформации. Регулярный мониторинг позволяет выявлять дезинформацию на ранних стадиях, обеспечивая быструю и эффективную реакцию и устранение ложной информации.

Дезинформация исходящая из внешних источников – нередкое явление. Эффективной стратегией для борьбы с таким источником дезинформации может стать прямое обращение в источник, предоставление фактов, доказательств и открытое обсуждение проблемы с автором дезинформации могут предотвратить ее дальнейшее распространение.

Персонализация является средством эффективной коммуникации, соблюдение конфиденциальности пользователей также важно. Фундаментом для баланса между персонализацией и конфиденциальностью пользователей является прозрачность использования данных. Пресс-службам следует четко описывать процесс сбора, обработки и использования данных пользователей. Прозрачная политика использования данных добавляет уверенность у целевой аудитории, убеждает ее в стремлении организации соблюдать конфиденциальность.

Чтобы пресс-службам обеспечить конфиденциальность, внедряются механизмы сбора данных по принципу "от противного". Использование этого принципа дает пользователям возможность выбора, хотят ли они делиться своей информацией и какой уровень персонализации их устраивает и не нарушает границы. Четкое представление возможности выбора создает основу для согласия.

Заключение

В постоянно меняющемся пространстве сетевизации пресс-службы должны в полной мере использовать инновационные стратегии и новейшие инструменты, чтобы успешно ориентироваться в тонкостях постоянно меняющегося PR-ландшафта.

Используя возможности цифровых материалов, социальных сетей, контент-маркетинга и аналитики, организации могут не только пережить трудности, но и достичь успехов во взаимосвязанном мире современных коммуникаций.

Поскольку технологии продолжают неумолимо развиваться, адаптивность и гибкость PR-специалистов будут иметь первостепенное значение для обеспечения позитивного и устойчивого имиджа организации.

Литература

1. *Дубинина И.И.* Цифровой рассказ как особая форма повествования в сетевом обществе. Научный вестник Волгоградского филиала РАНХиГС. Серия: Политология и социология. 2018. №2. С. 32-36.
2. *Симкачева М.В.* Социальные сети в профессиональной деятельности журналиста: практический аспект // Неофилология. 2023. №35.
3. *Хаишев А.Э.* Коммуникация с клиентом при осуществлении SEO-оптимизации его ресурса: сложности и особенности // Молодой исследователь Дона. 2021. №5 (32).
4. *Касаткин С.С.* Методы сбора и анализа данных при мониторинге СМИ // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2014. №9.
5. *Иванова А.П.* Дезинформация в Интернете: поиск баланса в борьбе с фальшивыми новостями // Образование и право. 2023. №2.

AI4UC: ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Ефимушкин Владимир Александрович,
ООО «Фирма «СВЕТЕЦ», директор по работе с государственными программами, к.ф.-м.н., Москва, Россия,
v.efimushkin@ svetets.ru

Ледовских Татьяна Владимировна,
ООО «Фирма «СВЕТЕЦ», директор по взаимодействию с органами государственной власти, к.ф.-м.н., Москва, Россия,
t.ledovskikh@svetets.ru

Аннотация

В настоящее время сочетание искусственного интеллекта (Artificial Intelligence, AI) и унифицированных коммуникаций (Unified Communications, UC) имеет ряд преимуществ, например, в ситуациях, когда предприятиям необходимо анализировать накопившиеся данные, тексты, электронные письма, заметки и другие формы предыдущего общения и разговоров для формирования предложений и корректировки контекстно-зависимых ответов на сообщения на основе этих данных. Технологии AI повышают интеллектуальность коммуникаций, тем самым улучшая связь в реальном времени. Применение AI в UC позволяет определять приоритетность вызовов в реальном времени без участия сетевых администраторов, выявлять проблемные области и зоны перегрузок, перенаправлять высокоприоритетные вызовы для поддержания высокого качества обслуживания.

Ключевые слова

Унифицированные коммуникации, искусственный интеллект, UC, AI, M

Введение

Импортозамещение в условиях санкционных ограничений и ухода с рынка многих зарубежных производителей телекоммуникационных решений сегодня является приоритетным направлением в отрасли «Связь». При этом замена зарубежного решения на российское с повторением функциональных возможностей не может рассматриваться в качестве лучшего варианта. Стратегически рациональным является развитие и внедрение отечественных решений на базе новых технологий не только в части расширения функционала, но, что важнее, в области расширения и углубления прикладных, практических аспектов в целях решения новых, актуальных задач [1, 2].

Прогнозируемое долгосрочное использование AI в сфере связи – это применение AI в телекоммуникационной отрасли на платформах телефонии UC [3]. Современный уровень технологий AI позволяет применять их для анализа телефонных вызовов в системах UC и моментального извлечения данных для определения, был ли это положительный или отрицательный вызов; для обеспечения персонализированного обслуживания работников или клиентов за счет корректного направления вызова для обработки запроса требуемому оператору по обслуживанию клиентов. Использование данных, собранных и обработанных AI в результате анализа телефонных вызовов, дает всестороннее представление о ситуации, информируя о том, кто именно является клиентом, какие голосовые взаимодействия они имели и, в конечном итоге, гарантируя, что у них имеется вся информация, необходимая для эффективного и действенного ответа на запрос работника компании или клиента компании.

Тенденции развития AI4UC

Унифицированные коммуникации являются сегодня неотъемлемой составляющей успешной деятельности любой компании, от малого и среднего бизнеса, до крупных корпораций. Решения UC стали удобным инструментом, позволяющим оперативно решать и автоматизировать множество ежедневных задач. Единое коммуникационное пространство компании помогает реализовать между сотрудниками совершение и переадресацию вызовов, отправку сообщений и файлов, видео и аудио конференции и многое другое, оптимизировать эксплуатационные затраты. Эти аспекты являются особенно важными для крупных компаний с разветвленной организационной структурой. Встраивание UC в изменяющиеся рабочие процессы значительным образом влияет на продуктивность сотрудников, особенно в случае их удаленного режима работы.

Внедрение UC-систем в качестве корпоративных коммуникационных систем, и, в частности, UC-решений облачного исполнения (UCaaS, UC-систем как сервисов) существенно и повсеместно ускорилось в условиях пандемии COVID-19.

По данным DataHorizzon Research, объем рынка UC в 2022 году оценивался в 115,7 млрд долл., а к 2032 году ожидается, что он достигнет 583,8 млрд долл. при среднегодовом темпе роста 17,7%. Расширение удаленной работы, более широкое внедрение политики разрешения использовать собственное цифровое устройство вместо официально предоставленного (Bring Your Own Device, BYOD), а также доступность использования средств связи с нескольких устройств и из любого места способствовали росту рынка [4]. Подобный быстрый рост делает UC одним из самых динамичных на рынке информационно-коммуникационных технологий.

Требования, которые предъявляют сегодня клиенты к UC-решениям, могут быть весьма разнообразными и определяются рядом факторов, характеризующих компанию или организацию, например, ее масштабом, спецификой применяемой экономической модели, числом работников, географической распределенностью филиалов и подразделений, наличием удаленной формы работы и другими. Кроме того, требования к UC-решению классифицируются по критериям технических возможностей клиента и допустимых к применению технологий, функционального наполнения, возможных сценариев предоставления сервисов, тарифных планов, схем технического обслуживания и стратегии расширения наборов сервисов, модернизации и масштабирования [5, 6].

Учету подобных требований в UC-решениях способствует применение технологий AI, а сочетание искусственного интеллекта и унифицированных коммуникаций имеет ряд преимуществ. Например, анализ с использованием AI электронных писем, заметок, других форм и

данных предыдущего общения позволяет формировать релевантные, контекстно-зависимые ответы на запросы и сообщения, способствовать оптимизации будущих онлайн совещаний по данным предыдущих.

Искусственный интеллект делает унифицированные коммуникации более интеллектуальными, тем самым улучшая их за счет приоритезации трафика в реальном времени без участия сетевых администраторов, обеспечивая на основании данных об информационных потоках выявление проблемных областей и зон перегрузки, управляя перенаправлением трафика для поддержания высокого качества обслуживания [7, 8].

На основе данных мониторинга AI предоставляет возможности анализа производительности UC-систем. Например, полученные данные позволяют AI проводить прогнозный анализ системы и предлагать варианты устранения неполадок в случае возможных проблем, снижающих производительность UC-системы.

Ожидается, что в условиях развития всепроникающего (Ubiquitous) AI будущие системы связи будут интегрировать AI в самые разные системы, включая UC-решения для повышения их производительности и функциональности. Всепроникающий AI (U-AI), используемый в сетях фиксированной и беспроводной связи станет триггером развития персонализированных коммуникаций как операторами связи, так и корпоративным сектором.

Задачи AI4UC

Использование AI в UC приводит к необходимости решения ряда задач:

– повышение точности прогнозирующих моделей машинного обучения (ML). Например, формирование с помощью AI тематики планируемых онлайн встреч, нерелевантной реальной ситуации, снижает эффективность таких встреч;

– снижение зависимости алгоритмов AI и ML от возможной тенденциозности и пристрастий, присущих их разработчикам;

– снижение отрицательного влияния автоматизации процессов коммуникаций за счет использования технологий AI в UC на корпоративную лояльность и работоспособность специалистов по обслуживанию клиентов, вследствие возникновения угроз их сокращения;

– появление новых задач по защите конфиденциальных данных UC-решения вследствие расширения периметра обеспечения информационной безопасности при использовании технологий AI.

Хотя использование AI для UC сегодня находится в состоянии хотя и начального, но динамичного роста, имеются большие надежды на синергетическое взаимодействие этих технологий [9-11]. Уже сейчас этому способствуют следующие факторы:

– применяя AI, компания может переложить часть плановых, повторяющихся коммуникаций со своих специалистов на виртуальных роботов, оптимизируя рабочее время специалистов, позволяя им сосредоточиться на более сложных задачах с добавленной стоимостью. Подобная автоматизация процессов UC может заменить задачи бэк-офиса, например, в финансах, бухгалтерском учете и продажах. Например, AI может управлять коммуникациями в процессе заказа, отдел продаж может использовать AI для анализа и создания списков подходящих лидов и организации коммуникаций требуемого типа для менеджеров;

– боты, управляемые AI, имеют большие перспективы, используются для автоматизации коммуникаций. Например, они могут предоставить вспомогательную информацию после определения темы онлайн совещания, помощь в определении говорящего в данный момент времени, информацию об участниках встречи из онлайн-источников, таких как социальные сети. Имитируя взаимодействие с другим человеком, чат-боты на базе AI ускоряют обслуживание, освобождая сотрудников для решения более сложных задач;

– AI4UC можно запрограммировать так, чтобы он с привлечением предиктивной аналитики рационально и конструктивно реагировал на определенные ключевые слова, фразы и ситуации, их эмоциональную окраску, формируя заранее предположительно требуемую информацию, предлагая приемлемые сценарии и решения;

– улучшение взаимодействия пользователей системы UC, углубление персонализации общения с клиентами. В дополнение к чат-ботам, AI способен улучшать инструменты социального мониторинга, предоставлять возможности персонализированного веб-обслуживания;

– интеграция AI и UC позволяет выполнять такие функции, как преобразование сообщений голосовой почты в точный текст, корректная устная диктовка электронных писем и автоматическое протоколирование во время совещаний;

– повышение операционной эффективности за счет реализации в AI улучшенных алгоритмов прогноза, например, при прогнозировании операционных задержек, проблем, простоев, предложение точных и осуществимых решений, организация автоматической связи с пользователями для поиска наилучшего решения;

– автоматизированное под управлением AI на базе собранных больших данных производство и обмен с использованием требуемых средств UC пресс-релизов, маркетинговых элементов, бизнес-информации в виде текстов, графики и видео контента.

Применение средств AI для сервисов UC

В области функциональных возможностей UC-решения можно выделить наиболее востребованный клиентами базовый набор требований к сервисам, и дополнительные сервисы. Например, компания «СВЕТЕЦ» в своем UC-решении [12] предлагает клиентам базовый набор наиболее востребованных сервисов в соответствии с концепцией «Цифровое рабочее место», включающий, в том числе:

– управление сведениями о присутствии абонентских устройств и пользователей;
– выбор предпочтительного абонентского устройства;
– аудио/видео звонки;
– мессенджинг и чаты;
– передача файлов и мультимедийной информации;
– интеграция с корпоративной электронной почтой;
– голосовая почта;
– аудио конференция;
– видео конференция;
– WEB видеоконференция;
– программное управление конференциями;
– инструменты совместной работы;
– API и интеграция в бизнес-процессы компании;
– пользовательская оболочка, унифицированная для разных интерфейсов;
– обмен факсимильными сообщениями.

В качестве примера приведем возможные методы поддержки средствами AI сервисов UC. Так для сервиса «Управление сведениями о присутствии абонентских устройств и пользователей» AI может осуществлять следующую информационную поддержку:

– рекомендации по времени осуществления вызова с наибольшей вероятностью получения ответа от вызываемого абонента;

– при наличии у пользователя нескольких абонентских устройств предложение абонентского устройства с наибольшей вероятностью получения ответа от вызываемого абонента;

– предоставление оценки остаточного времени работоспособности абонентского устройства.

Для другого сервиса «Выбор предпочтительного абонентского устройства» AI может давать рекомендации по выбору предпочтительного абонентского устройства с учетом данных

– о нагрузке на элементы сетевой инфраструктуры;

– о параметрах контента;

– о функционирующих у вызываемого абонента абонентских устройств.

Помимо фактического облегчения коммуникации между работниками предприятия, технология AI может использоваться для персонализации и улучшения содержания общения с клиентами компании. Завоевание и сохранение доверия своих клиентов, представление новых сервисов для получения конкурентных преимуществ является важнейшим направлением любой компании. Один из наиболее эффективных способов добиться этого – формирование персонализированного контента на базе UC-решения.

Технологии AI4UC могут предоставить компании разнообразную информацию о поведении их клиентов. AI способен обрабатывать и классифицировать имеющиеся по клиентам данные, анализировать информацию о прошлых и настоящих поведенческих предпочтениях клиентов, формировать прогнозные варианты поведения [13]. Это позволяет компаниям иметь информацию, необходимую для адаптации сообщений к каждому отдельному клиенту, убеждая их в том, что бизнес действительно понимает и заботится об их уникальном опыте.

Заключение

Итак, оптимальное использование технологий AI в сфере организации унифицированных коммуникаций работников компании и в обслуживании клиентов заключается в том, чтобы AI работал в качестве квалификационного инструмента с последующим информированием в целях оптимизации коммуникаций и обслуживания клиентов о деталях, связанных с вызовами и запросами клиентов.

Например, определенные технологии AI [14], позволяют виртуальным помощникам интерпретировать разговоры, происходящие во время онлайн-встреч, и автоматически предоставлять расшифровки и резюме в конце. Это повышает производительность во время переговоров, поскольку участники больше сосредоточены на текущих обсуждениях, чем на ведении заметок; в свою очередь, общие коммуникационные возможности улучшаются, поскольку переговоры становятся более насыщенными и подробными.

Технологии AI предлагают возможность анализировать производительность систем UC. Это можно сделать посредством мониторинга и обслуживания единой системы коммуникаций, позволяющей получать необходимую информацию. Например, на основе соответствующих данных AI может проводить прогнозный анализ системы и предлагать варианты устранения неполадок в случае возникновения проблем и низкой производительности системы.

Используя данные предыдущих встреч и переговоров с использованием UC-системы, AI, анализирует их, чтобы понять, сколько времени было потрачено на конкретные темы с последующим использованием этих данных для оптимизации будущих подобных мероприятий, формирования их тематической повестки в зависимости от конкретных участников.

Для решений AI4UC открываются большие перспективы, учитывая общие тенденции развития технологий и решений искусственного интеллекта в Российской Федерации [15].

Литература

1. *Ефимушкин В.А.* Чем заменить зарубежное решение унифицированных коммуникаций? Обзор российской UC-платформы от компании «Светец» // Tadviser. 26.07.2022 URL: https://www.tadviser.ru/. (дата обращения: 25.01.2024)

2. *Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Мухина М.Д., Чукарин А.В.* Искусственный интеллект как услуга в промышленности // DSPA: вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2023. № 4. С.4-11.

3. ITU Journal ICT Discoveries. V.1, No.1, March 2018. The impact of Artificial Intelligence on communication networks and services. First special issue. URL: https://www.itu.int/en/journal/Pages/default.aspx (дата обращения: 25.01.2024).

4. Unified Communications Market Size & Share Report, 2030. Grand View Research. 13.07.2023. – 155 p.

5. *Chaudhary A*. How AI and Cloud Telephony Works Together to Improve Contact Centers? // 06.02.2024. URL: https://krispcall.com/blog/ai-and-cloud-telephony/ (дата обращения: 25.01.2024).

6. *Partida D*. 7 Unified Communications Market Trends for 2023 // June 9, 2023. URL: https://www.enterprisenetworkingplanet.com/unified-communications/unified-communications-trends/#1_AI (дата обращения: 25.01.2024).

7. *Ayuya C*. The Impact of AI on Unified Communications // 27.08, 2021. URL: https://www.enterprisenetworkingplanet.com/unified-communications/the-impact-of-ai-on-unified-communications/ (дата обращения: 25.01.2024).

8. *Guzman A.L., Lewis S.C.* Artificial intelligence and communication: A Human–Machine Communication research agenda // New media & society. 2020. Vol. 22(1), pp. 70-86.

9. *Krugman R*. 4 Tips for Transforming Your Customer Communications with AI // URL: https://www.broadridge.com/article/4-tips-for-transforming-your-customer-communications-with-ai (дата обращения: 25.01.2024).

10. *Oliveira E.L.* Machine Learning Techniques Applied to Predict the Performance of Contact Centers Operators //Proc. 14th Iberian Conf. on Information Systems and Technologies. Coimbra, Portugal. 2019, pp. 1-4.

11. *Ayuya C*. The Impact of AI on Unified Communications // Network Management News & Trends. 27.06.2021. URL: https://www.enterprisenetworkingplanet.com (дата обращения: 25.01.2024).

12. Сервисная платформа «Svetets TMS». URL: https://svetets.ru/ (дата обращения: 25.01.2024).

13. *Peifer C., Pollak A., Flak O., Pyszka A., Nisar M.A., Irshad M.T., Grzegorzek M., Kordyaka B., Kozusznik B.* The Symphony of Team Flow in Virtual Teams. Using Artificial Intelligence for Its Recognition and Promotion // Frontiers in Psychology. V. 12. 08.09.2021, pp. 1-14.

14. System Eric.ai. URL: https://www.eric.ai/ (дата обращения: 25.01.2024).

15. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утв. Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации».