

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

Институт цифровых и интеллектуальных систем  
Факультет компьютерных наук и технологий

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
Воронеж, 14 октября 2024 г.

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION  
OF THE RUSSIAN FEDERATION  
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION  
OF HIGHER EDUCATION  
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES  
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

Institute of Digital and Intelligent Systems  
Faculty of Computer Science and Technology

CHALLENGING ISSUES IN SYSTEMS MODELING  
AND PROCESSES

Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference  
Voronezh, October 14, 2024

Voronezh 2024

УДК 004

П78

**П78** Проблемные вопросы моделирования систем и процессов : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 14 октября 2024 г. / отв. ред. В. К. Зольников, А. Н. Потапов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 788 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/konferenciya-problemnye-voprosy-modelirovaniya-sistem-i-processov/>. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1158-9

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции, проведенной Воронежским государственным лесотехническим университетом 14 октября 2024 г., разбитые на секции: «Системный анализ, управление, обработка информации»; «Системы автоматизации проектирования»; «Современная электронная компонентная база». Целью конференции является ознакомление с результатами новейших научных достижений, обмен знаниями и передовым опытом в области моделирования информационных систем и процессов, привлечение наиболее способных студентов к выполнению научных исследований.

Материалы конференции предназначены для широкого круга специалистов образования и промышленности, научных работников, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в вопросах информатизации, системного анализа, моделирования систем и процессов, автоматизированного проектирования.

УДК 004

ISBN 978-5-7994-1158-9

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

Драпалюк Михаил Валентинович, ректор ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Куцько Павел Павлович, генеральный директор АО «НИИЭТ», к.т.н.

Морковина Светлана Сергеевна, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Зольников Владимир Константинович, директор института цифровых и интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Скворцова Татьяна Владимировна, декан факультета компьютерных наук и технологий, к.т.н., доцент.

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Кравченко Андрей Сергеевич, заведующий кафедрой вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.т.н., доцент.

Аникеев Евгений Александрович, заведующий кафедрой компьютерных технологий и микроэлектронной инженерии ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.т.н., доцент.

Ягодкин Александр Сергеевич, заведующий кафедрой информационных технологий ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», к.ф.-м.н., доцент.

Смерек Владимир Андреевич, начальник отдела проектирования СБИС АО «НИИЭТ», к.т.н.

Потапов Андрей Николаевич, профессор кафедры вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», д.т.н., профессор.

Потапов Игорь Петрович, главный научный сотрудник отдела проектирования СБИС АО «НИИЭТ», к.т.н.

Таперо Константин Иванович, заместитель генерального директора по науке и инновациям АО «НИИП», д.т.н.

Бойко Владимир Иванович, заместитель генерального директора по развитию АО «ВЗПП-сборка», к.т.н.

## **РЕЦЕНЗЕНТЫ**

Громов Юрий Юрьевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Информационных систем и защиты информации» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ») (г. Тамбов).

Потапов Игорь Петрович – к.т.н., главный научный сотрудник АО «Научно-исследовательский институт электронной техники».

## СОДЕРЖАНИЕ

### **СЕКЦИЯ 1. Системный анализ, управление, обработка информации**

Алексеева Д.А. Обработка больших данных.....	13
Артёмова С.В., Потапова Д.А., Карасев П.И., Бушуев В.Е. Главные опасности в сфере кибербезопасности для компаний, работающих в сфере сельского хозяйства, и методы их нейтрализации.....	18
Арапов Д.В. Анализ и обработка данных регулируемого хранения корнеплодов сахарной свеклы .....	21
Благовещенская М.М., Веселов М.В. Искусственные нейронные сети в производстве пористого шоколада .....	29
Гомзов Н.В. Обработка графической и лексической информации для формирования баз знаний о ландшафте.....	34
Громов Ю.Ю., Репин М.М., Стародубов К.В. Организация работы по противодействию деструктивному воздействию на этапе испытаний опытного образца микросхем специального назначения.....	40
Громов Ю.Ю., Карасев П.И., Пыршев Ф.М. Развитие компетенций сотрудников в области информационной безопасности для сокращения рисков внутренних угроз .....	44
Дорошенко Р.В., Прокофьев А.В., Стародубов К.В. Пример модели нейро-нечеткой системы для анализа временных рядов в информационной безопасности .....	48
Егоров С.М., Гусев А.А. Применение компьютерного зрения для обработки и анализа информации .....	53
Куницын В.И., Новикова Т.П., Шпинев А.В. Прогнозирование численности населения города Воронежа на 2030 год. ....	57
Карташов А.О., Кузнецова Я.А. Применение системного анализа в области кибербезопасности.....	60
Косарев А.С., Зубкова Л.А., Роганов В.Р. Особенности восприятия человеком трехмерных моделей, составленных по правилам компьютерной графики.....	65
Кривоногов А.А., Стародубов К.В., Дорошенко Р.В., Громов Ю.Ю. Оценка состояний блокчейн-системы с использованием марковских процессов.....	71
Лукин В.А. Информационная система учета посевных площадей агрохолдинга .....	78
Лемза С.А., Анциферова В.И. Концептуальная разработка платформы для налогообложения фьючерсной торговли криптовалютой в России .....	84
Мальцев В.В. Имитационное моделирование и исследование транспортного потока на Y-образном перекрестке для оценки экологических показателей транспортного потока .....	92
Осипов М.А., Варкентин Я.Д. Использование Интернета вещей для обработки данных.....	99
Оксюта О.В., Арапов Д.С. Ключевые показатели оптимизации веб-приложений .....	103

Оксюта О.В., Павловский В.В. Использование дополненной реальности в медицине.....	107
Парамонов А.А., Калач А.В. Применение метрик расстояния сдвиговых функций для почти периодического анализа спутниковых изображений .....	111
Дорошенко Р.В., Прокофьев А.В., Стародубов К.В. Анализ временных рядов с использованием нечеткой логики для прогнозирования угроз безопасности. ....	118
Петров Б.Я., Анциферова В.И. Исследование и разработка моделей прогноза продаж на основе методов корреляции и регрессии .....	122
Поярков И.А., Ильин Е.С. Эквивалент в математике и информатике.....	126
Рудова А.В., Андреева К.А., Коржова М.Е. Управление ИТ-проектами в условиях неопределенности: роль системного анализа .....	130
Спицын А.А., Анциферова В.И. Перевод чисел при помощи универсального алгоритма и схемы Горнера .....	133
Сазонова С.А., Акименко А.В., Старцев В.Н. Сбор данных и анализ технического состояния строительных конструкций верхнего строения городской канализационной насосной станции.....	138
Сазонова С.А., Акамсина Н.В., Карманов В.В. Разработка проекта информационной системы учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации .....	146
Сазонова С.А., Аникеев Е.А., Старцев В.Н. Сбор данных при визуальном обследовании внутренних стен городской канализационной насосной станции .....	156
Сазонова С.А., Асмнин В.Ф., Володкин Д.А. Сбор данных для алгоритма исследования строительных конструкций и степени огнестойкости зданий лечебных заведений .....	165
Тен Р.В., Авилова О.А. Шестнадцатеричная система счисления .....	175
Шабунина К.В. Системный анализ угроз информационной войны .....	179
Шебалкина А.И., Алмали А.А.Л., Аль-Судани З.А.Х. Применение философии SUCKLESS для повышения надёжности и безопасности систем управления в агропромышленном комплексе .....	182
Щербакова Д.Е., Юдина Н.Ю. Использование метаболических моделей для предсказания эффективности лекарственных препаратов: применение в биомедицине .....	185
Рогозин А.А., Шатских В.В. Влияние гиперпараметров нейронной сети на качество распознавания объектов в реальном времени .....	190
Румянцев В.С., Башкиров Р.М. Системный анализ – необходимый инструмент при защите информации .....	195
Таран Д.Г. Обучение нейронной сети для обработки изображений в сфере сельского хозяйства.....	199
Слезин К.А. Интеллектуальная информационная система оценки динамики развития природных катастроф .....	203
Слезин К.А. Моделирование техногенных аварий и катастроф в ГИС на примере динамики контуров лесных пожаров .....	210

Плоткин А.С., Кузнецов Е.Д., Стародубов К.В., Громов Ю.Ю. Применение многофакторной аутентификации для обеспечения устойчивости инфраструктуры ключей в системах распределенных реестров к некоторым деструктивным воздействиям .....	217
Карташова В.А., Потапова И.Б. Системный анализ использования приемов арт-терапии в работе дошкольного образовательного учреждения .....	222
Пыршев Ф.М., Громов Ю.Ю., Карасев П.И. Оценка эффективности различных методов борьбы с нежелательной рассылкой в компьютерных сетях .....	226
Карташова В.А., Потапова И.Б. Системный анализ региональной модели инклюзивного образования Воронежской области .....	230
Карташова В.А., Потапова И.Б. Системный анализ использования игровых технологий в целях развития речевого творчества детей.....	236

## **СЕКЦИЯ 2. Системы автоматизации проектирования**

Ачкасов Д.А. Эвристические алгоритмы оптимизации топологии электрических соединений .....	239
Абрасимовская А.Г., Голубятников И.С. Методы реализации алгоритма криптографического хеширования химических соединений .....	245
Абрасимовская А.Г., Голубятников И.С., Сиваш М.А. Оценка стойкости алгоритмов SHA-1 и семейства SHA-2 .....	252
Абдулатипов Д.Р. Измерения примесей в воде: методы, технологии и значимость .....	257
Благовещенская М.М., Аднодворцев А.М. Автоматизированная система прослеживания готовой пищевой продукции с использованием системы компьютерного зрения.....	261
Баркалов И.А., Баркалова Е.В., Коньякова А.С., Пьяных М.Р. Проектирование голосового помощника для сервисного центра по ремонту телефонов .....	267
Благовещенский И.Г., Благовещенская М.М. Программная и техническая реализация системы автоматизированного контроля за технологическим процессом пищевой 3D печати .....	273
Барсуков О.М., Туголуков М.Д., Кравченко А.С., Сахаров С.Л., Потапов А.Н. Разработка программно-аппаратного комплекса обнаружения беспилотных летательных аппаратов.....	277
Гомзов Н.В. Применение нейро-нечеткой классификации в системах поддержки принятия решений .....	283
Гвасалия Г.В., Карасев П.И., Утешева Г.Ш., Алмали Ахмед Аднан Латиф. Обеспечение безопасности данных в умных фермах: защита инфраструктуры IoT.....	289
Юдина Н.Ю., Гудков С.С. Применение Интернета вещей в лесном хозяйстве .....	292
Голуб Э.Э., Аль-Судани Зайд Али Хуссейн, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х. Использование дронов и ИИ для отбора проб и анализа почвы: повышение эффективности севооборота на сельскохозяйственных полях.....	300



Громов Ю.Ю., Карасев П.И., Пыршев Ф.М. Использование автоматизированных систем для обнаружения уязвимостей при проведении аудитов информационной безопасности .....	303
Двойных А.А., Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х. Устойчивость транспортной отрасли к кибератакам: угрозы и приемы по их предотвращению .....	307
Дорошкевич В.М., Утешева Г.Ш., Аль-Судани Зайд Али Хуссейн. Анализ современных киберугроз, с которыми сталкиваются предприятия промышленного комплекса, и стратегии их минимизации .....	311
Евдокимова С.А., Вострикова А.А. Особенности маршрутизации устройств AGV .....	314
Евдокимова С.А., Аверьянов Д.В. Инструменты систем технического зрения для автоматизации операций сборки в производстве .....	320
Жирнов Е.С., Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир. Применение блокчейн-технологий в промышленном комплексе .....	325
Занин И.Н. Перспективы применения достижений современных высоких технологий и нейросетей для борьбы с вредителями и болезнями леса в лесных хозяйствах Российской Федерации .....	328
Карасев П.И., Громов Ю.Ю., Пыршев Ф.М. Оптимизация пермакультурных систем через цифровое моделирование .....	334
Куницын В.И., Ильин Е.С. Системы автоматизации проектирования ориентированных графиков в реляционных базах данных .....	338
Кочетов А.Е., Фролов С.В. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.....	343
Куницын В.И., Федоров В.Ю. Платформа разработки мобильных и веб-приложений Firebase (Realtime Database) .....	349
Кротов И.А., Благовещенский В.Г. Применение машинного зрения для контроля угла естественного откоса пищевых сыпучих масс в потоке .....	353
Кривоногов А.А., Стародубов К.В., Прокофьев А.В., Громов Ю.Ю. Подход к оценке уровня исходной устойчивости блокчейн-системы для смарт-контрактов.....	357
Кущева И.С., Хухрянская Е.С. Стандартизация постановки задачи плотной упаковки в подсистемах геометрического моделирования .....	362
Луценко И.В. Автоматизированная система на основе модели «полного перекрытия» для анализа защиты информационной системы предприятия ....	366
Мельников Д.А., Потапов А.Н., Кущева И.С. Моделирование модуля учета коммунальных платежей в студенческих общежитиях.....	371
Оксюта О.В., Иванников В.А. Разработка сервиса обнаружения мошеннических действий с платежными операциями.....	377
Оксюта О.В., Белоштанов Н.С. Анализ и моделирование информационной системы учета продукции на складе предприятия .....	381
Оксюта О.В., Юдин А.В. Использование машинного обучения для анализа эмоциональной тональности русскоязычных отзывов на товары.....	385

Павлов А.Ю., Панфилов С.С. Информационная система автоматизированного отчета посещения занятий.....	392
Порядин Д.С., Архипов Р.Б., Кравченко А.С., Сахаров С.Л. Программно-аппаратный модуль обработки протокола Drone-ID от DJI OCUSYNC 2.0 .....	396
Подтынников М.Р., Потапов А.Н., Зольников К.В. Моделирование автоматизированного рабочего места для куратора учебной группы .....	402
Плоткин А.С., Стародубов К.В., Громов Ю.Ю. Инфраструктура ключей и принципы её работы в системах распределённых реестров.....	408
Скворцова Е.И., Ягодкин А.С., Шапкин В.С. Использование программной модели учебной ЭВМ для изучения ее архитектуры .....	414
Спиридонов М.С., Гондарук А.С., Анциферова В.И. Применение САПР в процессе производства работ при проектировании и строительстве автомобильных дорог.....	419
Степанова П.А. Фреймворковые модели представления знаний ETL .....	423
Ягодкин А.С., Солнышкин С.А. Особенности разработки игр на Unreal Engine 5.....	431
Сазонова С.А., Акименко А.В., Занин И.Н. Проектирование веб-сервиса для оцифровки архивных геологических карт с помощью алгоритмов компьютерного зрения.....	437
Сазонова С.А., Аникеев Е.А., Старцев В.Н. Сбор данных при мониторинге технического состояния конструкций балок и проемов городской канализационной насосной станции .....	451
Сазонова С.А., Асмнин В.Ф., Акамсина Н.В. Разработка алгоритма для расчета пожарного риска в зданиях лечебных заведений.....	459
Сазонова С.А., Асмнин В.Ф., Акамсина Н.В. Разработка проекта информационной системы оптовой торговли запасными частями для автомобилей .....	467
Сазонова С.А., Занин И.Н., Старцев В.Н. Сбор данных при визуальном обследовании внешних конструкций городской канализационной насосной станции .....	478
Чистякова Д.Д., Анциферова В.И. Использование компьютерных программ в 3D моделировании жилых помещений .....	486
Шпинев А.В., Ивенский Д.А. Использование Интернета вещей.....	493
<b>СЕКЦИЯ 3. Современная электронная компонентная база</b>	
Авдеев К.А., Абакумов Э.Э. «Большие данные» и их применение .....	497
Арапов Д.В., Алексеев В.Р. Микросервисы: подход к построению масштабируемых систем .....	501
Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г. Проектирование и техническое исполнение экспериментальной установки пищевой 3D печати шоколадом...	507
Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Кротов В.А., Благовещенская М.М. Автоматизация контроля вязкости пищевых масс с использованием технологии интернета вещей.....	511

Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Зеленова Е.Н., Благовещенская М.М. Оптимизация производства пищевых продуктов с использованием технологий виртуальной и дополненной реальностей и инструментов кайдзен.....	516
Благовещенский В.Г. Разработка концептуальной структурно-динамической модели интеллектуальной системы управления качеством пищевой продукции .....	521
Блаженов В.С., Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Алмали Ахмед Аднан Латиф. Регулирование и стандарты безопасности в промышленном комплексе .....	526
Виноградский А.В., Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир, Аль-Судани Зайд Али Хуссейн. Проблемы безопасности Интернета вещей в сфере производства .....	529
Волков А.В., Науменко Н.А., Кравченко А.С., Сахаров С.Л. Математический аппарат получения IQ-выборки приемниками SDR для обработки сигналов ПЭМИ.....	533
Головин В.А., Андрюшин А.А. Цифровая обработка сигналов в PHP с использованием PCNTL_SIGNAL .....	539
Давыденко Д.С. Информационные сети для управления и мониторинга процессов газодобычи.....	545
Брославский Д.Р., Землянухин М.С., Палаткин В.Н. Применение технологий виртуальной реальности в медицине .....	551
Кандауров И.А., Буздин В.Э. Применение графических процессоров с искусственными нейронными сетями .....	555
Канцуров А.А., Алмали Ахмед Аднан Латиф, Аль-Судани Зайд Али Хуссейн. Защита систем удалённого управления.....	559
Бунеев И.А., Козолий А.Л. Unity как базовая среда разработки игр .....	562
Величко В.А., Коломейчук А.Е. Таблица истинности .....	566
Андрюшин А.А., Коняева А.Р. Методы адаптивной верстки веб-приложений.....	571
Голубятников И.С., Лавлинский А.М. Основные понятия микроэлектроники.....	577
Латышев М.А., Яблоков А.Е., Благовещенский И.Г. Технологии искусственных нейронных сетей в задаче токовой диагностики технологического оборудования отрасли .....	585
Загоруйко О.В., Лыгин В.С. Развитие российской микроэлектроники.....	589
Федоров В.Ю., Мельникова П.А. Синтез компаратора двух однобитных чисел .....	593
Федоров В.Ю., Мельникова М.А. Компараторы и их применение .....	598
Ильин Е.С., Мисько И.В. Как микросхемы изменили мир: путь от начала до современности .....	601
Коньякова А.С., Нечаев А.С. Процесс отставания российской микроэлектроники от США .....	609
Котляров В.В., Никитенко А.Э. Полусумматоры: основы и применение.....	616

Анциферова В.И., Журавлева О.А. Однотактный синхронный RS-триггер с установкой .....	620
Карташов А.О., Шульгина А.Н. Умные материалы в современной электронике .....	625
Косых В.Д. Обзор процессора Apple A15 Bionic .....	632
Купцов К.В., Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир. Анализ современных систем защиты информации промышленного комплекса .....	637
Куриленко Н.Ю., Артемова С.В., Утешева Г.Ш. Инновационные цифровые инструменты для оценки адаптивности сельского хозяйства к изменению климата .....	641
Назарова А.К. Сравнительный анализ процессоров мобильных устройств .....	644
Оксюта О.В., Бойченко В.А. Преимущества внедрения микросервисной архитектуры .....	649
Левкулич О.В., Пантилеев Л.А. Распространение радиоволн в лесу .....	653
Прокопенко И.А., Пелипас А.С. Применение Интернета вещей (IoT) в управлении прудами.....	660
Петрищева К.Е., Кущева И.С. Триггеры. Типы триггеров и где они применяются .....	664
Луцко Д.П., Прокопенко И.А. Инверсия или логическое отрицание .....	668
Андрюшин А.А., Псарев А.А. Работа с сигналами через многозадачность и форки процессов с использованием PCNTL_FORK в PHP .....	672
Бучнев С.О., Пышнограев Н.С. Синтез компаратора двух двухбитных чисел с тремя выходами .....	678
Перов С.И. Обзор микропроцессора A17 Pro.....	682
Петрова А.В. Исследование производительности СУБД на мобильных устройствах .....	686
Рогозин А.А., Шапкин В.С. Цифровые компараторы .....	689
Маслов М.С., Ролдугин О.Е. Арифметические операции в двоичной системе счисления.....	694
Силонов В.И., Симонов А.Д. Дизъюнкция или логическое сложение.....	700
Сафонова И.В., Федоров В.Ю., Тимофеев Б.В. Схема Горнера.....	704
Фролов А.С., Иманов Б.А. Технология изготовления элементов ГИС .....	709
Мионов Г.Д., Христофоров И.В. Революция в цифровых автоматах: как RS-триггеры трансформируют функции активации .....	715
Чечукова К.О. Графические микропроцессоры (GPU) для мобильных устройств .....	719
Осипов М.А., Чухлебов Н.В. Распространение радиосигнала в городской среде.....	724
Шевченко А.В., Спесивцев Г.А. Интеграция искусственного интеллекта в электронику.....	728
Шацких М.А., Бобешко А.А. Переключательные функции логических элементов.....	732
Шацких М.А., Макаров С.Д. Основы полупроводниковых технологий.....	737

Яблоков А.Е., Латышев М.А., Благовещенский И.Г. Разработка универсального датчика на базе микроконтроллера STM32 для интеллектуальной системы технической диагностики .....	741
Ягодкина И.Е., Каландаров Е.Р. Построение схем логических функций в основном базисе.....	745
Сварян К.Р., Юдина Н.Ю. Модели прогнозирования на основе распределения Пуассона в реальном времени.....	753
Сварян К.Р., Юдина Н.Ю. Проектирование безопасной системы авторизации для приложения по прогнозированию вероятности наступления различных событий .....	757
Клишин И.Ю., Юдина Н.Ю. Система мониторинга ресурсов в Astra Linux для оптимизации работы серверов .....	761
Клишин И.Ю., Юдина Н.Ю. Репликация данных в PostgreSQL в Astra Linux .....	765
Щербакова Д.Е., Юдина Н.Ю. Построение метаболических сетей.....	768
Борисов В.А., Юдина Н.Ю. Оптимизация управления экономикой региона ...	773
Бунеев И.А., Брославский Д.Р., Юдина Н.Ю. Разработка клиентского приложения для получения информации о персональном компьютере с использованием средства WMI .....	777
Черных З.А., Юдина Н.Ю. Оптимизация движения транспортных средств на съездах автомагистралей .....	780
Черных З.А., Юдина Н.Ю. Анализ влияния потоков на дорожное движение .....	785

# СЕКЦИЯ 1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ

DOI: 10.58168/CISMP2024\_13-17

УДК 004.9

## ОБРАБОТКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Д.А. Алексеева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература на тему обработки больших данных.

Ключевые слова: Big Data, обработка больших данных.

## BIG DATA PROCESSING

D.A. Alexeeva

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the selected topic was carried out. The relevant literature on the topic of big data processing was studied.

Keywords: Big Data, big data processing.

В эпоху цифровой трансформации объемы данных, генерируемых ежедневно, стремительно растут, создавая новые возможности для бизнеса, науки и общества в целом. Обработка больших данных (BigData) стала ключевым аспектом современного анализа информации, позволяя извлекать ценные инсайты из массивов данных, которые ранее считались слишком объемными или сложными для традиционных методов обработки. Эта статья исследует основные концепции и технологии, стоящие за обработкой больших данных, их применение в различных отраслях и влияние на принятие решений.

Мы рассмотрим не только технические аспекты, такие как алгоритмы и инструменты, но и этические вопросы, связанные с использованием данных, что делает тему особенно актуальной в условиях современного мира.

Определение BigData. К большим данным можно отнести информацию, объем которой может превышать сотни терабайтов и петабайтов, причем такая информация обновляется на регулярной основе. Иногда в понятие «большие данные» включают способы и методики их обработки.

Когда речь идет о терминологии, «BigData» охватывает не только сами данные, но и методы их обработки, возможности их дальнейшего использования и способы поиска конкретной информации в огромных объемах. Эти во-

просы остаются актуальными и важными для систем, которые на протяжении многих лет собирали и хранили разнообразные данные.

Ключевые аспекты, связанные с обработкой больших данных, включают:

1. **Объем (Volume):** Огромные объемы данных, требующие особые технологии для обработки и хранения.
2. **Скорость (Velocity):** Быстрота, с которой данные создаются и обрабатываются. Особенно важным это является для систем, которые работают в реальном времени.
3. **Разнообразиие (Variety):** Разнообразие типов данных (структурированные, неструктурированные, полуструктурированные), различные форматы.
4. **Достоверность (Veracity):** Надежность и точность данных, что является критичным для принятия обоснованных решений.
5. **Ценность (Value):** Способность извлекать полезные инсайты из данных, а это является основной целью обработки больших данных.

Сбор и хранение больших данных перед обработкой

Ресурсами, выдающими большие данные, могут являться:

1. Интернет
2. Устройства, собирающие информацию (например, GPS-сигналы автомобилей и т.д.)
3. Корпоративные источники

Саму операцию и совокупность методик по сбору больших данных называют DataMining. Формат данных может быть разным — текст, видео, таблицы, SAS.

Процесс сбора и обработки больших данных можно разбить на основные этапы:

1. Формулирование задачи для аналитической программы.
2. Сбор данных с их подготовкой.
3. Выбор алгоритма для анализа данных.
4. Обучение программы выбранному алгоритму и дальнейший анализ выявленных закономерностей.

В основном необработанные данные хранятся в «озере данных» (DataLake). Обработка больших баз данных требует серьезные вычислительные мощности, а облако, которое является месторасположением «озера», значительно снижает стоимость работ. По этой причине множество компаний выбирают облачные хранилища.

Облачные решения предлагают несколько преимуществ по сравнению с собственными дата-центрами. Поскольку сложно предсказать будущую нагрузку на инфраструктуру, приобретение оборудования становится нецелесообразным. Оборудование, купленное на случай увеличения потребностей, может просто простаивать, что ведет к убыткам. В то же время, если мощности окажутся недостаточными, это негативно скажется на работе системы.

Облако же не имеет ограничений по объему хранимых данных, что делает его экономически выгодным для компаний с быстро растущими нагрузками и для бизнеса, занимающегося тестированием различных гипотез.

## Преимущества технологии BigData

Большие данные – драйвер мировой экономики. Они помогают:

1. Работать с большими объёмами информации.
2. Принимать более взвешенные решения и строить точные прогнозы.
3. Мгновенно реагировать на сбои и уязвимости: банки и платежные

системы могут практически сразу отследить подозрительные действия и предотвратить мошенничество благодаря доступу ко всем данным о действиях пользователей.

4. Разрабатывать долгосрочные планы действий. Если компания располагает информацией о продажах, прибыли и убытках за несколько лет, то её анализ позволит эффективно планировать инвестиции, управление персоналом и ассортиментом.

5. Устранять недочёты и совершенствовать продукт.

Однако существуют и недостатки:

1. Сложности с расширением.

2. Высокие риски. Большие объёмы данных повышают требования к безопасности. Если, например, злоумышленники получают доступ к базе данных крупного банка, то миллионы клиентов могут потерять свои средства. Чтобы предотвратить подобные ситуации, компании, работающие с BigData, применяют распределённый доступ: у разных групп сотрудников разный уровень доступа только к определённым сегментам баз данных. Кроме того, данные шифруются и структурируются на каждом уровне.

3. Большие расходы. Работа с большими данными требует значительных вычислительных ресурсов и более дорогостоящих сервисов для хранения и обработки информации. Например, для обучения нейросетей необходимы обширные наборы данных, которые есть только у крупных корпораций и часто недоступны для свободного использования. Для работы с большими данными требуется привлекать квалифицированных специалистов: аналитиков данных, экспертов по хранилищам данных (DWH), специалистов по бизнес-аналитике (BI).

## Сферы применения аналитики больших данных

Bigdata активно используются в бизнесе, государственном секторе и промышленности. Вот некоторые области, где большие данные находят наиболее широкое применение:

1. Транспорт. Навигаторы, используя большие данные о маршрутах и скорости движения транспортных средств, предлагают кратчайший путь с учётом пробок.

2. Мобильная связь и интернет. Операторы мобильной связи применяют большие данные для прогнозирования нагрузки на сеть в разных зонах и определения необходимости установки дополнительных базовых станций, включая станции 5G там, где они наиболее востребованы.

3. Медицина. Анализ больших данных позволяет прогнозировать развитие эпидемий и своевременно увеличивать производство вакцин.



4. Маркетинг.
5. Подбор персонала. Используя информацию из миллионов профилей успешных кандидатов, можно разработать алгоритм, который будет автоматически отбирать наиболее подходящих соискателей и отправлять им приглашения на собеседования.
6. Производство. Анализ больших объёмов данных помогает оптимизировать работу сотрудников и снизить риски аварий и несчастных случаев на производстве.
7. Финансовые технологии. На основе информации о случаях мошенничества банки могут создать более безопасные сервисы для онлайн-платежей.
8. Образование. Благодаря большим объёмам данных можно составлять персонализированные рекомендации вузов для абитуриентов и профессий для выпускников.
9. Интернет вещей. Большие данные используются для улучшения работы умных устройств, сенсорных датчиков, камер наблюдения и систем управления беспилотными автомобилями, что делает жизнь людей проще и удобнее.
10. Наука. Научные исследования, опросы и показания приборов позволяют обнаруживать неочевидные связи и делать новые открытия в различных областях науки.
11. Государственное управление. Государственные органы и международные организации используют большие данные в виде статистических сведений для более эффективного распределения ресурсов и реагирования на проблемы, которые действительно важны для людей.
12. Искусственный интеллект и робототехника. Компании обучают голосовых и чат-ботов, заменяющих сотрудников техподдержки или кол-центра, используя датасеты с реальными диалогами.

В статье мы рассмотрели тему обработки больших данных. Выяснили, в чём заключается значимость BigData, но также и какие сложности и риски могут возникнуть при работе с большими данными. Изучили сферы, в которых применяется аналитика больших данных.

### **Список литературы**

1. Агафонов А. Ю. Обработка и хранение больших данных. Прикладные аспекты // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. № 4. С. 35–40.
2. Васильев А. Н., Тархов Д. А. Методы обработки больших данных в информационных системах // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении. 2020. № 1 (13). С. 6–15.
3. Наместников А. М., Чугунов А. В. Технологии обработки больших объёмов данных // Труды СПИИРАН. 2018. № 5 (60). С. 96–112.
4. Сухомлин В. А. Введение в анализ больших данных // Прикладная информатика. 2013. № 3 (45). С. 11–25.
5. Иваньо, Я.М. Применение больших данных для планирования производства продовольственной продукции в условиях неопределенности /

Я.М. Иванъо, П.Г. Асалханов, Н.В. Бендик // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 13-20. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-13-20.

### References

1. Agafonov A. Yu. Processing and storing big data. Applied aspects // Modern information technologies and IT education. 2017. No. 4. P. 35–40.
2. Vasiliev A. N., Tarkhov D. A. Methods of processing big data in information systems // Information systems and technologies in modeling and management. 2020. No. 1 (13). P. 6–15.
3. Namestnikov A. M., Chugunov A. V. Technologies for processing large volumes of data // Proceedings of SPIIRAS. 2018. No. 5 (60). P. 96–112.
4. Sukhomlin V. A. Introduction to big data analysis // Applied informatics. 2013. No. 3 (45). P. 11–25.
5. Ivano, Ya.M. The use of big data for planning food production in conditions of uncertainty / Ya.M. Ivano, P.G. Asalkhanov, N.V. Bendik // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 13-20. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-13-20.

## **ГЛАВНЫЕ ОПАСНОСТИ В СФЕРЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ КОМПАНИЙ, РАБОТАЮЩИХ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, И МЕТОДЫ ИХ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ**

С.В. Артёмова, Д.А. Потапова, П.И. Карасев, В.Е. Бушуев

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются цели киберпреступников при атаках на чувствительные области агропромышленного комплекса. Приводятся примеры кибератак и их последствия. Даны рекомендации по снижению киберугроз.

Ключевые слова: кибератака, киберугроза, злоумышленник, получение финансовой выгоды, программа-шифровальщик, кража.

## **THE MAIN THREATS IN THE FIELD OF CYBERSECURITY FOR COMPANIES WORKING IN THE FIELD OF AGRICULTURE AND METHODS OF THEIR NEUTRALIZATION**

S.V. Artemova, D.A. Potapova, P.I. Karasev, V.E. Bushuev

Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electrical Engineering and Automation

Abstract. The article examines the goals of cybercriminals when attacking sensitive areas of the agro-industrial complex. Examples of cyber attacks and their consequences are given. Recommendations for reducing cyber threats are given.

Keywords: cyber attack, cyber threat, intruder, obtaining financial benefits, encryption program, theft.

Основные виды киберугроз:

- Вредоносное ПО: вирусы, черви, трояны, шпионские программы, вымогатели, которые наносят ущерб, уничтожают данные или предоставляют несанкционированный доступ.

- Фишинг: попытки мошенников получить конфиденциальную информацию, например, пароли, путем маскировки вредоносных файлов или ссылок.

- Атаки типа "отказ в обслуживании": перегружают системы, делая их недоступными для пользователей.

- Кража данных: несанкционированное копирование и использование конфиденциальных данных.

- Социальная инженерия: манипуляции, чтобы получить информацию путем обмана пользователей.

Для предприятий агропромышленного комплекса по статистике основными киберугрозами являются:

1. Программы-вымогатели: блокируют доступ к системе или данным, требуя выкуп для разблокировки.

2. Вредоносные почтовые рассылки: фишинговые письма, маскирующиеся под сообщения от популярных брендов или сервисов, ведущие на вредоносные сайты.

3. Атаки на корпоративные сети: несанкционированный доступ к конфиденциальной информации через социальную инженерию, вирусы или уязвимости в безопасности.

4. Утечки баз данных компаний: несанкционированная передача конфиденциальных данных из базы данных компании третьим лицам.

5. Атаки, связанные с взломом датчиков: нарушение работы датчиков, что может привести к сбоям в производственных процессах и финансовым потерям.

Основные цели злоумышленников при кибератаках на предприятия агропромышленного комплекса:

1) Промышленный шпионаж. Злоумышленники пытаются выяснить, что производят в компании, кому продают, в каком количестве, основные цепочки поставок и так далее, все это делается с целью передачи информации конкурентам.

2) Получение финансовой выгоды.

3) Нарушение работы предприятия. Злоумышленники оказывают воздействие на технологический процесс, с целью приостановки работы предприятия – например, останавливают станок, меняют температуру воздуха в холодильники или вызывают аварию при помощи перегрева оборудования.

Вот несколько примеров кибератак злоумышленников на предприятия агропромышленного комплекса РФ:

1) В марте 2022 года агрохолдинг «Мираторг» подвергся атаке шифровальщика BitLocker. В результате этой атаки были зашифрованы файлы, которые использовали 18 предприятий компании, и они долгое время не могли оформлять производственные и транспортные ветеринарные документы на продукцию.

2) Уже в марте 2023 в Ростовской области в результате атаки была временно остановлена работа завода «Тавр». Вредоносным программным обеспечением были атакованы серверы, рабочие станции, информационные системы предприятия.

3) В феврале 2023 злоумышленники попытались испортить 40 тонн продукции в агрохолдинге «Селятино»: получив несанкционированный доступ к ключевым системам, преступники изменили температуру хранения замороженной продукции на плюсовую.

4) В качестве примера атаки программы шифровальщика, показателен случай, который произошел на «Агрокомплексе им. Н. И. Ткачева». В апреле 2024 года все IT-системы компании подверглись атаке. Инцидент привёл к краже и шифрованию данных на серверах организации. В результате сайт агрокомплекса не работал 8 и 9 апреля. По мнению экспертов, целью хакеров

была не только остановка работы организации, но и выкуп за украденные данные. Запрос составил около 500 миллионов рублей. Доступ к данным агрокомплекса мог быть получен через фишинг, уязвимости в публичных приложениях или протокол удалённого рабочего стола.

Чтобы предотвратить кибератаки на агропромышленный комплекс, можно предпринять следующие меры:

1) Обучить сотрудников основам кибербезопасности. Также, регулярно проводить тренинги, чтобы привить сотрудникам полезные привычки: проверять ссылки.

2) Создать резервные копии данных. Это позволит, даже в случае нарушения информационной безопасности предприятия и потере или зашифровке чувствительных данных, выйти предприятию «сухим из воды».

3) Сегментировать сеть. Это позволит в гораздо быстрые сроки полностью вернуть сеть в работу.

4) Регулярно исправлять и обновлять программное обеспечение, такие как антивирусы и сетевые экраны. При выявлении уязвимостей в компьютерных системах и программном обеспечении вендоры регулярно дорабатывают их и обновляют системы для защиты своих клиентов.

5) Внедрить оптимальную политику паролей. Рекомендуется внедрить многофакторную аутентификацию для предотвращения несанкционированного доступа к устройствам и, по возможности, использовать биометрические системы контроля доступа.

### **Список литературы**

1. Вострецова Е.В. Основы информационной безопасности: учебное пособие для студентов вузов. – Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2019. – С. 68-79.

2. F.A.C.S.T. защитит мясокомбинаты от кибератак // anti-malware.ru. – URL: [https://www.anti-malware.ru/success\\_stories/2023-05-26/41262](https://www.anti-malware.ru/success_stories/2023-05-26/41262) (дата обращения: 07.09.2024).

3. Top Russian meat producer hit with Windows BitLocker encryption attack. – URL: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/top-russian-meat-producer-hit-with-windows-bitlocker-encryption-attack/> (дата обращения: 07.09.2024).

### **References**

1. Vostretsova E.V. Fundamentals of information security: a tutorial for university students. - Ekaterinburg: Ural University Publishing House, 2019. - P. 68-79.

2. F.A.C.S.T. will protect meat processing plants from cyber attacks // anti-malware.ru. – URL: [https://www.anti-malware.ru/success\\_stories/2023-05-26/41262](https://www.anti-malware.ru/success_stories/2023-05-26/41262) (accessed: 09/07/2024).

3. Top Russian meat producer hit with Windows BitLocker encryption attack. – URL: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/top-russian-meat-producer-hit-with-windows-bitlocker-encryption-attack/> (date of access: 09/07/2024).

## **АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ РЕГУЛИРУЕМОГО ХРАНЕНИЯ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ**

Д.В. Арапов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе представлено решение проблемы разработки математических моделей для АСУ регулируемого хранения корнеплодов сахарной свеклы на базе опубликованных в открытой печати опытных данных. Реализовано ранжирование повреждений корнеплодов сахарной свеклы. Проведена классификация условий их хранения. Выполнено ранжирование сортности и массы корнеплодов. С учетом проведенной систематизации разработаны нейросетевые и нелинейные математические модели основных показателей хранения корнеплодов сахарной свеклы. Погрешности полученных нелинейных моделей не превышают погрешности получения экспериментальных данных и составляют не более 5-7% относительных.

Ключевые слова: математическая модель, показатель хранения, корнеплод сахарной свеклы, нейронная сеть.

## **ANALYSIS AND PROCESSING OF REGULATED DATA STORAGE OF SUGAR BEET ROOT CROPS**

D.V. Arapov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper presents a solution to the problem of developing mathematical models for automated control systems for regulated storage of sugar beet root crops based on experimental data published in the open press. The ranking of damage to sugar beet root crops has been implemented. The classification of their storage conditions has been carried out. The ranking of the variety and weight of root crops has been performed. Taking into account the carried out systematization, neural network and nonlinear mathematical models of the main indicators of storage of sugar beet root crops have been developed. The errors of the obtained nonlinear models do not exceed the errors of obtaining experimental data and are no more than 5-7% relative.relative.

Key words: mathematical model, storage index, sugar beet root crop, neural network.

Различают краткосрочное (до 10-15 суток), среднесрочное (до 30 суток) и длительное (более 30 суток) виды хранения сахарных корнеплодов. При среднесрочном и длительном хранении к потерям сахарозы на дыхание [1] добавляются еще потери на прорастание, потери на связанные с ферментами биохимические процессы и гниение корнеплодов. В ходе биохимических процессов, обусловленных углеводным обменом сахарозы за счет активности фермента

инвертазы, в корнеплодах накапливаются трудноотделяемые и вредные моно- и полисахариды. Скорость биохимических процессов оценивается по активности инвертазы и концентрации редуцирующих веществ в хранимых корнеплодах [2]. Скорость микробиологических процессов может быть оценена по накоплению гнилой массы в кагатах хранения свеклы [3]. Главная роль в потерях сахарозы принадлежит дыханию корнеплодов [4]. Для снижения потерь сахарозы при хранении свеклосырья предлагается перейти от неуправляемого хранения в полевых кагатах к поддающемуся контролю управляемому хранению на заводских свеклопунктах [4-7]. В [8] экспериментально определили оптимальный регулируемый режим полугодового хранения корнеплодов сахарной свеклы в специализированном хранилище: температура +2 °С, относительная влажность воздуха 95%.

Очевидные недостатки опытного исследования [6,7] – отсутствие экспериментов по влиянию антибактериальной обработки и степени укрытия кагатов на потери сахарозы, а также практически полное отсутствие математической обработки обширных опытных данных, которая может быть эффективно реализована с использованием методов искусственного интеллекта и нелинейного программирования.

Несмотря на высокую эффективность и рентабельность технологий управляемого хранения свеклосырья отмечается [5] низкий темп их внедрения сахарными заводами. Одной из причин этого может быть практически полное отсутствие адекватного математического описания этих технологий хранения. В этой связи, создание адекватных математических моделей (ММ) для контроля и управления качественными показателями процесса хранения свеклосырья ускорит темп внедрения новых технологий управляемого хранения, что является целью работы.

Опытные исследования, проводимые с корнеплодами сахарной свеклы, очень специфичны, трудоемки и длительны по времени [9]. Интенсивность дыхания поврежденных корнеплодов, так же, как и подвяленных резко возрастает [10]. При исследовании влияния на дыхание свеклы площади порезов для опытов авторы [6] использовали корнеплоды с массой от 400 до 800 грамм, выкопанные вручную. По методике [11] определяли интенсивность дыхания цельных и поврежденных корнеплодов с использованием респирационного аппарата Толмачева. Остальные параметры определяли согласно ГОСТ [9]. Данные этих опытов приведены авторами [6] в % относительно стабилизированной величины интенсивности дыхания. К сожалению, авторы не приводят параметры стабилизированного состояния. В этой связи за эту величину (за 100 %) оценочно приняли интенсивность дыхания цельных корнеплодов, убранных свеклокомбайном и равную по данным [6] 7,78 мг СО<sub>2</sub>/(ч·кг), которой соответствуют среднесуточные потери сахара 0,0121 % к массе свеклы. Тогда пересчет интенсивности дыхания  $Y_m$  из % в мгСО<sub>2</sub>/(ч·кг) можно реализовать по формуле:

$$Y_m = Y_m \% \cdot 7,78 / 100\% , \quad (1),$$

а среднесуточные потери сахарозы можно рассчитать умножением (1) на 0,0121.

Проведенное в ходе вычислительных экспериментов, ранжирование повреждений, наносимых комбайном и получаемых при транспортировке и перевалке при механизированной уборке для 10-ти суточного хранения позволило осуществить их систематизацию следующим образом: корнеплод практически цельный – 1 балл; с отломанной хвостовой частью – 0,9 балла; с отбитым боком вплоть до повреждения головки – 0,74 балла; с отбитой головкой корня – 0,73 балла; продольный разрез корнеплода – 0,6 балла; ударенный 8 раз – 0,55 балла; разбитый вдоль корнеплод – 0,4 балла; усредненные повреждения корнеплодов в ворохе из под комбайна – 0,7 балла; ударенный более 8 раз и сильно побитый и ободраный – 0,3 балла; раздавленный с сохранением формы – 0,2 балла; обломки и хвосты корнеплода – 0,1 балла.

Классификация способов хранения корнеплодов сахарной свеклы следующая: одиночный корнеплод, лежащий в поле – 0,1 балла; неукрытые корнеплоды, лежащие в отдельных валках или кучах – 0,2 балла; корнеплоды собранные в неукрытых кагатах – 0,3 балла; кагаты покрытые свекольной ботвой толщиной 20 см – 0,6 баллов; кагаты покрытые соломенными матами – 0,8 балла; кагаты покрытые землей с толщиной покрытия 25 см – 1 балл; кагат укрытый 3-хслойной п/э пленкой по ТУ 2245-001-11084589-96 – 1 балл; кагат укрытый 3-хслойной п/э пленкой со светоотражающей поверхностью с коэффициентом отражения более 70% и модифицированной солью  $C_8H_7O_4Na$  – 1,5 балла; та же пленка, но с модификацией солью  $C_6H_5COONa$  – 1,7 балла; та же пленка, но с модификацией антисептиком  $C_{10}H_7N_{3S}$  – 2,0 балла. Температура модификации п/э пленки – не менее 300 °С. Специализированное нерегулируемое корнехранилище подвального типа ( $t = \pm 1 - \pm 6$  гр. С, влажность 91 – 95 %) – 2 балла; то же хранилище, но с регулируемым режимом ( $t = +2$  °С, влажность 95%) – 4 балла; кагат с принудительной вентиляцией – 2 балла; кагат вентилируемый с противомикробным укрытием – 4 балла.

Авторы [10] получили данные по потерям массы свеклы и сахарозы при увядании корнеплодов при их кратковременном хранении. Ранжирование корнеплодов по среднегрупповой массе реализовано нами путем разбития их на 4 группы: 0,225, 0,675, 1,125 и 1,405 кг. Ранг подвяленных корнеплодов приняли равным 1, а неувядших – 0.

Ранжирование сортности выполнено по сахаристости гибридов.

Нейросетевое моделирование выполнили с использованием стандартного модуля TensorFlow и языка Python версии 3.11.7. Использовали библиотеки – Numpy и Matplot. При нелинейном моделировании использовали передовые методы ИТ – технологий с применением нелинейного программирования [13,14]. Минимизировали суммарный квадратичный критерий  $R$  относительной ошибки моделирования.

Экспериментальные данные зависимости потерь массы свеклосырья при 15-ти суточном хранении от массы корнеплода взяты из [10].

Моделирование посуточного изменения интенсивности дыхания корнеплодов в зависимости от ранга повреждений при 10-ти суточном хранении (80 опытов) по данным украинских ученых [6,7] реализовано посредством нейронной сети. Сеть для моделирования представляет собой многослойный персеп-



трон, состоящий из входного слоя в 12 нейронов, четырех скрытых слоев также по 12 нейронов и одного выходного слоя, имеющего 1 нейрон. Входной слой имеет два входа, на который подаются сигналы о времени хранения в сутках и ранге повреждения в долях единицы. С выхода персептрона снимается сигнал об интенсивности дыхания в мг CO<sub>2</sub>/ч·кг. Всего исследовано 8 состояний повреждений корнеплодов. Средняя относительная погрешность нейросети составила ±5,94%.

Структура нейронной сети для моделирования зависимости интенсивности дыхания корнеплодов от площадей: неповрежденных, нанесенных повреждений и суммарной площади поверхности корнеплодов (40 опытов) аналогична предыдущей. Многослойный персептрон, состоит из входного слоя в 12 нейронов, четырех скрытых слоев также по 12 нейронов и одного выходного слоя, имеющего 1 нейрон. Но входной слой имеет уже 4 входа, на которые подаются сигналы о площадях неповрежденной, поврежденной и суммарной поверхностей корнеплодов, а также признак увядания корнеплодов: 1 – подвяленный, 0 – относительно свежий. С выходного слоя снимается сигнал интенсивности дыхания в см<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>/кг·ч. Средняя ошибка моделирования нейросети составила ± 4,17 % отн.

Нелинейная модель интенсивности дыхания от площади неповрежденной поверхности и поверхности повреждения выглядит следующим образом:

$$Y_m = 100 \cdot a_1 / RX + a_2 / RX^2 + 10 \cdot a_3 / X_3^{0.5} + 10 \cdot a_4 \cdot X_2 / RX + 100 \cdot a_5 \cdot X_2 + 1000 \cdot a_6 \cdot X_2^2 + 1E - 13 \cdot a_7 \cdot \exp(100 \cdot a_{11} \cdot X_2) + 100 \cdot a_8 / X_1 + a_9 / X_1^2 + 100 \cdot a_{10} \cdot X_2 / X_1 + 100 \cdot a_{12} \cdot X_2 / X_3 + a_{13} X_4 X_3, \quad (2)$$

где  $X_1$  – площадь поверхности неповрежденного корнеплода,  $0,001 \cdot \text{см}^2$ ;  $X_2$  – площадь поверхности раны,  $0,001 \cdot \text{см}^2$ ;  $X_3 = X_1 + X_2$ ,  $0,001 \cdot \text{см}^2$ ;  $RX = (X_1 - X_2)$ ,  $0,001 \cdot \text{см}^2$ ;  $X_4$  – признак увядания корнеплода, 0 или 1.

$R=0,16552$  при шаге  $0,1E-6$ . Средняя ошибка моделирования составила ±6,43% отн. Число опытов 40.

При отдельном моделировании по данным [6] зависимости интенсивности дыхания (в %) от времени краткосрочного хранения (1 – 10 суток) получили:

1) Корнеплоды без значительных механических повреждений:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(a_3 \cdot X^{a_4 \cdot 1E-4}) + a_5 \cdot 1000 \cdot X^{a_5} + a_6 \cdot 1000 + a_7 \cdot 1000 / X + a_8 \cdot 1000 \cdot X \quad (3)$$

где  $X$  – посуточное время хранения корнеплода, 1 – 10 суток;  $Y_m$  – интенсивность дыхания, % к стабилизированному состоянию.  $R= 0,297E-2$ .

2) Корнеплоды с отбитым боком и немного головкой:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(a_3 / X^{a_4 \cdot 1E-2}) + a_5 \cdot 1E + 4 / X^{a_5} + a_6 \cdot 1000 + a_7 \cdot 1E + 4 / X + a_8 \cdot 100 \cdot X. \quad R = 0,01622. \quad (4)$$

3) Корнеплоды с полностью отбитой головкой:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 \cdot X^{a_2} \cdot \exp(a_3 / X^{a_4 \cdot 0,1}) + a_5 \cdot 1000 \cdot X^{a_9} + a_6 \cdot 10 + a_7 \cdot 1000 / X + a_8 \cdot 1000 \cdot X. \quad R = 0,2913E - 2. \quad (5)$$

4) Корнеплоды с отбитым хвостиком:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(a_3 / X^{a_4 \cdot 0,01}) + a_5 \cdot 100 / X^{a_9} + a_6 \cdot 100 + a_7 \cdot 1000 / X + a_8 \cdot 100 \cdot X. \quad R = 0,3276E - 2. \quad (6)$$

5) Разрезанные вдоль корнеплоды:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(-a_3 / X^{a_4}) + a_5 \cdot 1000 \cdot X^{a_9} + a_6 \cdot 1000 + a_7 \cdot 100 / X + a_8 \cdot 100 \cdot X. \quad R = 0,5822E - 3. \quad (7)$$

6) Разбитые вдоль корнеплоды:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(a_3 / X^{a_4 \cdot 100}) + a_5 \cdot 100 / X^{a_9} + a_6 \cdot 1000 + a_7 \cdot 1E + 4 / X + a_8 \cdot 100 \cdot X. \quad R = 0,3837E - 2. \quad (8)$$

7) Корнеплоды, ударенные 8 раз (столько раз они ударяются при механизированной уборке и погрузочно-разгрузочных работах):

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X \cdot a_2 \cdot \exp(a_3 \cdot X^{a_4 \cdot 0,01}) + a_5 \cdot 100 / X^{a_9} + a_6 \cdot 1000 + a_7 \cdot 1E + 4 / X + a_8 \cdot 100 \cdot X. \quad R = 0,8025E - 3. \quad (9)$$

8) Корнеплоды всего вороха свеклы при уборке комбайном, включая и цельные, и поврежденные:

$$Y_m \% = a_1 \cdot 1000 / X^{a_2} \cdot \exp(a_3 / X^{a_4 \cdot 0,01}) + a_5 \cdot 1E + 4 / X \cdot a_9 + a_6 \cdot 1E + 4 + a_7 \cdot 1E + 4 / X + a_8 \cdot 1E + 4 \cdot X. \quad R = 0,174E - 2. \quad (10)$$

Во всех сериях опытов по построению ММ (3) - (10) шаг окончания поиска  $1E-7$ , а число опытов в серии – 10.

9) Совместное моделирование посуточного изменения интенсивности дыхания корнеплодов (%) в зависимости от ранга повреждений при 10-ти суточном хранении (80 опытов):

$$Y_m \% = \left( 1000 \cdot a_1 / X_1 \cdot a_2 \cdot \exp(a_3 / X_1^{a_4}) + 100 \cdot a_5 \cdot X_1^{a_6} + a_8 \cdot X_1 \right) / X_2^{a_{12}} + a_9 / (X_1 \cdot X_2) + a_{10} / X_2 + a_{11} \cdot X_2 / X_1 + a_7 \cdot X_1 \cdot X_2, \quad (11)$$

$R=0,253$ , где  $X_1$  – сутки хранения (1-10);  $X_2$  – ранг повреждения (1; 0,9; 0,74; 0,73; 0,7; 0,6; 0,55, 0,4). Средняя относительная погрешность моделирования (11) составила 5,62 %.

Выявлена взаимосвязь среднесуточных потерь сахарозы, % к массе свеклы от интенсивности дыхания, в мг  $CO_2/(ч \cdot кг)$  для наиболее типичных разрушений целостности корнеплода при механизированной уборке:

$$Y_m = (0,78E - 2 \cdot x^2 + 1,4083658 \cdot x + 0,616213) / 10^3; \quad R=0,836E-3 \quad (12)$$

Зависимость содержания редуцирующих веществ, в % к массе свеклы от времени хранения (в сутках):

$$Y_m = \left( 10 \cdot a_1 \cdot x^{a_2} \cdot \exp(-a_3 \cdot 10^{-3} |\ln x|^{a_7}) + a_5 \cdot x^{a_4} + a_6 \right) / 100, \quad (13)$$

где  $x$  – время хранения, изменяется в пределах от 1 до 70 суток.;  $R=0,751E-2$ .

Моделирование образования гнилой массы, в % к массе свеклы, от наличия вентилирования и длительности хранения, сутки:

$$Y_m = \left( \frac{10^5 a_1}{x_1^3} + \frac{10^4 \cdot a_2}{x_1^2} + \frac{10^3 a_3}{x_1} \right) / x_2^{a_6} + a_4 \cdot \exp \left( a_5 \frac{x_1}{x_2} \right)^{0,1615} + a_7, \quad (14)$$

где  $x_1$  – время хранения корнеплодов, изменяется в пределах от 14 суток до 65;  $x_2$  – ранг режима хранения, равный 0,3 или 2.  $R=0,325E-2$ . Число опытов 8.

Управляющими воздействиями в информационно-управляющей системе регулируемого хранения корнеплодов сахарной свеклы являются подача воздуха и распыленной воды в кагат, периодическая подача распыленного антисептика, определяемые на основе показаний датчиков температуры, влажности и рассчитанных по моделям показателей качества.

### Список литературы

1. Косулин, Г.С. Обоснование концептуальных положений теории длительного хранения сахарной свеклы / Г.С. Косулин, И.П. Салтык // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 5. – С. 13–22.

2. Морозов, А.Н. Технология длительного хранения сахарной свеклы / А.Н. Морозов, М.К. Пружин, Л.Ю. Смирнова // Сахар. – 2016. – № 7. – С. 33–35.

3. Костенко Е.И. Причина развития гнилей корнеплодов сахарной свеклы неизвестной этиологии в Центрально-Черноземном регионе РФ // Сахар. – 2016. – № 2. – С. 32 – 34.

4. Косулин, Г.С. Обоснование критерия хранимоспособности сахарной свеклы / Г.С. Косулин, И.П. Салтык, Р.М. Ибрагимов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 39–44

5. Завражнов, А.И. Эффективность вентилируемого хранения сахарной свеклы в условиях Центрально-Черноземного региона / А.И. Завражнов, Р.А. Шрамко, Л.А. Сабетова, А.А. Завражнов, С.М. Кольцов // Сахар. – 2020. – № 8. – С. 20 – 25.

6. Кухар, В.Н. Эффективность переработки сахарной свеклы в зависимости от ее технологических качеств и особенностей ведения процесса. Часть 2. Исследование потерь сахарозы при краткосрочном хранении свеклы и пути их снижения / В.Н. Кухар, А.П. Чернявский, Л.И. Чернявская, Ю.А. Моканюк, П.М. Барабанов // Сахар. – 2020. – № 5. – С. 38–45.

7. Чернявская, Л.И. Эффективность переработки сахарной свеклы в зависимости от потерь сахара при хранении корнеплодов. Часть 3. Химико-фитопатологические показатели сахарной свеклы механизированной уборки после хранения в кагатах / Л.И. Чернявская, Ю.А. Моканюк, В.Н. Кухар, А.П. Чернявский // Сахар. – 2021. – № 1. – С. 36–45.

8. Бартенев, И.И. Влияние различных условий хранения на поражаемость болезнями и израстание маточных корнеплодов сахарной свеклы / И.И. Барте-

нев, С.В. Сашенко, Д.С. Гаврин, А.В. Новикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. –2015. –№ 6 (128). –С. 25 – 31.

9. ГОСТ Р 53036-2008. Свекла сахарная. Методы испытаний.

10. Мойсеяк, М.Б. Исследование закономерности искажения определяемой сахаристости в сахарной свекле в зависимости от степени увядания корнеплодов. Часть 3/ М.Б. Мойсеяк, А.П. Чудинов, О.В. Воронина, С.Р. Бойков // Сахар. – 2021. –№ 4. –С. 34–39.

11. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению маточников сахарной свеклы. М.: ВАСХНИЛ, – 1983. –С.24–33.

13. Арапов Д.В. Математическое обеспечение информационно-управляющей системы для хранения продукции с ограниченным сроком хранения / Д.В. Арапов, Н.Ю. Юдина, В.А. Курицын, Л.А. Коробова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. № 1. – С. 7-18

14. Полуэктов А.В. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных / А.В. Полуэктов, Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

### References

1. Kosulin, G.S. Substantiation of the conceptual provisions of the theory of long-term storage of sugar beet/ G.S. Kosulin, I.P. Saltyk // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2019. – No. 5. - pp. 13-22.

2. Morozov, A.N. Technology of long-term storage of sugar beet / A.N. Morozov, M.K. Pruzhin, L.Y. Smirnova // Sugar. – 2016. – No. 7. – pp. 33-35.

3. Kostenko E.I. The reason for the development of rot of sugar beet root crops of unknown etiology in the Central Chernozem region of the Russian Federation // Sugar. – 2016. – No. 2. – pp. 32-34.

4. Kosulin, G.S. Substantiation of the criterion of storage capacity of sugar beet / G.S. Kosulin, I.P. Saltyk, R.M. Ibragimov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2019. – No. 4. – pp. 39-44

5. Zavrazhnov, A.I. Efficiency of ventilated storage of sugar beet in the conditions of the Central Chernozem region/ A.I. Zavrazhnov, R.A. Shramko, L.A. Sabetova, A.A. Zavrazhnov, S.M. Koltsov // Sugar. – 2020. – No. 8. –pp. 20-25.

6. Kukhar, V.N. The efficiency of sugar beet processing depending on its technological qualities and the peculiarities of the process. Part 2. Investigation of sucrose losses during short-term beet storage and ways to reduce them / V.N. Kukhar, A.P. Chernyavsky, L.I. Chernyavskaya, Yu.A. Mokanyuk, P.M. Barabanov // Sugar. - 2020. – No. 5. – pp. 38-45.

7. Chernyavskaya, L.I. Efficiency of sugar beet processing depending on sugar losses during storage of root crops. Part 3. Chemical and phytopathological indicators of sugar beet mechanized harvesting after storage in kagats / L.I. Chernyavskaya, Yu.A. Mokanyuk, V.N. Kukhar, A.P. Chernyavsky // Sugar. – 2021. – No. 1. – pp. 36-45.

8. Bartenev, I.I. The influence of various storage conditions on the disease incidence and overgrowth of royal root crops of sugar beet / I.I. Bartenev, S.V. Sashchenko, D.S. Gavrin, A.V. Novikova // Bulletin of the Altai State Agrarian University. -2015. –№ 6 (128). – Pp. 25-31.
9. GOST R 53036-2008. Sugar beetroot. Test methods.
10. Moiseyak, M.B. Investigation of the pattern of distortion of the determined sugar content in sugar beet depending on the degree of wilting of root crops. Part 3/ M.B. Moiseyak, A.P. Chudinov, O.V. Voronina, S.R. Boikov // Sugar. – 2021. –No. 4. –pp. 34-39.
11. Methodological guidelines for conducting research on the storage of sugar beet queen cells. M.: VASHNIL, - 1983. –pp.24-33.
13. Arapov D.V. Mathematical support of an information management system for storing products with a limited shelf life / D.V. Arapov, N.Yu. Yudina, V.A. Kuritsyn, L.A. Korobova // Modeling of systems and processes. – 2024. – vol. 17. No. 1. – pp. 7-18
14. Poluektov A.V. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data / A.V. Poluektov, F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

## **ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОРИСТОГО ШОКОЛАДА**

М.М. Благовещенская, М.В. Веселов

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация. Показано использование искусственной нейронной сети в качестве системы поддержки принятия решений в производстве пористого шоколада.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, система поддержки принятия решений, искусственная нейронная сеть.

## **ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN THE PRODUCTION OF POROUS CHOCOLATE**

M.M. Blagoveshchenskaya, M.V. Veselov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education MIREA –  
Russian Technological University,  
Moscow

Abstract: The use of an artificial neural network as a decision support system in the production of porous chocolate is demonstrated.

Keywords: automated control system, decision support system, artificial neural network.

Производство пористого шоколада – сложный многостадийный процесс [1-3]. Он включает в себя получение шоколадной смеси согласно рецептуре, выработку жидкой шоколадной массы: предварительное, а затем тонкое измельчения шоколадной смеси, конширование, темперирование. На заключительном этапе перед формованием и кристаллизацией шоколадных плиток, жидкую шоколадную массу насыщают смесью газов: азота и углекислого газа, [4-6]. Насыщение газами жидкой шоколадной массы происходит в специальных турбинных смесителях. На выходе из смесителя необходимо получить массу требуемой плотности, чтобы получить плитку шоколада заданной массы при фиксированных геометрических размерах отливочных форм [7 -9].

В результате проведенного теоретического анализа процессов перемешивания необходимых ингредиентов, процессов образования при этом газовых эмульсий была получена параметрическая модель процесса аэрирования жидкой шоколадной массы, представленная на рис. 1.

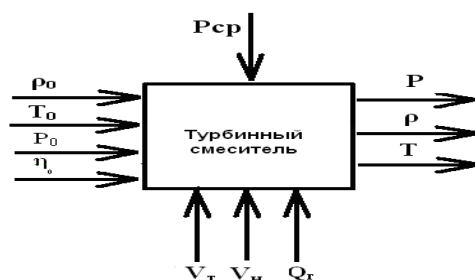


Рисунок 1. Параметрическая модель процесса насыщения газами жидкой шоколадной массы в турбинном смесителе

Здесь  $\rho_0$  - начальная плотность жидкой шоколадной массы на входе в смеситель,  $\rho$  - плотность шоколадной массы, перемешанной с газами на выходе из смесителя,  $T_0$  - температура шоколадной массы на входе в смеситель,  $T$  - температура шоколадной массы на выходе из смесителя,  $P_0$  - начальное давление шоколадной массы, подаваемой в смеситель,  $\eta_0$  - начальная вязкость шоколадной массы, подаваемой в смеситель,  $P_{cp}$  - атмосферное давление,  $V_t$  - скорость вращения турбинной мешалки,  $V_n$  - скорость вращения вала насоса, подающего жидкий шоколад в смесительную установку,  $Q_r$  - расход газа, подаваемого в смесительную установку.

Натурный эксперимент на реальном смесителе с обработкой результатов с применением статистических концепций выявил, что качество процесса смешивания жидкой шоколадной массы с газами зависит от начальных свойств шоколадной массы, массового расхода шоколадной массы и газа, давления перемешивания, скорости вращения турбины.

Таким образом, для повышения эффективности производства пористого шоколада необходим выбор обоснованных значений технологических параметров работы турбинного смесителя. Это актуальная и не простая задача, решение которой целесообразно возложить на автоматизированную систему поддержки принятия решений (СППР).

На основе анализа существующих систем поддержки принятия решений, действующих систем автоматического управления производственным процессом пористого шоколада, а также на основе способности искусственных нейронных сетей (ИНС) обнаруживать сложные закономерности в данных, было принято решение разработать и внедрить ИНС в качестве СППР в работе турбинного смесителя.

Была сделан выбор структуры нейронной сети (количество слоев и нейронов) и получена необходимая структура нейронной сети - двухслойная нейронная сеть с прямыми полными связями. Для получения параметров ИНС (весовых значений, значений смещений) использовались инструментальные средства NNTool и NNStart в составе специализированной системы компьютерной математики MATLAB.

Реализация СППР на основе ИНС включает в себя два этапа: программный и аппаратный. На этапе аппаратной реализации решался вопрос объединения систем управления различными участками производства пористого шоколада в единую информационную систему для сбора информации о параметрах

выработки полуфабриката. Программный этап, используя принципы объектно-ориентированного программирования, состоит из написания кода класса «Нейрон», написания кода объединения экземпляров нейронов в сеть, согласно полученной ранее структуре и данным, написания кода сбора и обмена информацией между участками о текущей партии производства шоколадного полуфабриката.

### Список литературы

1. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления. // Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – 407 с.
2. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий. Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 186 с.
3. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Аднодворцев А.М. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5(125). – С. 162-169.
4. Петряков А.Н., Благовещенская М.М., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А. Применение метода объектно-ориентированного программирования для контроля показателей качества кондитерской продукции. // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2018. № 5-6 (176). С. 21-23.
5. Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Холопов В.А., Благовещенский И.Г., Веселов М.В., Аднодворцев А.М.. Проблемы управления технологическими процессами производства кондитерских изделий и пути их преодоления. // Современные проблемы автоматизации технологических процессов и производств: сборник научных докладов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова, Москва, 11 октября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 97-104.
6. Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Благовещенский И.Г., Таирова Л.Р., Игольников А.О., Максимов Н.А. Перспективы использования интеллектуальных информационных технологий и систем в решении задач цифровизации производства кондитерской продукции. // Современные проблемы автоматизации технологических процессов и производств: сборник научных докладов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова, Москва, 11 октября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 60-70.
7. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Назойкин Е.А., Петряков А.Н. Интеллектуальный анализ данных для систем поддержки принятия решений диагностики процессов производства пищевой продукции // Казанская наука. 2020. №. 1. С. 105 – 109.



8. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Мокрушин С.А., Аднодворцев А.М., Веселов М.В. Автоматизация управления качеством производства шоколадных конфет с использованием видеоконтроля. В сборнике: РОГОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. сборник докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 27-35.

9. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Холопов В.А., Мокрушин С.А., Веселов М.В., Жиров М.В. Анализ особенностей использования методов искусственного интеллекта в решении задач автоматизации контроля и управления качеством кондитерской продукции. В сборнике: Роговские чтения. Секция "Автоматизация технологических процессов и производств", Сб. докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 34-42.

### References

1. Blagoveshchensky V.G. Methodological foundations for automating the control of organoleptic quality indicators of confectionery products and the creation of intelligent control systems on their basis. // Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2024. - 407 p.

2. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies. // Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2022. - 186 p.

3. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Adnodvortsev A.M. Adaptive control system with an identifier for non-stationary production processes // Engineering journal: science and innovation. - 2022. - No. 5 (125). - P. 162-169.

4. Petryakov A.N., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A. Application of the object-oriented programming method to control quality indicators of confectionery products. // Confectionery and bakery production. 2018. No. 5-6 (176). pp. 21-23.

5. Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Kholopov V.A., Blagoveshchensky I.G., Veselov M.V., Adnodvortsev A.M. Problems of control of technological processes of production of confectionery products and ways of overcoming them. // Modern problems of automation of technological processes and production: collection of scientific reports of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the birth of Igor Konstantinovich Petrov, Moscow, October 11, 2023. - Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - P. 97-104.

6. Blagoveshchensky V.G., Krasnov A.E., Blagoveshchensky I.G., Tairova L.R., Igolnikov A.O., Maksimov N.A. Prospects for the use of intelligent information technologies and systems in solving problems of digitalization of confectionery production. // Modern problems of automation of technological processes and production: collection of scientific reports of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the birth of Igor

Konstantinovich Petrov, Moscow, October 11, 2023. - Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - P. 60-70.

7. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nazoikin E.A., Petryakov A.N. Intelligent data analysis for decision support systems for diagnostics of food production processes // Kazan science. 2020. No. 1. P. 105 - 109.

8. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Mokrushin S.A., Adnodvortsev A.M., Veselov M.V. Automation of quality management in the production of chocolate sweets using video monitoring. In the collection: ROGOVSKIE CHTENIYA. collection of reports from a scientific and practical conference with international participation. Kursk, 2023. pp. 27-35.

9. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Kholopov V.A., Mokrushin S.A., Veselov M.V., Zhironov M.V. Analysis of the features of using artificial intelligence methods in solving problems of automation of quality control and management of confectionery products. In the collection: Rogov Readings. Section "Automation of Technological Processes and Production", Collection of reports from a scientific and practical conference with international participation. Kursk, 2023. pp. 34-42.

## **ОБРАБОТКА ГРАФИЧЕСКОЙ И ЛЕКСИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ О ЛАНДШАФТЕ**

Н.В. Гомзов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматривается проблема обработки графической и лексической информации для формирования баз знаний о ландшафте. Рассматривается возможность использования нейро-нечеткой сети, которая обеспечивает эффективную обработку гетерогенных данных и позволяет получать более точные результаты анализа.

Ключевые слова: ландшафт, обработка данных, нейронная сеть, нечеткая логика, анализ.

## **PROCESSING OF GRAPHIC AND LEXICAL INFORMATION FOR THE FORMATION OF KNOWLEDGE BASES ON LANDSCAPES**

N.V. Gomzov

Tambov State Technical University

Abstract. The article addresses the problem of processing graphic and lexical information for the formation of knowledge bases on landscapes. It considers the possibility of using a neuro-fuzzy network, which enables effective processing of heterogeneous data and obtaining more accurate analysis results.

Keywords: landscape, data processing, neural network, fuzzy logic, analysis.

В современном мире, где технологии играют важную роль в различных сферах, сбор и обработка данных стали ключевыми аспектами успешного функционирования многих систем. Это особенно актуально для таких областей, как экология, геология, сельское хозяйство и других, где информация о ландшафте имеет решающее значение.

Важно исследовать различные методы и системы, которые в настоящее время используются для обработки данных о ландшафте. Это сравнение не только создаст контекст для предложенного подхода на основе нейро-нечеткой сети, но и подчеркнет его уникальные преимущества и возможные области применения.

Одним из наиболее распространенных методов является машинное обучение, которое охватывает широкий спектр алгоритмов, используемых для задач классификации и прогнозирования. Традиционные методы машинного обучения, такие как деревья решений, машины опорных векторов и случайные ле-

са, часто применяются в анализе ландшафтов. Эти алгоритмы ценятся за свою интерпретируемость и эффективность при работе с структурированными данными. Однако они также сталкиваются с такими проблемами, как необходимость в значительной инженерии признаков и чувствительность к качеству данных. Хотя эти методы могут давать полезные результаты, они не всегда способны полностью учесть сложность взаимосвязей, присущих данным о ландшафте.

Другая важная категория — это глубокое обучение, особенно с использованием сверточных нейронных сетей (CNN). Эти сети приобрели популярность благодаря своей способности обрабатывать и анализировать данные изображений, что делает их особенно подходящими для задач, связанных со спутниковыми изображениями или аэрофотосъемкой. Модели глубокого обучения могут автоматически извлекать признаки из необработанных данных, снижая необходимость в ручной предварительной обработке. Однако у них есть свои сложности, такие как требование больших наборов данных и значительные вычислительные ресурсы. Сложность этих моделей иногда может приводить к переобучению, особенно когда объем данных для обучения ограничен.

Традиционные методы геоинформационных систем (ГИС) также играют важную роль в анализе ландшафтов. ГИС уже много лет является основным инструментом пространственного анализа, предлагая возможности для картирования, анализа и визуализации географических данных. Эти методы основаны на заранее определенных моделях и алгоритмах для оценки пространственных отношений и закономерностей. Хотя инструменты ГИС очень эффективны для ряда применений, им может не хватать адаптивности и гибкости, которые предлагают более современные методы машинного и глубокого обучения. Это ограничение может затруднять их использование для решения сложных и динамичных задач, связанных с изменениями ландшафта.

Кроме того, наблюдается растущая тенденция к использованию гибридных подходов, которые объединяют различные методы для повышения общей эффективности обработки данных о ландшафте. Например, интеграция методов машинного обучения с ГИС позволяет использовать сильные стороны обеих систем, обеспечивая более всесторонний анализ. Ансамблевые методы, объединяющие несколько алгоритмов обучения, также могут улучшить точность предсказаний, смягчая недостатки отдельных моделей.

Анализ существующих технологий, показывает уникальные преимущества предложенной системы на основе нейро-нечеткой сети. Этот подход не только улучшает способность обрабатывать гетерогенные данные, но и предлагает большую гибкость и точность в анализе характеристик ландшафта. В конечном итоге понимание сильных и слабых сторон этих методов позволит развивать будущие применения в анализе ландшафтов, прокладывая путь для более эффективных стратегий управления природными ресурсами и исследований окружающей среды.

Сбор и обработка данных о ландшафте могут способствовать созданию баз знаний, которые, в свою очередь, формируют основу для реализации систем поддержки принятия решений. Такие системы могут применяться в различных

областях, таких как оптимизация использования земельных ресурсов, прогнозирование природных катастроф, планирование транспортных маршрутов и многое другое.

Для обработки графической информации могут использоваться различные методы, такие как геоинформационные системы (ГИС), дистанционное зондирование и другие. ГИС позволяют анализировать пространственные данные и выявлять закономерности, которые могут быть полезны для принятия решений.

Лексическую информацию можно обрабатывать с помощью методов текстового анализа, которые позволяют извлекать характеристики ландшафта из текстовых данных. Например, ключевые термины, связанные с определенными типами почв или растительности, могут быть идентифицированы и использованы для построения базы знаний.

Несмотря на разнообразие методов обработки информации, данные часто оказываются неполными или неточными. В таких случаях могут быть использованы системы на основе нечеткой логики для работы с неопределенными данными. Они могут быть интегрированы с методами нейронных сетей, что позволит системе игнорировать пробелы в данных или неточности.

Предлагаемая нейро-нечеткая сеть сочетает в себе сильные стороны как нейронных сетей, так и систем на основе нечеткой логики, создавая надежную платформу для работы с гетерогенными типами данных. Архитектура сети включает в себя входной слой, несколько скрытых слоев и выходной слой, каждый из которых выполняет определенную функцию в процессе обработки информации.

Входной слой предназначен для приема различных типов данных, включая графическую информацию, такую как спутниковые изображения, аэрофотоснимки и топографические карты, а также лексическую информацию, полученную из текстовых описаний, предоставленных экспертами. Кроме того, интегрируются метеорологические данные, что добавляет контекст для анализа ландшафта. Такой многослойный ввод позволяет системе учитывать широкий спектр факторов, влияющих на характеристики ландшафта.

Скрытые слои сети выполняют основную обработку данных. Эти слои используют активационные функции, такие как Rectified Linear Unit (ReLU) или сигмоидальные функции, для моделирования сложных взаимосвязей между входными переменными. За счет включения нескольких скрытых слоев сеть способна захватывать сложные взаимодействия внутри данных. Нейро-нечеткий подход позволяет интегрировать нечеткую логику, что помогает системе управлять неопределенностью и двусмысленностью, присутствующей в данных. Системы нечеткого вывода могут преобразовывать четкие входные данные в нечеткие множества, которые затем обрабатываются через сеть для получения более точных результатов.

Выходной слой генерирует финальные результаты, которые могут включать классификации ландшафтов по кластерам или правила для принятия решений. В зависимости от применения эти результаты могут быть адаптированы для предоставления конкретных выводов, таких как прогнозирование измене-

ний ландшафта, определение оптимальных мест для строительства или информирование стратегий охраны природы. Использование функций, таких как softmax, в выходном слое позволяет проводить многоцелевую классификацию, что способствует комплексной категоризации характеристик ландшафта.

Для обеспечения эффективности нейро-нечеткой сети необходимо реализовать надежный процесс обучения. Этот процесс обычно включает использование алгоритмов обратного распространения ошибок для корректировки весов и смещений внутри сети на основе ошибок, рассчитанных на выходе. Различные методы оптимизации, такие как стохастический градиентный спуск или алгоритм Adam, могут повысить скорость сходимости и точность в процессе обучения.

С экономической точки зрения, интеграция передовых технологий обработки данных, таких как нейро-нечеткая сеть, может привести к повышению эффективности управления ресурсами. Например, в сельском хозяйстве система может оптимизировать распределение земли, воды и удобрений на основе точного анализа данных. Максимизируя урожайность и минимизируя потери, фермеры могут значительно увеличить свою прибыль. Способность системы предоставлять рекомендации по оптимальным методам ведения хозяйства также может снизить затраты, связанные с применением ресурсов и рабочей силой, что способствует более устойчивой экономике сельского хозяйства.

Кроме того, в сфере градостроительства нейро-нечеткая сеть может поддерживать более обоснованный процесс принятия решений. Анализируя такие факторы, как демографические данные, оценки воздействия на окружающую среду и потребности в инфраструктуре, планировщики могут проектировать города, способствующие устойчивому развитию и улучшению качества жизни жителей. Эффективное развитие городов может привести к увеличению стоимости недвижимости, созданию новых деловых возможностей и улучшению общественных услуг, что в конечном итоге способствует экономическому процветанию.

Система может способствовать активным мерам реагирования на экологические вызовы, такие как изменение климата или природные катастрофы. Предоставляя своевременные и точные прогнозы, сообщества могут внедрять эффективные стратегии смягчения последствий и адаптации. Эта возможность не только защищает жизни и имущество, но и укрепляет доверие общества к институтам и органам управления.

Базовая архитектура нейро-нечеткой сети для обработки графической и лексической информации не имеет принципиальных отличий показана на рис. 1.

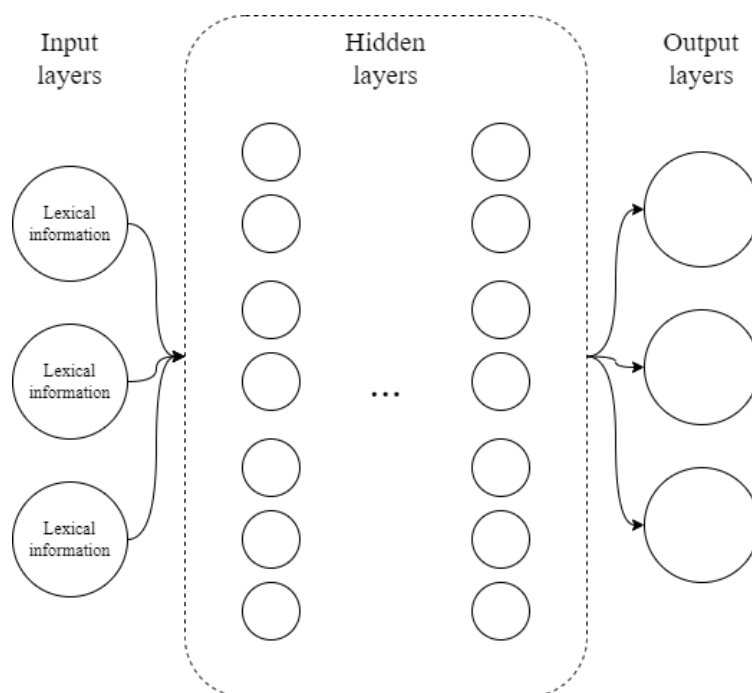


Рисунок 1 – Структура нейронечеткой сети для обработки графической и лексической информации

Входной слой получает графическую и лексическую информацию о ландшафте, а также показания метеорологических станций. Графическая информация может быть представлена в виде спутниковых снимков, аэрофотоснимков, топографических карт и других источников. Лексическая информация включает в себя описания ландшафта, полученные от экспертов или из текстовых источников.

Последующие скрытые слои нейронной сети обрабатывают разнородную информацию, полученную на входном слое. Скрытые слои нейронной сети позволяют эффективно обрабатывать сложные взаимосвязи между графической и лексической информацией.

В результате обработки информации формируется описание ландшафта, распределённое на ранее заданные классы, которое может быть использовано для решения различных задач, таких как прогнозирование изменений ландшафта, определение оптимальных мест для строительства, а также формирования баз знаний для систем оптимизации принятия решений в задачах на данном ландшафте.

Рассмотрим частный случай предлагаемой нейронной сети, результатом которой является набор правил кластеризации ландшафта вида:

$P_1$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {малый} И  $x_2^{(n)}$  есть {малый} И  $x_3^{(n)}$  есть {малый}  
 ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_1$

$P_2$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {малый} И  $x_2^{(n)}$  есть {малый} И  $x_3^{(n)}$  есть {средний}  
 ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_2$

...

$P_{13}$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {большой}  
ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_{13}$

Таким образом, предложенная система обработки информации является важным инструментом для изучения и понимания ландшафтных особенностей. Она позволяет эффективно обрабатывать данные, формировать правила кластеризации и получать более точные результаты анализа. Это, в свою очередь, способствует более глубокому пониманию процессов, происходящих в природе, и разработке эффективных стратегий управления природными ресурсами.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение возможностей системы обработки информации, улучшение алгоритмов кластеризации, а также применение разработанной системы для решения конкретных задач в области экологии, сельского хозяйства и других областях, связанных с изучением ландшафта.

### Список литературы

1. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – 2-е изд., – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 284 с.
2. Круглов В. В., Длы М. И. Интеллектуальные информационные системы. – Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 227 с.
3. Chaib-draa B., Decharnais J. A relational model of cognitive maps // Int. J. Human-Computer Studies. – 1998 г. – Т. 49. – С. 181-200.

### References

1. 1. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Fuzzy models and networks / V.V. Borisov, V.V. Kruglov, A.S. Fedulov. – 2nd ed. – Moscow: Hot Line – Telecom, 2012. – 284 p.
2. Kruglov V.V., Dly M.I. Intelligent information systems. – Publishing House of Physical and Mathematical Literature, 2002. – 227 p.
3. Chaib-draa B., Decharnais J. A relational model of cognitive maps // Int. J. Human-Computer Studies. – 1998. – Vol. 49. – P. 181-200.



## **ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ ДЕСТРУКТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА ЭТАПЕ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА МИКРОСХЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Ю.Ю. Громов<sup>1</sup>, М.М. Репин<sup>2</sup>, К.В. Стародубов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ «Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих подходов к организации работ по противодействию деструктивному воздействию на этапе испытаний опытного образца микросхем специального назначения. Выделены ключевые особенности данных работ и предложен подход к организации мероприятий по противодействию деструктивному воздействию, позволяющий предотвратить обнаружение и определение характеристик образца микросхем специального назначения.

Ключевые слова: микросхемы специального назначения, жизненный цикл, противодействие, образец.

## **THE WORK TO COUNTER DESTRUCTIVE IMPACT AT THE TESTING STAGE OF A PRELIMINARY SPECIAL-PURPOSE MICROCIRCUITS**

Yu.Yu. Gromov<sup>1</sup>, M.M. Repin<sup>2</sup>, K.V. Starodubov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution Tambov State Technical University

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution N.E. Bauman Moscow State  
Technical University

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA -  
Russian Technological University

Abstract. The article presents the results of the analysis of existing approaches to the organization of work to counteract destructive influence at the stage of testing a prototype of special-purpose microcircuits. The key features of these works are highlighted and an approach to the organization of measures to counteract destructive influence is proposed, which allows preventing the detection and determination of the characteristics of a sample of special-purpose microcircuits.

Keywords: special-purpose microcircuits, life cycle, counteraction, sample.

Организация работ по противодействию деструктивному воздействию (ПДВ) на этапе испытаний опытного образца микросхем специального назначения (МСН) является важной частью работ по ПДВ, которые проводятся на

всех стадиях жизненного цикла образцов МСН. Данная тема частично освещена в ряде работ [1-3], где представлен ряд моделей развития технических разведок и угроз деструктивного воздействия, которые можно применять при проведении контроля эффективности ПДВ, а также частично отражены вопросы построения системы противодействия обнаружению и распознаванию характеристик образцов МСН.

Для того чтобы обеспечить оптимальный уровень противодействия и свести к минимуму вероятность обнаружения сигналов испытываемых образцов и определения параметров этих сигналов, необходимо применять комплексный подход к организации ПДВ.

На основе анализа представленных материалов была построена методика планирования и организации работ по ПДВ, позволяющая создать систему ПДВ, удовлетворяющую всем требованиям в каждом конкретном случае.

При разработке плана по организации ПДВ необходимо руководствоваться принципами, соблюдение которых обеспечивает наиболее эффективное решение поставленных задач. Эти принципы заключаются в том, что ПДВ, независимо от масштабов проводимых испытаний и конкретной обстановки, должна быть комплексной, нешаблонной и непрерывной. Под комплексностью подразумевается организация противодействия всем возможным угрозам и согласование всех мер защиты по цели, месту и времени. Нешаблонность организации ПДВ подразумевает под собой исключение применения одинакового подхода к построению систем противодействия различных образцов МСН, так как подобная практика может позволить предполагаемому противнику выработать эффективные методы обхода системы ПДВ. Непрерывность ПДВ подразумевает, что мероприятия по ПДВ должны выполняться постоянно на всех этапах проведения испытаний опытного образца МСН.

В соответствии с этими принципами на этапе проведения испытаний целесообразно проводить следующие виды работ по ПДВ от технических разведок (ТР):

#### **Определение опасных видов ТР.**

Определение опасных видов ТР проводится исходя из целей противодействия и имеющихся перечней сведений, подлежащих скрытию. Основное внимание должно уделяться защите характеристик испытываемого образца РТ. После анализа охраняемых сведений об образце необходимо определить возможные каналы утечки информации, а также методы и средства ТР.

#### **Определение исходной защищенности от выбранных видов ТР.**

Выделив на предыдущем этапе опасные виды ТР, необходимо оценить имеющиеся средства противодействия и применяемые организационные меры на достаточность для обеспечения защиты образца МСН на всех этапах проведения испытаний. Оценка проводится исходя из ценности охраняемых сведений и возможностей предполагаемого противника. Также на данном этапе необходимо разработать план проведения организационных и технических мероприятий и план контроля эффективности ПДВ на последующих этапах проведения испытаний образца МСН.

### **Проведение организационных и технических мероприятий по ПДВ.**

В соответствии с разработанным на предыдущем этапе планом, на данном этапе необходимо провести ряд организационных и технических мероприятий, которые позволят исключить или существенно затруднить обнаружение и определение характеристик образца МСН.

### **Контроль эффективности ПДВ во время проведения испытаний и выявление паразитных каналов утечки информации.**

Контроль эффективности ПДВ подразделяется на организационный и технический. [4] Организационный контроль проводят при завершении определенного этапа испытаний образца, а технический контроль проводится при наличии реальных возможностей ведения ТР образца МСН, ее составных частей и комплектующих изделий.

В зависимости от способа получения информации о контролируемых параметрах образца МСН могут использоваться следующие методы:

- расчетный, заключающийся в определении контролируемых признаков образца с использованием математических моделей расчета и информации об исходных данных о значениях параметров объекта и условий контроля [5];
- инструментальный, заключающийся в непосредственном измерении контролируемых признаков с использованием средств контроля.

Подводя итог, при организационном контроле используются расчетный метод оценки, а при техническом инструментальный метод.

### **Проведение оценки выявленных паразитных сигналов на наличие охраняемых сведений об образце МСН.**

В случае если при проведении контроля на этапах испытаний были выявлены паразитные каналы утечки информации, необходимо провести анализ сигналов, фиксируемых в каналах утечки на наличие в них охраняемых сведений об образце МСН. Анализ проводится расчетным и инструментальными методами. Расчетный метод может быть построен на сравнении паразитного сигнала с эталонным и выделении в нем параметров образца. Инструментальный метод заключается в имитации действий ТР противника и оценке, с помощью специальных средств, возможности перехвата охраняемых параметров.

Защита образцов МСН от технических средств разведки на этапе проведения испытаний является важной частью общего плана по ПДВ на всех этапах жизненного цикла образца. Основное внимание должно уделяться характеристикам образца, раскрывающим новые технологии, использованные при создании образца, возможности образца, области применения и др. Использование предложенного подхода к организации мероприятий по ПДВ позволит предотвратить обнаружение и определение характеристик образца МСН.

### Список литературы

1. Меньшаков Ю.К. Основы защиты от технических разведок – Москва, 2011. – 478 с.
2. Модели технических разведок и угроз безопасности информации. Коллективная монография / под ред. Е.М. Сухарева. Кн. 3. – Москва, 2003. – 144 с.
3. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита: Учебное пособие. – Москва, 1999. – 240 с.
4. Клименко, А. Н. Методы и средства контроля информационной безопасности в системах ПВО / А. Н. Клименко. — М.: Радиотехника, 2010. – 412 с.
5. Иванов, С. В. Принципы организации ПВО в современных условиях / С. В. Иванов // Военно-промышленный курьер. – 2018. – № 24. – С. 15-23.

### References

1. Menshakov Yu.K. Fundamentals of protection against technical intelligence - Moscow, 2011. - 478 p.
2. Models of technical intelligence and threats to information security. Collective monograph / Ed. by E.M. Sukharev. Book. 3. - Moscow, 2003. - 144 p.
3. Tsvetnov V.V., Demin V.P., Kupriyanov A.I. Electronic warfare: radio masking and jamming: Textbook. - Moscow, 1999. - 240 p.
4. Klimenko, A. N. Metody i sredstva kontrolya informatsionnoy bezopasnosti v sistemakh PVO / A. N. Klimenko. – M.: Radiotekhnika, 2010. – 412 s.
5. Ivanov, S. V. Printsipy organizatsii PVO v sovremennykh usloviyakh / S. V. Ivanov // Voyenno-promyshlennyy kurer. – 2018. – No. 24. – S. 15-23

## **РАЗВИТИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ СОТРУДНИКОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РИСКОВ ВНУТРЕННИХ УГРОЗ**

Ю.Ю. Громов<sup>1</sup>, П.И. Карасев<sup>2</sup>, Ф.М. Пыршев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>МИРЭА - Российский технологический университет

Аннотация. В эпоху цифровизации бизнес-процессов информационная безопасность становится критически важным аспектом устойчивого развития и конкурентоспособности предприятий. Защита информационных активов от несанкционированного доступа, вредоносных атак, утечек данных и других угроз требует комплексного подхода, включая технические средства защиты, обучение персонала основам информационной безопасности и разработку эффективных политик безопасности. Статья анализирует роль человеческого фактора в обеспечении информационной безопасности и подчеркивает важность систематического обучения и повышения осведомленности персонала по вопросам информационной безопасности. Авторы рассматривают различные методы обучения, включая онлайн-курсы, корпоративные тренинги, симуляцию фишинга и обучение на примерах из реальной жизни. Статья также подчеркивает преимущества обучения сотрудников, включая повышение уровня осведомленности, улучшение навыков, создание атмосферы ответственности и доверия, снижение вероятности возникновения внутренних угроз и улучшение репутации компании.

Ключевые слова: информационная безопасность, обучение сотрудников, человеческий фактор, внутренние угрозы, повышение осведомленности.

## **DEVELOPMENT OF EMPLOYEE COMPETENCIES IN INFORMATION SECURITY TO REDUCE THE RISKS OF INTERNAL THREATS**

Y.Y. Gromov<sup>1</sup>, P.I. Karasev<sup>2</sup>, F.M. Pyshev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tambov State Technical University

<sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University

Abstract. In today's digital age, information technology plays a crucial role in all aspects of business operations. As a result, information security has become an essential component for protecting data and ensuring the stability of businesses. Information security risks are not only associated with external threats but also with human error within organizations. Training employees in information security fundamentals is a vital strategy to minimize potential risks and prevent security incidents caused by unintentional or erroneous actions. This article discusses methods for training and educating employees on information security principles, as well as the impact of these efforts on reducing internal risks to organizations.

Keywords: information security, employee training, human factor, internal threats, awareness raising.

В эпоху цифровизации бизнес-процессов и постоянного роста объемов цифровой информации, информационная безопасность выходит на передний план как один из приоритетных аспектов устойчивого развития и конкурентоспособности предприятий [1]. Защита информационных активов от несанкционированного доступа, вредоносных атак, утечек данных и других угроз становится не просто задачей IT-отдела, но стратегической задачей управления на всех уровнях организации. Помимо технических средств защиты, значительную роль в обеспечении информационной безопасности играет человеческий фактор. Ошибки сотрудников, неосведомленность в вопросах безопасности или непреднамеренные действия могут стать причиной серьезных инцидентов, влекущих за собой финансовые потери и потерю репутации компании. Таким образом, систематическое обучение и повышение осведомленности персонала по вопросам информационной безопасности являются неотъемлемыми элементами стратегии защиты информационных ресурсов предприятия.

В современном обществе, информация становится одним из ключевых активов для любой организации или индивида. Защита этой информации является критически важной для поддержания конфиденциальности, целостности и доступности данных [2]. Обучение сотрудников имеет решающее значение для защиты данных. Правильное обучение поможет выстроить первую линию обороны от утечек информации, кражи данных и других видов атак.

Обучение помогает повысить осведомленность сотрудников о возможных угрозах, научить их распознавать подозрительные ситуации и действия, а также правильно реагировать на них.

Краткий обзор основных угроз информационной безопасности, связанных с человеческим фактором

Человеческий фактор играет значительную роль в обеспечении информационной безопасности [3]. Ошибки сотрудников, недостаточная осведомленность о принципах безопасности и целенаправленные вредоносные действия внутренних лиц могут стать причиной серьезных угроз для организаций. Среди ключевых угроз, связанных с человеческим фактором, выделяют:

Социальная инженерия: Манипулирование людьми для получения конфиденциальной информации.

Фишинг: Получение доступа к личным данным через мошеннические сообщения.

Несанкционированный доступ: Доступ к информационным системам без разрешения.

Внутренние угрозы: Действия сотрудников, направленные на нанесение ущерба информационной системе организации.

Защита от этих и других угроз требует комплексного подхода, включая технические средства защиты, обучение персонала основам информационной безопасности и разработку эффективных политик безопасности [4].

Методы обучения сотрудников по информационной безопасности: Онлайн-курсы и вебинары: это удобный и доступный способ обучения, который позволяет сотрудникам проходить обучение в удобное для них время и место.

Онлайн-курсы могут содержать интерактивные модули, тесты и практические задания для закрепления знаний.

Корпоративные тренинги и семинары: Организация корпоративных тренингов по информационной безопасности позволяет привлечь специалистов извне для проведения обучения, а также создать более интерактивную и адаптированную программу для конкретной компании.

Симуляция фишинга: Проведение атак позволяет сотрудникам наглядно увидеть, как могут выглядеть реальные угрозы, и научиться правильно реагировать на них.

Обучение на примерах из реальной жизни: Один из наиболее эффективных способов обучения сотрудников основам информационной безопасности — это использование примеров из реальной жизни. Рассказы о случаях утечки данных или кибератак позволяют сотрудникам лучше понять последствия небрежного отношения к информационной безопасности.

Тестирование знаний и навыков: Проведение тестирования знаний и навыков после завершения обучения позволяет оценить эффективность обучающей программы и выявить слабые места, которые требуют дополнительного внимания.

Преимущества обучения сотрудников:

Повышение уровня осведомленности сотрудников о возможных угрозах и рисках в сфере информационной безопасности.

Улучшение навыков сотрудников по защите конфиденциальных данных и предотвращению утечек информации.

Создание атмосферы ответственности и доверия в компании, где каждый работник понимает важность обеспечения безопасности данных.

Снижение вероятности возникновения внутренних угроз со стороны сотрудников, как намеренных, так и случайных.

Улучшение репутации компании и повышение доверия клиентов и партнеров благодаря эффективным мерам по обеспечению информационной безопасности.

Сокращение потенциальных финансовых потерь и репутационных убытков, связанных с утечками данных или кибератаками.

Повышение профессионального уровня сотрудников и развитие их компетенций в области информационной безопасности.

Обеспечение соответствия компании требованиям законодательства и стандартам безопасности данных.

Выводы

В заключении, можно сделать вывод. Обучение и повышение осведомленности сотрудников в области информационной безопасности является ключевым аспектом защиты организации от внутренних и внешних угроз. Важно подходить к процессу обучения комплексно, сочетая различные методы и инструменты для охвата широкого круга тем и сценариев. Эффективное обучение должно включать как теоретические аспекты безопасности, так и практические упражнения, моделирующие реальные угрозы и ситуации. Использование игровых элементов и реалистичных симуляций может значительно усилить вовле-

ченность и интерес сотрудников, повышая эффективность учебного процесса. Наконец, регулярное тестирование и обновление знаний помогут поддерживать высокий уровень осведомленности и готовности сотрудников к действиям в условиях изменяющейся информационной среды.

### **Список литературы**

1. Васильков А. В. Безопасность и управление доступом в информационных системах / А. В. Васильков. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 368 с.

2. Жигулин Г. П. Организационное и правовое обеспечение информационной безопасности / Г. П. Жигулин. – Санкт-Петербург: СПбНИУИТМО, 2014. – 173 с.

3 Малюк А. А., Пазизин С. В., Погожин Н. С. Введение в защиту информации в автоматизированных системах. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2001. – 148 с.

4. Мельников В. В. Безопасность информации в автоматизированных системах / В. В. Мельников. – Москва: Финансы и статистика, 2003. – 368 с.

### **References**

1. Vasilkov A.V. Security and access control in information systems / A.V. Vasilkov. Moscow: FORUM: INFRA-M, 2013. – 368 p.

2. Zhigulin G.P. Organizational and legal provision of information security / G.P. Zhigulin. St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO, 2014. – 173 p.

3. Malyuk A.A., Pazizin S.V., Pogozhin N.S. Introduction to information security in automated systems. Moscow: Hotline – Telecom, 2001. – 148 p.

4. Melnikov V.V. Information security in automated systems / V.V. Melnikov. Moscow: Finance and Statistics, 2003. – 368 p.



## ПРИМЕР МОДЕЛИ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Р.В. Дорошенко<sup>1</sup>, А.В. Прокофьев<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Региональные системы комплексной безопасности»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

**Аннотация.** В данной работе представлен пример модели нейро-нечеткой системы, предназначенной для анализа временных рядов в контексте информационной безопасности, с акцентом на обнаружение аномалий в сетевом трафике. Основная цель модели заключается в выявлении аномалий, что позволяет предотвращать кибератаки и несанкционированный доступ. Модель состоит из двух ключевых компонентов: искусственной нейронной сети (ИНС) для обработки входных данных и нечеткой логики для принятия решений на основе выводов ИНС с учетом неопределенности данных. В процессе работы рассматриваются этапы предобработки данных, обучение нейронной сети на исторических данных, формирование нечетких правил на основе вывода ИНС и финальная дефuzziфикация, что приводит к получению четкой оценки уровня угрозы. Приведенный пример иллюстрирует, как комбинация ИНС и нечеткой логики может эффективно анализировать временные ряды и адаптироваться к изменениям в поведении системы, что существенно снижает риск кибератак..

**Ключевые слова:** нечеткая логик, временные ряды, обнаружение аномалий, информационная безопасность, прогнозирование угроз.

## EXAMPLE OF A NEURO-FUZZY SYSTEM MODEL FOR TIME SERIES ANALYSIS IN INFORMATION SECURITY

R.V. Doroshenko<sup>1</sup>, A.V. Prokofyev<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LLC "Regional Systems of Comprehensive Security"

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University"

**Abstract.** This paper presents an example of a neuro-fuzzy system model designed for time series analysis in the context of information security, with a focus on anomaly detection in network traffic. The main goal of the model is to identify anomalies, which helps prevent cyberattacks and unauthorized access. The model consists of two key components: an artificial neural network (ANN) for processing input data and fuzzy logic for decision-making based on the ANN's outputs, accounting for data uncertainty. The paper outlines the stages of data preprocessing, training the neural network on historical data, forming fuzzy rules based on the ANN's outputs, and final defuzzification, which leads to obtaining a clear assessment of the threat level. The provided example illustrates how the combination of ANN and fuzzy logic can effectively analyze time series and adapt to changes in system behavior, significantly reducing the risk of cyberattacks.

**Keywords:** fuzzy logic, time series, anomaly detection, information security, threat prediction.

В условиях стремительного развития информационных технологий и увеличения числа киберугроз, обеспечение безопасности компьютерных систем стало одной из приоритетных задач. Атаки на информационные системы становятся всё более сложными и разнообразными, что требует внедрения эффективных методов их обнаружения и предотвращения. В последние годы особое внимание уделяется применению интеллектуальных подходов, таких как нейросетевые технологии и нечеткая логика, которые позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять скрытые паттерны [1].

Одной из наиболее актуальных задач в области информационной безопасности является обнаружение аномалий в сетевом трафике. Аномальные паттерны могут свидетельствовать о попытках кибератаки или несанкционированного доступа к ресурсам системы [2]. Традиционные методы анализа часто не способны эффективно справляться с динамичными и неопределенными данными, что делает необходимым применение более адаптивных и мощных инструментов.

Данная работа посвящена разработке и описанию модели нейро-нечеткой системы, предназначенной для анализа временных рядов сетевого трафика. Модель использует возможности искусственной нейронной сети для обучения на исторических данных и фуззификацию [3] для учета неопределенности в данных, что позволяет повышать точность и эффективность обнаружения аномалий. В результате, данное исследование направлено на улучшение методов анализа сетевого трафика, что, в свою очередь, способствует повышению уровня защиты информационных систем.

Рассмотрим пример модели нейро-нечеткой системы для задачи обнаружения аномалий в сетевом трафике в системе обеспечения информационной безопасности.

#### 1. Постановка задачи

Цель модели — выявление аномалий в сетевом трафике для предотвращения кибератак и несанкционированного доступа. Входные данные — временные ряды, представляющие различные параметры сетевого трафика, такие как объем данных, число пакетов, время между пакетами, IP-адреса источников и другие параметры.

#### 2. Архитектура модели

Модель состоит из двух основных компонентов:

1. Искусственная нейронная сеть (ИНС) — для обработки входных данных и обучения на исторических данных сетевого трафика.
2. Нечеткая логика — для принятия решений на основе вывода ИНС и учета неопределенности данных.

#### Этап 1: Предобработка данных

1. Фуззификация: Входные данные (например, объем трафика, число пакетов) преобразуются в нечеткие множества. Например, объем трафика может быть описан нечеткими терминами, такими как "низкий", "средний", "высокий". Каждый параметр временного ряда преобразуется в несколько нечетких значений с соответствующими степенями принадлежности.

Фуззификация — это процесс преобразования входных данных в нечеткие множества. Рассмотрим параметр  $x$ , представляющий, например, объем сетевого трафика. Пусть он принимает значение  $x=750$  Мбит/с.

Фуззификация выполняется через функцию принадлежности  $\mu_A(x)$  для нечеткого множества  $A$  [4]. Например, если мы определяем объем трафика как "низкий", "средний" и "высокий", то функция принадлежности может быть задана как:

$$\mu^{\text{низкий}}(x) = \max\left(0, \frac{300 - x}{300 - 100}\right)$$

$$\mu^{\text{средний}}(x) = \max\left(0, \min\left(\frac{x - 100}{300 - 100}, \frac{700 - x}{700 - 300}\right)\right)$$

$$\mu^{\text{высокий}}(x) = \max\left(0, \frac{x - 500}{1000 - 500}\right)$$

Для  $x=750$ :

$$\mu^{\text{низкий}}(750) = 0$$

$$\mu^{\text{средний}}(750) = 0$$

$$\mu^{\text{высокий}}(750) = 0.5$$

Этап 2: Обработка данных ИНС

Обучение: Нейронная сеть обучается на исторических данных сетевого трафика, помеченных как "нормальные" или "аномальные" [5]. На этапе обучения ИНС учится распознавать паттерны, характерные для нормального и аномального трафика.

ИНС принимает фуззифицированные данные и выполняет обучение на исторических данных. Допустим, у нас есть нейронная сеть с одним скрытым слоем и сигмоидальной функцией активации:

$$z_j = \sum_{i=1}^n w_{ji}x_i + b_j$$

$$a_j = \sigma(z_j) = \frac{1}{1 + e^{-z_j}}$$

Выход ИНС: После обучения сеть начинает принимать текущие значения параметров временных рядов и выводит вероятность того, что данные откло-

няются от нормального поведения (например, 0.0 для нормального и 1.0 для аномального).

$$y_k = \sum_{j=1}^m w_{kj} a_j + b_k$$

Здесь:

$x_i$  — входные фуззифицированные данные.

$w_{ji}, w_{kj}$  — веса сети.

$b_j, b_k$  — смещения.

$z_j, a_j$  — взвешенная сумма и активация скрытого слоя соответственно.

$y_k$  — выход сети, представляющий вероятность отклонения от нормы.

Этап 3: Применение нечеткой логики

Формирование правил: На основе вывода ИНС создаются нечеткие правила [6]. Например:

Если вероятность отклонения от нормы, предсказанная ИНС, высокая, и объем трафика "высокий", то аномалия "серьезная".

Если вероятность отклонения от нормы средняя, и число пакетов "среднее", то аномалия "возможная".

Агрегация правил: Все нечеткие правила применяются к текущему состоянию системы, и результаты агрегации дают оценку уровня угрозы.

После получения выхода ИНС (например,  $y_k=0.85$  для вероятности отклонения), применяется нечеткая логика. Формируем правила типа:

*ЕСЛИ  $y_k$  высокий И объем трафика "высокий", ТО уровень угрозы "высокий"*

Это правило можно записать в форме функции принадлежности:

$$\mu_{\text{угроза}}(z) = \min(\mu_{\text{высокий}}(y_k), \mu_{\text{высокий}}(x))$$

Подставив значения:

$$\mu_{\text{угроза}}(z) = \min(0.85, 0.5) = 0.5$$

Это значение  $z^*$  будет конечной оценкой уровня угрозы.

Этап 4: Дефуззификация

Дефуззификация: На последнем этапе нечеткие выводы системы преобразуются в четкое значение, например, в оценку уровня угрозы от 0 до 100, где 0 — отсутствие угрозы, 100 — критическая угроза [7]. Это значение используется для принятия решений о дальнейших действиях (например, блокировка трафика, отправка уведомления администратору и т.д.).

Выводы

Этот пример показывает, как нейро-нечеткая система может быть применена для анализа временных рядов в информационной безопасности. Она ис-

пользует возможности ИНС для обучения и предсказания, а также гибкость нечеткой логики для учета неопределенности и принятия решений. Такая модель способна адаптироваться к изменениям в поведении системы и эффективно выявлять потенциальные угрозы, снижая риск кибератак.

### Список литературы

1. Демиденко В. В., Кузнецов С. В. Нейронные сети и нечеткая логика в информационной безопасности. Информационные технологии и вычислительные системы, 2021, 8(2), 45-52.
2. Иванов, П. А. Модели и методы анализа временных рядов в информационной безопасности. Безопасность информации, 2020, 6(3), 15-22.
3. Сидорова, Н. В. Использование нечетких систем для обнаружения аномалий в сетевом трафике. Системы и средства информатики, 2019. 29(4), 73-80.
4. Федоров, А. И., & Смирнова, Е. В.. Применение нейронных сетей для анализа данных в области кибербезопасности. Научные записки Тульского государственного университета, 14(1), 2022, 89-95.
- 5 Smith J. A., Johnson R. T. Neuro-Fuzzy Systems for Anomaly Detection in Cybersecurity. Journal of Information Security, 2021, 12(2), 134-145.
6. Brown, L. M. Time Series Analysis Techniques in Information Security. International Journal of Cyber Defense, 2020, 7(3), 22-29.
7. Williams K. R., Anderson, T. J. Fuzzy Logic Applications in Network Traffic Analysis. Computers & Security, 2019, 85, 75-82.

### References

1. Demidenko, V. V., & Kuznetsov, S. V. Neyronnye seti i nechetkaya logika v informatsionnoi bezopasnosti. Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy, 2021, 8(2), 45-52.
2. Ivanov, P. A. Modeli i metody analiza vremennykh ryadov v informatsionnoi bezopasnosti. Bezopasnost' informatsii, 2020, 6(3), 15-22.
3. Sidorova, N. V. Ispol'zovanie nechetkikh sistem dlya obnaruzheniya anomalij v setevom trafige. Sistemy i sredstva informatiki, 2019, 29(4), 73-80.
4. Fedorov, A. I., & Smirnova, E. V. Primenenie neyronnykh setey dlya analiza dannykh v oblasti kiberbezopasnosti. Nauchnye zapiski Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2022, 14(1), 89-95.
- 5 Smith, J. A., & Johnson, R. T. Neuro-Fuzzy Systems for Anomaly Detection in Cybersecurity. Journal of Information Security, 2021, 12(2), 134-145.
6. Brown, L. M. Time Series Analysis Techniques in Information Security. International Journal of Cyber Defense, 2020, 7(3), 22-29.
7. Williams, K. R., & Anderson, T. J. Fuzzy Logic Applications in Network Traffic Analysis. Computers & Security, 2019, 85, 75-82.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ**

С.М. Егоров<sup>1</sup>, А.А. Гусев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный), г. Тамбов

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные этапы применения нейронной сети для определения объектов в реальном времени. Рассматривается сфера применения компьютерного зрения, а также алгоритмы обработки информации.

Ключевые слова. Нейронная сеть, беспилотные летательные аппараты, искусственный интеллект, компьютерное зрение.

## **THE USE OF COMPUTER VISION FOR INFORMATION PROCESSING AND ANALYSIS**

S.M. Egorov<sup>1</sup>, A.A. Gusev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Interspecific Center for Training and Combat use of Electronic Warfare troops (training and testing), Tambov

Abstract. This article discusses the main stages of using a neural network to identify objects in real time. The scope of computer vision application is considered, as well as information processing algorithms.

Keywords. Neural network, unmanned aerial vehicles, artificial intelligence, computer vision.

Компьютерное зрение - это область компьютерных наук, которая использует искусственный интеллект и алгоритмы машинного обучения для обработки цифровых изображений и видео.

Это подгруппа искусственного интеллекта, которое фокусируется на предоставлении компьютерам способности понимать и интерпретировать визуальный мир. Алгоритмы компьютерного зрения могут использоваться для обнаружения объектов, идентификации лиц, распознавания шаблонов, классификации изображения, разделения их на значимые части и многое другое [1].

Компьютерное зрение широко используется во многих приложениях, таких как медицинская визуализация, робототехника, видеонаблюдение, распознавание лиц и дополненная реальность. В медицинской визуализации алгоритмы компьютерного зрения используются для обнаружения опухолей, диагностики заболеваний и измерения жизненно важных показателей. В робототехнике алгоритмы компьютерного зрения используются для распознавания объ-

ектов и обхода препятствий. При наблюдении алгоритмы компьютерного зрения используются для обнаружения подозрительных действий. В распознавании лиц алгоритмы компьютерного зрения используются для идентификации и классификации людей. В дополненной реальности алгоритмы компьютерного зрения используются для отображения виртуальных объектов в реальной среде.

Алгоритмы компьютерного зрения можно разделить на две категории:

#### **Алгоритмы низкого уровня.**

Он ориентирован на анализ пикселей изображения для обнаружения основных форм и закономерностей, таких как линии и кривые.

#### **Высокоуровневые алгоритмы.**

Он используется для идентификации объектов или распознавания сложных структур. Процесс компьютерного зрения обычно начинается с набора изображений или видео в качестве входных данных. Затем изображения или видео подвергаются предварительной обработке для улучшения качества данных. Потом следует извлечение объектов, которое включает в себя извлечение значимой информации из изображений или видео. Извлеченные функции используются для обучения алгоритмов компьютерного зрения.

Видеонаблюдение с замкнутым контуром является наиболее популярной формой видеонаблюдения, которая помогает контролировать действия, и поведение с различными сценами видно через камеры наблюдения с целью обнаружения объектов. Этот способ отображения также может использоваться для управления, направления или автоматического обнаружения проблем безопасности. Системы видеонаблюдения широко используются для обнаружения объектов в системах безопасности и видеонаблюдения. Камеры стратегически предназначены для наблюдения за такими зонами, как общественные места, аэропорты, банки, магазины и автостоянки [2].

Эти камеры регистрируют активность в определенной зоне и транслируют видеопоток на дисплеи на станции мониторинга или диспетчерской (рис. 1).



Рисунок 1 – Применение компьютерного зрения в видеонаблюдении с замкнутым контуром

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как дроны, представляют собой новую форму самолета или летательного аппарата, который не несет в себе пилота-человека. Они управляются с помощью наземной контрольной станции или автономно с использованием предварительно запрограммированных планов полетов и бортового компьютера, которые использу-

ются для аэрофотосъемки и видеосъемки. Беспилотные летательные аппараты приобрели значительную популярность и были применены в различных отраслях промышленности благодаря своей универсальности, маневренности и способности достигать труднодоступных или опасных зон. Беспилотные летательные аппараты играют жизненно важную роль в обнаружении.

С развитием технологий компьютерного зрения и бортовых сенсоров беспилотные летательные аппараты могут быть оснащены различными датчиками и камерами для обнаружения и идентификации объектов в режиме реального времени.

Вот некоторые примеры применения БПЛА в обнаружении объектов:

**Сельское хозяйство:**

Беспилотные летательные аппараты, оснащенные датчиками изображения, могут использоваться для сбора урожая мониторинга и управления. Они могут обнаружить болезни, вредители, дефицита питательных веществ и другие аномалии в посевах путем захвата изображения с высоким разрешением сельскохозяйственных полей. Затем к этим изображениям могут быть применены алгоритмы обнаружения объектов для идентификации конкретных объектов, представляющих интерес, таких как больные растения или сорняки.

**Мониторинг окружающей среды:** Беспилотные летательные аппараты могут использоваться для мониторинга и охраны окружающей среды. Они могут обнаруживать и отслеживать дикую природу, контролировать деятельность по вырубке лесов и выявлять изменения в экосистемах.

**Поисково-спасательные работы:** В поисково-спасательных операциях беспилотные летательные аппараты, оснащенные датчиками, могут помочь обнаружить и локализовать пропавших людей или объекты. Получая снимки больших площадей, алгоритмы обнаружения объектов могут быть использованы для более быстрой и эффективной идентификации людей или конкретных объектов, таких как спасательные жилеты или затонувшие объекты, чем традиционные наземные методы поиска.

**Городское планирование и надзор:** Беспилотные летательные аппараты могут помочь в городском планировании и наблюдении, делая аэрофотоснимки городов и поселков.

**Борьба со стихийными бедствиями:** Во время стихийных бедствий беспилотные летательные аппараты, оснащенные датчиками изображения, могут помочь оценить масштабы ущерба и определить области, требующие особого внимания. Методы обнаружения объектов могут применяться к изображениям, полученным с БПЛА, для идентификации и отслеживания конкретных животных или обнаружения незаконных действий, таких как браконьерство.

**Безопасность границ:** Беспилотные летательные аппараты могут играть жизненно важную роль в обеспечении безопасности границ, отслеживая незаконную деятельность, такую как контрабанда или несанкционированное пересечение границы. Камеры на беспилотных летательных аппаратах могут снимать изображения и видеозаписи приграничных регионов, а алгоритмы обнаружения объектов могут использоваться для идентификации подозрительных



объектов, транспортных средств или отдельных лиц для дальнейшего расследования [3].

Это всего лишь несколько примеров того, как методы получения изображений с БПЛА могут быть применены для обнаружения объектов в различных областях (рис. 2).



Рисунок 2 – Применение компьютерного зрения в различных сферах жизнедеятельности

### Список литературы

1. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / ред. Р. Дэвис, М. Терк; пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 690 с.
2. Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow. – СПб.: Питер, 2023. – 624 с. – (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).
3. Шилов О. Дроны, искусственный интеллект и нейросети // Системы безопасности security and safety [сайт]. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/drony-iskusstvennyj-intellekt-i-nejroseti> (дата обращения: 01.05.2024).

### References

1. Computer vision. Modern methods and prospects of development / ed. R. Davis, M. Turk; translated from the English by V. S. Yatsenkova. – M.: DMK Press, 2022. – 690 p.
2. Artificial intelligence and computer vision. Real projects in Python, Keras and TensorFlow. – St. Petersburg: St. Petersburg, 2023. – 624 p. (O'Reilly Bestsellers series).
3. Shilov O. Drones, artificial intelligence and neural networks // Security and safety systems: [website]. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/drony-iskusstvennyj-intellekt-i-nejroseti> (date of application: 05/01/2024).

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА НА 2030 ГОД**

В.И. Куницын, Т.П. Новикова, А.В. Шпинев

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Рассматриваются основные методы прогнозирования численности населения, включая методы экстраполяции тренда, анализ миграционных потоков и модели социально-экономического развития. Особое внимание уделяется учету динамики роста населения, миграционных процессов, демографических особенностей и влиянию социально-экономических факторов. Предлагается комплексный подход к прогнозированию численности населения Воронежа на 2030 год, который позволит учесть разнообразные факторы и способствует разработке точных прогнозов, необходимых для городского планирования, социальной политики и экономического развития.

Ключевые слова: численность населения, Воронеж, прогнозирование.

## **FORECASTING THE POPULATION OF VORONEZH CITY IN 2030**

V.I. Kunitsyn, T.P. Novikova, A.V. Spinev

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article is dedicated to forecasting the population of Voronezh city in 2030. The main methods of population forecasting are considered, including trend extrapolation methods, analysis of migration flows, and models of socio-economic development. Special attention is paid to accounting for population growth dynamics, migration processes, demographic characteristics, and the impact of socio-economic factors. A comprehensive approach to forecasting the population of Voronezh city in 2030 is proposed, which will allow for the consideration of various factors and contribute to the development of accurate forecasts necessary for urban planning, social policies, and economic development.

Keywords: population, Voronezh, forecasting.

Численность населения является важным показателем для городского планирования, социальной политики и экономического развития. В связи с этим, прогнозирование численности населения на будущие годы становится неотъемлемой задачей для городских властей и исследователей. В данной статье рассматривается прогнозирование численности населения города Воронежа на 2030 год, а также предлагается комплексный подход к этой задаче.

## Методы прогнозирования численности населения

В данной статье изучаются основные подходы к прогнозированию численности населения, которые учитывают разнообразные факторы и тенденции роста населения. Один из этих методов заключается в использовании экстраполяции тренда, который основан на анализе исторических данных о численности населения. Еще один подход включает анализ миграционных потоков, учитывающий влияние миграции на изменение численности населения. Также обсуждается применение моделей социально-экономического развития, которые учитывают влияние социально-экономических факторов на рост населения.

## Учет динамики роста населения и миграционных процессов

Особое внимание уделяется анализу динамики роста населения и миграционных процессов при прогнозировании численности населения города Воронежа. Рост населения можно анализировать с помощью различных моделей, включая логистическую и экспоненциальную. Миграционные процессы также оказывают значительное влияние на изменения в численности населения и должны быть учтены при составлении прогнозов.

## Учет демографических и социально-экономических факторов

При прогнозировании численности населения Воронежа важно учитывать, как демографические характеристики, так и социально-экономические условия. Ключевыми демографическими показателями являются возрастная структура, уровни рождаемости и смертности, а также миграция. Социально-экономические факторы, такие как занятость, уровень доходов, условия жизни и доступность различных услуг, также могут существенно влиять на рост или снижение численности населения.

Прогнозирование численности населения города Воронежа на 2030 год является важной задачей для городских властей и исследователей. В данной статье были рассмотрены основные методы прогнозирования, учет динамики роста населения и миграционных процессов, а также учет демографических особенностей и социально-экономических факторов. Автор предложил комплексный подход к прогнозированию численности населения Воронежа, который позволяет учесть разнообразные факторы и способствует разработке точных прогнозов. Эти прогнозы будут полезны для городского планирования, социальной политики и экономического развития Воронежа.

## Список литературы

1. Енин, А. Е. Динамика численности населения и особенности расселения Воронежской области / А. Е. Енин, А. В. Жидконожкина, Л. В. Морозова // Архитектурные исследования. – 2023. – № 4(36). – С. 80-89.
2. Жутаева, Е. Н. Прогнозирование демографической ситуации городских округов как фактор инновационного развития / Е. Н. Жутаева // Инновации в современном обществе: проблемы формирования и перспективы развития : Сборник научных статей по итогам междунар. науч.-практ.

конференции, Волгоград, 29–30 января 2023 года / под ред. И.Е. Бельских. – Волгоград: ООО "Волгоградское научное издательство", 2023. – С. 33-37.

3. Кузин, В. Ю. Пространственно-временные особенности демографического развития Воронежской области / В. Ю. Кузин // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2023. – № 4. – С. 116-125.

4. Захарова, Е. А. Эффективность деятельности органов местного самоуправления города Воронежа в оценках населения / Е. А. Захарова // Вестник Воронежского института экономики и социального управления. – 2023. – № 1. – С. 56-60.

5. Кущева, И.С. Проблемы ресурсосбережения с учетом специфики некоторых задач двумерного размещения / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.

### References

1. Enin, A. E. Dynamics of population size and settlement features of the Voronezh region / A. E. Enin, A. V. Zhidkonojkin, L. V. Morozova // Architectural Studies. – 2023. – No. 4(36). – P. 80-89.

2. Zhutaeva, E. N. Forecasting the demographic situation of urban districts as a factor of innovative development / E. N. Zhutaeva // Innovations in Modern Society: Formation Issues and Development Prospects : Collection of scientific articles based on the results of the international scientific and practical conference, Volgograd, January 29–30, 2023 / Edited by I.E. Belskih. – Volgograd: Limited Liability Company "Volgograd Scientific Publishing House", 2023. – P. 33-37.

3. Kuzin, V. Y. Spatio-temporal features of demographic development of the Voronezh region / V. Y. Kuzin // Bulletin of St. Petersburg University. Series 7. Geology. Geography. – 2023. – No. 4. – P. 116-125.

4. Zakharova, E. A. Efficiency of the activities of local self-government bodies of the city of Voronezh in population assessments / E. A. Zakharova // Bulletin of the Voronezh Institute of Economics and Social Management. – 2023. – No. 1. – P. 56-60.

5. Kushcheva, I.S. Problems of resource saving considering the specifics of some two-dimensional placement tasks / I.S. Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of Systems and Processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – P. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ОБЛАСТИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ**

А.О. Карташов, Я.А. Кузнецова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются основы такого явления, как системный анализ. Понятие кибербезопасности, значение в современном мире. Методы обеспечения безопасности в информационной сфере. В работе упоминаются основные методы применения системного анализа для выявления угроз кибербезопасности.

Ключевые слова: системный анализ, статистика, кибербезопасность.

## **APPLICATION OF SYSTEM ANALYSIS IN THE FIELD OF CYBERSECURITY.**

A.O. Kartashov, Y.A. Kuznetsova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper discusses the basics of such a phenomenon as system analysis. The concept of cybersecurity, its importance in the modern world. Methods of ensuring security in the information sphere. The paper mentions the main methods of applying system analysis to identify cybersecurity threats.

Keywords: system analysis, statistics, cybersecurity.

### **Введение**

В настоящее время желание организаций «идти в ногу со временем», не отставать от своих конкурентов, даже элементарно облегчить себе работу ведёт к использованию развивающихся информационных технологий. Безусловно, развитие IT-сферы и распространение интернета способствует ускорению работы во многих отраслях, однако, влечёт за собой ряд опасностей, о которых пользователь даже не задумывается. Кибербезопасность – неотъемлемая составляющая любого процесса разных областей, от мобильного пользования до бизнес-сферы.

Кибербезопасность – сфера деятельности, занимающаяся защитой компьютерных систем, сетей, программ и данных от киберугроз, включая хакерские атаки, вирусы, вредоносное программное обеспечение и другие цифровые угрозы. Понятие «кибербезопасность» следует отличать от информационной безопасности: часто они используются в качестве синонимов, но на самом деле под кибербезопасностью понимается защита от атак в киберпространстве. А

информационная безопасность занимается защитой данных, то есть информации, от любых форм угроз — цифровых или аналоговых. Год за годом в мире становится все больше угроз и происходит все больше утечек данных. Статистика шокирует: для исследования были взяты данные о совершённых и раскрытых интернет-преступлениях в России, результаты представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Рост интернет-преступности в России

Анализируя эти данные, можно прийти к выводу о том, что с конца десятих годов количество зарегистрированных преступлений неуклонно растет. Пиком является 2020 год, это можно связать с тем, что из-за пандемии многие люди перешли на дистанционный тип работы/учебы, что привело к активизации различных мошенников. Учитывая тот факт, что с 2013 по 2019 год число интернет-преступлений выросло в 25 раз, можно с уверенностью заявить, что в дальнейшем ситуация будет только ухудшаться. Такой вывод можно сделать, исходя из данных о расследованных преступлениях. Несмотря на положительную тенденцию, очевидно, что темпы сильно отстают от общего количества правонарушений.

Не утешают и данные об ущербе кибератак по всему миру, статистика представлена на рис. 2.



Рисунок 2 – Общий ущерб кибератак в мире

Как можно заметить, не только Россия сталкивается с данной проблемой. Например, ущерб от кибератак в США, Китае и Европе выше в 38, 37 и 12 раз соответственно. Данная статистика ярко показывает, что проблема кибербезопасности носит общемировой характер, затрагивая многие сферы человеческой деятельности. А с учетом того, что даже страны “третьего” мира активно интегрируются в “цифровое пространство”, можно предположить, что статистика будет расти на постоянной основе.

Но нельзя однозначно заявить, что подвижек к улучшению ситуации нет. Так в настоящее время специалисты из разных стран активно противостоят данному явлению. Для предотвращения и устранения уже произошедших атак разрабатываются огромное количество приёмов и средств. Также появляются способы анализировать потенциальные мошеннические операции, там самым предотвращать их еще до момента совершения. Далее более подробно рассмотрим один из таких способов.

#### Системный анализ в области кибербезопасности

Системный анализ представляет собой научную дисциплину, изучающую методы, принципы и средства исследования различных объектов. Список сфер для использования не ограничен, но, если говорить конкретно про кибербезопасность, то здесь системный анализ применяется для выяснения причин существующих неполадок, разработки методов их устранения, выявления потенциальных опасностей и предотвращения таковых.

Системный анализ имеет структуру и определённый порядок исполнения задач для достижения результата. Рассмотрим основные шаги, которые необхо-

димо предпринять при проведении системного анализа угроз кибербезопасности:

1. Определение и анализ проблемы – анализ причин возникновения проблемы, сбор всей информации, которая может быть полезна для установления причинно-следственных связей, в дальнейшем способствующих решению проблемы;
2. Разработка потенциальных решений проблемы – рассмотрение всех возможных выходов из ситуации, оценить плюсы и минусы каждого действия;
3. Оценка источников угроз безопасности информации и возможности реализации способов защиты;
4. Сопоставление возможных угроз и теоретических решений проблемы для выявления недоработок в алгоритме процесса;
5. Реализация сформированного плана решения проблемы, наблюдение его эффективности в течение некоторого времени.

#### Вывод

Таким образом, можно отметить, что системный анализ в области кибербезопасности является неотъемлемым компонентом. Его инструменты способствуют быстрому обнаружению предпосылок атаки, что в дальнейшем помогает уменьшить масштаб принесённого вреда и ущерба или вовсе предотвратить любые негативные последствия.

#### Список литературы

1. Русакова О. И., Головань С. А. Анализ кибербезопасности в контексте современных угроз // Управленческий учет. 2022. № 10–2. С. 496–504.
2. Анализ проблем обеспечения информационной безопасности в условиях современного общества / Д. Бразевич [и др.] // Открытый журнал социальных наук. №8, 2020. С. 231-241. DOI: 10.4236/jss.2020.82018.
3. Кокотюха, Э. В. Роль анализа данных в кибербезопасности / Э. В. Кокотюха, Дж. Кларк. // Юный ученый. – 2023. – № 5 (68). – С. 114-117. – URL: <https://moluch.ru/young/archive/68/3714/>.
4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
5. Модель индивидуально группового назначения доступа к иерархически организованным объектам критических информационных систем с использованием мобильных технологий / Е.А. Рогозин, В.А. Хвостов, В.В. Суханов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
6. Колотушкин, В.В. Моделирование защитных устройств для обеспечения безопасности технологических процессов с использованием взрывоопасных газов / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, С.Д. Николенко // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 28-35. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-28-35.



## References

1. Rusakova O. I., Golovan S. A. Analysis of cybersecurity in the context of modern threats // *Managerial accounting*. 2022. No. 10-2. pp. 496-504.
2. Analysis of the problems of ensuring information security in modern society / D. Brazevich [et al.] // *Open Journal of Social Sciences* - №8, 2020. - pp.231-241. DOI: 10.4236/jss.2020.82018.
3. Kokotyukha, E. V. The role of data analysis in cybersecurity / E. V. Kokotyukha, Jonathan Clark // *Young scientist*. – 2023. – № 5 (68). – Pp. 114-117. – URL: <https://moluch.ru/young/archive/68/3714/>.
4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // *Modeling of systems and processes*. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.
5. Model of individually group assignment of access to hierarchically organized objects of critical information systems using mobile technologies / E.A. Rogozin, V.A. Khvostov, V.V. Sukhanov [et al.]// *Modeling of systems and processes*. - 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.
6. Kolotushkin, V.V. Modeling of protective devices to ensure the safety of technological processes using explosive gases / V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, S.D. Nikolenko // *Modeling of systems and processes*. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 28-35. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-28-35.

## **ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЧЕЛОВЕКОМ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ, СОСТАВЛЕННЫХ ПО ПРАВИЛАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

А.С. Косарев, Л.А. Зубкова, В.Р. Роганов

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются особенности восприятия человеком трехмерных моделей в контексте их сложности, углового положения и ориентации. Приведены результаты анализа времени реакции на различные объекты, что подтверждает влияние упрощенных геометрических форм и стандартной ориентации на точность и скорость распознавания. Сделан вывод о необходимости создания упрощенных визуальных моделей для оптимизации восприятия в условиях виртуальной и дополненной реальности.

Ключевые слова: восприятие, трехмерные модели, сложность объекта, угол обзора, время реакции.

## **FEATURES OF HUMAN PERCEPTION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS COMPILED ACCORDING TO THE RULES OF COMPUTER GRAPHICS**

A.S. Kosarev, L.A. Zubkova, V.R. Roganov

Penza State Technological University

Abstract. The article examines the features of human perception of 3D models in the context of their complexity, angular positioning, and orientation. The analysis of reaction times to various objects is presented, confirming the influence of simplified geometric shapes and standard orientation on the accuracy and speed of recognition. The conclusion highlights the necessity of creating simplified visual models to optimize perception in the context of virtual and augmented reality.

Keywords: perception, 3D models, object complexity, viewing angle, reaction time.

Заметный рост вычислительных мощностей современных устройств обуславливает рост использования трехмерных моделей в различных сферах человеческой деятельности. Однако одновременно с возможностью увеличения сложности трехмерной графики в то же время встает вопрос о целесообразности повышенной детализации трехмерных объектов и их правильном положении в пространстве в случаях, когда наиболее важной характеристикой изображения является время распознавания человеком этого объекта [1,3,7]. Этот вопрос становится все более актуальной в контексте развития виртуальной и дополненной реальности, где правильное восприятие трехмерных объектов играет ключевую роль в создании убедительного пользовательского опыта. От этого

возникает необходимость глубокого понимания особенностей восприятия человеком трехмерных моделей [5,4,2].

Процесс восприятия трехмерных моделей зависит от множества факторов. Одним из ключевых является сложность объекта. Простые геометрические формы распознаются с точностью 96.4%, тогда как сложные объекты с множеством деталей – с точностью 91.9%.

Как показано на рис. 1, излишняя детализованность объекта, несмотря на его более сложное построение, приближенное к реальности, требует от человека больше времени для корректного распознавания, что свидетельствует о том, что обработка более простых визуальных образов требует меньшее количество когнитивных ресурсов и соответственно позволяет быстрее распознать объект и принять необходимое решение.

Также не менее важным фактором в распознавании объекта является угол обзора объекта [6]. Так как согласно теории множественных представлений мозг хранит лишь несколько взглядов на один и тот же объект, то при увеличении угла отклонения от стандартного снижается скорость восприятия объекта, так как мозгу необходимо дополнительно «провернуть изображение», чтобы сопоставить его с имеющимися данными.

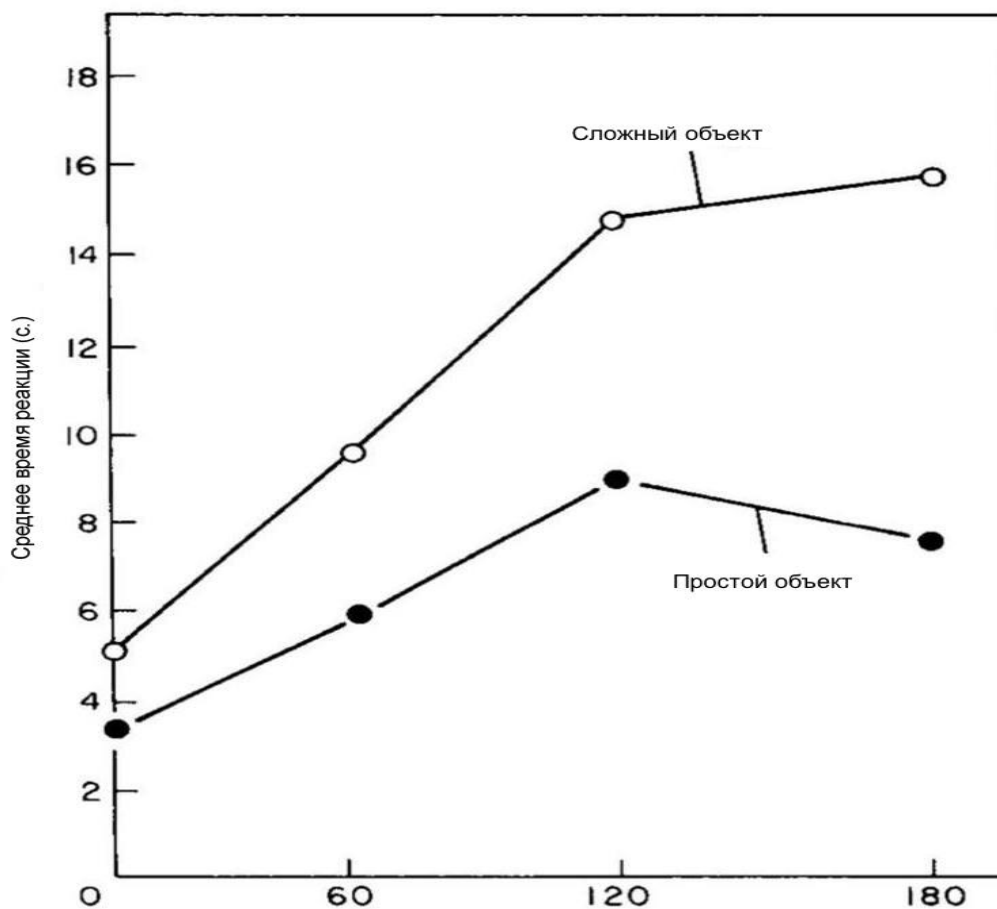


Рисунок 1 – Сравнение среднего времени реакции на простой и сложный объект при различных угловых отклонениях

Это подтверждается экспериментальными данными, где процент правильных ответов снижается с 99.1% при прямом обзоре до 90.0% при угле поворота 180 градусов. Как только угол отклонения приближается к следующему «сохраненному» изображению объекта, вырастает скорость распознавания объекта, что показано на рис. 2.

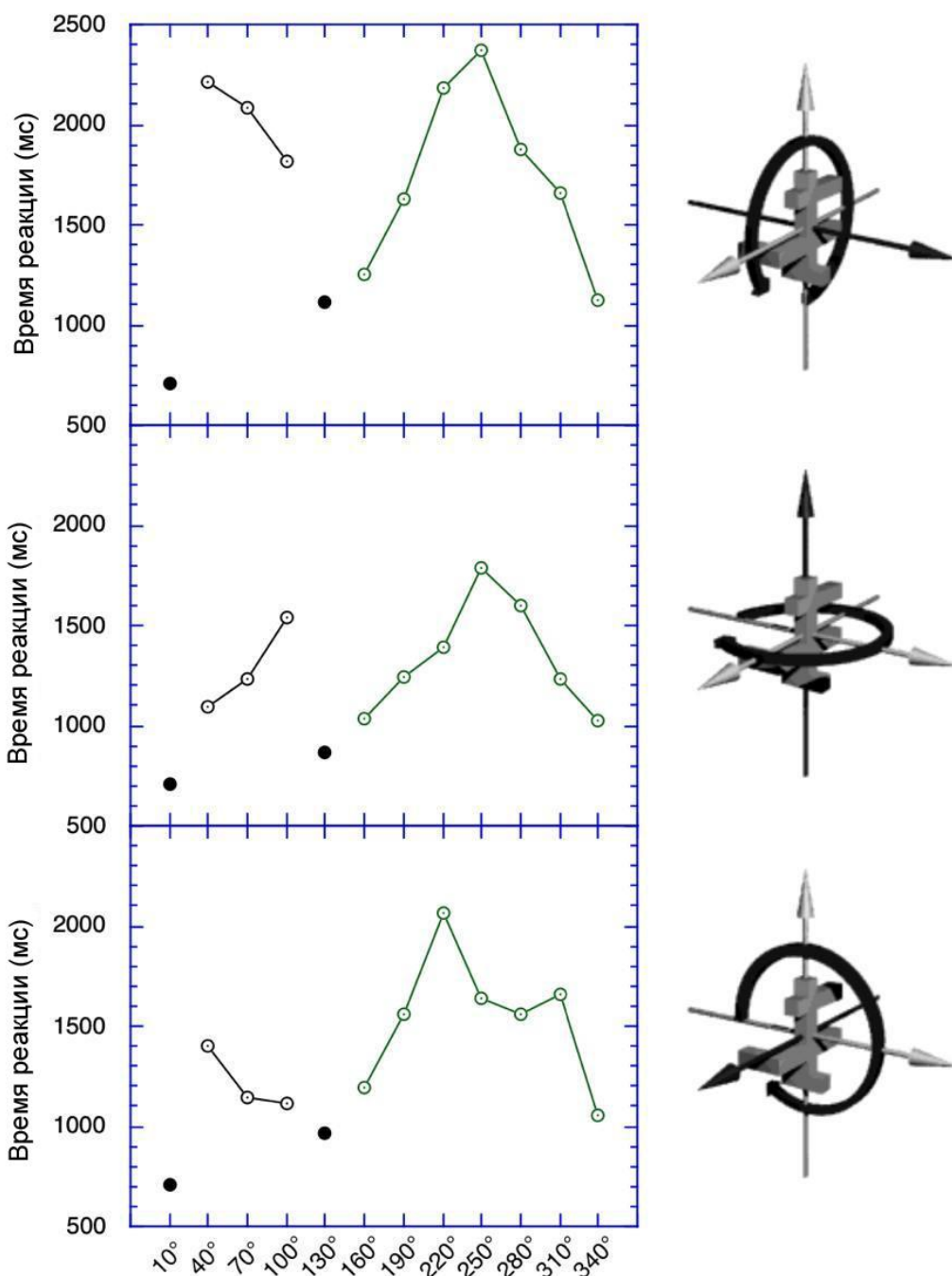


Рисунок 2 – Время реакции на объект при повороте по различным осям

Не менее важный фактор — это ориентация изображения, которая так же сильно влияет на восприятие трехмерных моделей. Объекты в стандартной ориентации воспринимаются легче и с точностью 94,9%, так как это соответствует привычному виду. Перевернутые или зеркальные изображения требуют

больше когнитивных усилий для обработки из-за чего и точность падает до 93,4%.

Проведенный выше анализ реакции человека на различные объекты в разном положении свидетельствует о том, что при распознавании схожих образов человек склонен «сравнивать» имеющееся изображение с доступными в памяти образами, что отражено в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты анализа реакции человека на изображение при различных условиях

Процент правильных и неправильных ответов при быстром рассмотрении объектов		
Переменная	Процент правильных данных	Процент неправильных данных
Общие данные	94,1	5,9
Относительная ориентация		
Стандартная	94,9	5,1
Зеркальная	93,4	6,4
Сложность объекта		
Простой	96,4	3,6
Сложный	91,9	8,1
Угол поворота		
0°	99,1	0,9
60°	96,4	3,6
120°	94,1	5,9
180°	90,0	10,0

Поэтому чем больше 3D представление объекта соответствует упрощенной модели в памяти человека, тем быстрее человек способен распознать объект и принять необходимое решение [9, 8].

#### Выводы

Таким образом, в условиях быстрого роста вычислительных мощностей, все еще будет актуальным создавать более упрощенные и приближенные к типичной визуализации изображения с целью оптимизации времени реакции и принятия решения и упрощения процесса восприятия человеком трехмерных моделей.

#### Список литературы

1. Гудкова, Е. А. Программно-технические и эргатические оптико-программно-технические системы синтеза 3D-моделей / Е. А. Гудкова // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2023. – Т. 1. – С. 324-327.
2. Особенности имитаторов авиационного тренажёра, синтезирующих для лётчика 3D-модели окружающего пространства в разном диапазоне световых

волн / В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова, А. Л. Ахмед, Х. Абдулвахаб // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". – 2023. – Т. 2. – С. 75-78.

3. Фролов, А. С., Кузьмина, Е. И. Основы 3D-моделирования: учебное пособие. – Москва: Юрайт, 2019. – 275 с.

4. Особенности формирования 3D-изображения для тренажёрных систем / М. В. Четвергова, Е. А. Гудкова, И. А. Крохин, А. Е. Савочкин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 2(62). – С. 20-25.

5. 3D системы, имитирующие визуально наблюдаемые объекты для тренировки глазомера человека / В. Р. Роганов, О. А. Кувшинова, Н. Есимова, Ю. Лавендел // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : Труды XXI Международной конференции. В 2-х томах, Самара, 03–06 сентября 2019 года / под ред. С.А. Никитова, Д.Е. Быкова, С.Ю. Боровика, Ю.Э. Плешивцевой. Том 1. – Самара: Общество с ограниченной ответственностью "Офорт", 2019. – С. 458-461.

6. Чжан Дж. Ю. и др. Восприятие пространственного расположения трехмерных человеческих объектов на основе одного изображения в дикой природе // Компьютерное зрение-ECCV 2020: 16-я Европейская конференция, Глазго, Великобритания, 23-28 августа 2020 г., Материалы, часть XII 16. – Международное издательство Springer, 2020. – С. 34-51.

7. Лю Ю. и др. (ред.). 3D-визуализация, анализ и приложения. – Берлин/Гейдельберг, Германия : Springer, 2020. – Т. 11.

8. Васильева Н.Н., Рожкова Г.И. Восприятие виртуальных стереообъектов: особенности взаимодействия зрительных механизмов и пространственные перцептивные эффекты // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 3. С. 79–90. DOI: 10.17759/exppsy.2021140306

9. Томас П. О'Коннелл, Тайлер Боннен, Йони Фридман, Аюш Тевари, Джош Б. Тененбаум, Винсент Ситцман, Нэнси Канвишер. Подход к восприятию трехмерной формы человеком с помощью нейронно отображаемых моделей // Общество Макса Планка, Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет. 22 августа 2023 г. С. 1-17.

## References

1. Zhang J. Y. et al. Perceiving 3d human-object spatial arrangements from a single image in the wild //Computer Vision–ECCV 2020: 16th European Conference, Glasgow, UK, August 23–28, 2020, Proceedings, Part XII 16. – Springer International Publishing, 2020. – С. 34-51.

2. Liu Y. et al. (ed.). 3D imaging, analysis and applications. – Berlin/Heidelberg, Germany : Springer, 2020. – Т. 11.

3. Gudkova, E. A. Software-technical and ergonomic optical-software-technical systems for the synthesis of 3D models / E. A. Gudkova // Proceedings of the international Symposium "Reliability and Quality". - 2023. – Vol. 1. – pp. 324-327.

4. Features of flight simulator synthesizing 3D models of the surrounding space for the pilot in a different range of light waves / V. R. Roganov,

O. A. Kuvshinova, A. L. Ahmed, H. Abdulvahab // Proceedings of the international symposium "Reliability and Quality". - 2023. – vol. 2. – pp. 75-78.

5. Frolov, A. S., Kuzmina, E. I. Fundamentals of 3D modeling: a teaching tool. – Moscow: Yurait, 2019. – 275 p.

6. Features of 3D image formation for simulator systems / M. V. Chetvergova, E. A. Gudkova, I. A. Krokhin, A. E. Savochkin // XXI century: results of the past and problems of the present plus. – 2023. – Vol. 12, No. 2(62). – pp. 20-25.

7. 3D systems imitating visually observed objects for the training of the human eye / V. R. Roganov, O. A. Kuvshinova, N. Yessimova, Yu. La-wendel // Problems of management.

8. Vasilyeva N.N., Rozhkova G.I. Perception of virtual stereo objects: features of interaction of visual mechanisms and spatial perceptual effects // Experimental psychology. 2021. Volume 14. No. 3. pp. 79-90. DOI: 10.17759.

9. Thomas P. O'Connell, Tyler Bonnen, Yoni Friedman, Ayush Tewari, Josh B. Tenenbaum, Vincent Sitzmann, Nancy Kanwisher. Approaching human 3D shape perception with neurally mappable models // Max Planck Society, Massachusetts Institute of Technology, Stanford University. 22 Aug 2023 C. 1–17.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЙ БЛОКЧЕЙН-СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКОВСКИХ ПРОЦЕССОВ**

А.А. Кривоногов<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>, Р.В. Дорошенко<sup>3</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

<sup>3</sup>ООО «Региональные Системы Комплексной Безопасности»

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассмотрено применение марковских процессов для оценки состояний блокчейн-системы. Определены особенности использования модели марковского процесса в контексте определения множества возможных состояний блокчейн-системы, а также выявляются ключевые аспекты надежности и устойчивости ее функционирования. Проведена апробация предложенного подхода путем моделирования и определения состояний блокчейн-системы Ethereum при реализации деструктивных воздействий за счет вызова дефекта повторного входа.

Ключевые слова: смарт-контракты, моделирование деструктивных воздействий, граф переходов состояний, модель марковского процесса, метода противодействия.

## **ASSESSING STATES OF BLOCKCHAIN SYSTEM USING MARKOV PROCESSES**

A.A. Krivonogov<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>, R.V. Doroshenko<sup>3</sup>, Yu. Yu. Gromov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Moscow Polytechnic University

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University

<sup>3</sup>LLC "Regional Systems of Comprehensive Security"

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Educational Institution Tambov State Technical University

Abstract. The article considers the application of Markov processes to assess the states of a blockchain system. The peculiarities of using the Markov process model in the context of determining the set of possible states of the blockchain system are defined, and the key aspects of reliability and stability of its functioning are identified. The proposed approach is tested by modeling and determining the states of the Ethereum blockchain system when destructive influences are implemented by calling a reentrancy defect.

Keywords: smart contracts, modeling of destructive influences, state transition graph, Markov process model, countermeasure methods.

В современном мире технологий, блокчейн-системы и смарт-контракты становятся все более перспективными инструментами для различных сфер дея-



тельности. Смарт-контракты обеспечивают прозрачность, надежность и автоматизацию различных процессов, таких как управление активами, проведение голосований, управление цепочками поставок, регистрация интеллектуальной собственности и другие транзакции [1]. Однако для их успешного функционирования необходимо обеспечить надежность и устойчивость блокчейн-системы, которая должна быть способна выдерживать различные нагрузки и деструктивные воздействия со стороны злоумышленников, включая кибератаки и другие формы вмешательства, чтобы гарантировать непрерывность и целостность транзакций [2].

В этом контексте применение марковских процессов является ключевым инструментом и может быть использован в качестве подхода для обеспечения надежности функционирования и оценки состояний блокчейн-системы. Марковские процессы позволяют моделировать и анализировать поведение системы в различных условиях, включая вероятность возникновения ошибок, время восстановления после сбоев и общую стабильность блокчейн-системы [6]. Использование такого математического метода позволяет удобно описывать появление случайных событий в виде вероятностей переходов из одного состояния системы в другое, поскольку считается, что при переходе из одного состояния в другое система не учитывает обстоятельства того, как она попала в него [4, 7].

Для инициирования процесса моделирования состояний блокчейн-системы в качестве исходных данных следует определить три множества, описывающие модель блокчейн-системы с точки зрения возможной реализации деструктивных воздействий [5]:

- множество дефектов, характерных для блокчейн-системы и функционирующих в рамках нее смарт-контрактов:  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ , где  $n \in \mathbb{N}$ ;
- множество деструктивных воздействий, характерных для блокчейн-системы и функционирующих в рамках нее смарт-контрактов:  $Th = \{th_1, th_2, \dots, th_z\}$ , где  $z \in \mathbb{N}$ ;
- множество действий злоумышленника, реализующие деструктивные воздействия на блокчейн-систему и функционирующие в рамках нее смарт-контракты:  $Int = \{int_1, int_2, \dots, int_k\}$ , где  $k \in \mathbb{N}$ .

Поскольку время  $T = \{t_m\}$ , где  $m = \overline{1, \infty}$ , то такая последовательность является марковской цепью. Если для каждого шага вероятность перехода блокчейн-системы и функционирующих в рамках нее смарт-контрактов из любого состояния  $S_i$  в любое состояние  $S_j$  не зависит от того, когда и как она попала в состояние  $S_j$ , то состояние является случайным и характеризуется вероятностью  $P_{ij}$  [3]. Также необходимо представить множество состояний системы  $S = \{S_j\}$ , где  $j = \overline{1, \infty}$ .

Модель марковского процесса представляется в виде графа, в котором состояния (или вершины) связаны между собой связями (т.е. переходами из одного состояния в другое) [4, 5]. В конкретный момент времени система переходит в одно из состояний из множества  $S$ . Каждый переход характеризуется вероятностью перехода  $P_{ij}$ , которая показывает, как часто после попадания в  $i$ -е состояние осуществляется переход в  $j$ -е состояние. При этом для каждого состоя-

ния сумма вероятностей всех переходов из него в другие состояния должна быть всегда равна 1. Пример графа переходов состояний при реализации деструктивных воздействий за счет вызова дефекта отказа в обслуживании с ограничением газа в блоке (или DoS with block gas limit) приведен на рис. 1.



Рисунок 1 – Пример графа переходов состояний блокчейн-системы

В соответствии с рисунком 1 и по результатам анализа исходных данных о дефекте определено множество возможных состояний  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_6\}$ , где:  $S_1$  – первоначальное состояние блокчейн-системы, в рамках которой корректно функционирует смарт-контракт, а сама система обрабатывает все возникающие в ней исключения,  $S_2$  – увеличение лимита газа в блоках, созданных злоумышленником,  $S_3$  – медленная обработка блоков блокчейн-системы (нагрузка сети),  $S_4$  – реализация двойного расходования,  $S_5$  – снижение общей производительности и возникновение сбоев в блокчейн-системе,  $S_6$  – отказ в обслуживании блокчейн-системы в целом.

Так, в случае, если блокчейн-система переходит из первоначального состояния в промежуточные, а затем возвращается в исходное состояние, то это свидетельствует о том, что в блокчейн-системе корректно настроены механизмы защиты. В противном случае при реализации деструктивных воздействий со стороны злоумышленника система не вернется в исходное состояние, вследствие чего потребуются внесение соответствующих изменений как в смарт-контракт, так и в блокчейн-систему, что, в некоторых случаях, может привести к разветвлению цепочек блоков и их последующей параллельной работе (или форку системы).

С целью апробации предложенного подхода в рамках статьи осуществлено моделирование деструктивных воздействий на блокчейн-систему Ethereum при реализации дефекта повторного входа. Дефект повторного входа является наиболее часто реализуемым в смарт-контрактах в блокчейн-системах на основе Ethereum. На основании анализа дефекта повторного входа определено множество возможных состояний блокчейн-системы Ethereum  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_6\}$ , где:  $S_1$  – первоначальное состояние блокчейн-системы, в рамках которой корректно функционирует смарт-контракт, а сама система обрабатывает все возникающие в ней исключения,  $S_2$  – блокирование взаимодействия пользователей со смарт-контрактом,  $S_3$  – разрушение отдельных управляющих блоков блокчейн-системы,  $S_4$  – блокирование цифровых активов в смарт-контракте,  $S_5$  – кража цифровых активов из смарт-контракта,  $S_6$  – отказ в обслуживании блокчейн-системы в целом.

Состояния блокчейн-системы  $S_2, \dots, S_6$  характеризуют действия злоумышленника. Учитывая тот факт, что организационно-технические возможности злоумышленника заранее не известны, то в качестве распределения времени пребывания в том или ином состоянии целесообразным является использование равномерного распределения. Граф переходов состояний с вероятностями переходов блокчейн-системы из одного состояния в другое при реализации деструктивных воздействий за счет вызова дефекта повторного входа приведен на рис. 2.

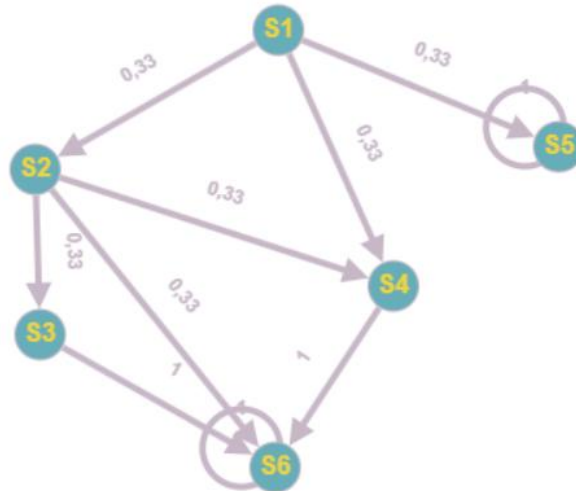


Рисунок 2 – Граф переходов состояний блокчейн-системы при реализации дефекта повторного входа

Для определения возможности перехода блокчейн-системы в исходное состояние  $S_1$  необходимо определить множество мер и методов противодействия  $Pr = \{pr_1, \dots, pr_n\}$ , где:  $pr_1$  – применение автоматизированных средств анализа для определения смарт-контракта с функцией  $call.value()$  и использование вместо нее функций  $send()$  или  $transfer()$ ;  $pr_2$  – использование в блокчейн-системе узлов в режиме «холодного» резервирования для их экстренного поднятия в целях распределения нагрузки на систему в случае большого числа вредоносных запросов;  $pr_3$  – вызов функции  $selfdestruct()$  для прекращения функционирования целевого смарт-контракта в блокчейн-системе. Граф переходов состояний при реализации деструктивных воздействий за счет вызова дефекта повторного входа с применяемыми мерами и методами противодействия приведен на рис. 3.

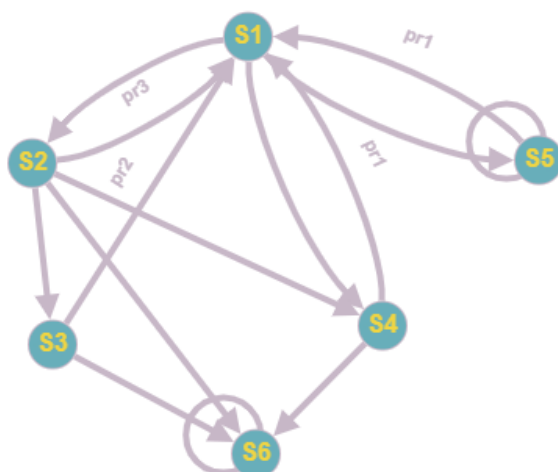


Рисунок 3 – Граф переходов состояний при реализации дефекта повторного входа с применяемыми мерами и методами противодействия

Из рис. 3 видно, что в некоторых случаях при реализации мер и методов противодействия блокчейн-система возвращается в исходное состояние  $S_1$ . При этом чем глубже злоумышленник преодолевает каждое из состояний системы  $S$ , тем, как правило, меры и методы противодействия становятся более трудными и нетривиальными в реализации.

По результатам анализа построенных графов переходов состояний при реализации дефекта повторного входа необходимым является определение наиболее вероятных цепочек переходов состояний для возможности формулирования дополнительных рекомендаций по улучшению как смарт-контракта, так и блокчейн-системы. На рис. 4 приведены наиболее вероятные цепочки переходов состояний блокчейн-системы при реализации дефекта повторного входа.

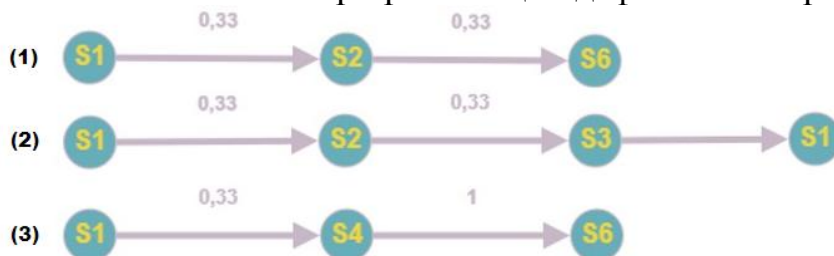


Рисунок 4 – Наиболее вероятные цепочки переходов состояний при реализации дефекта повторного входа

Из рис. 4 очевидно, что только цепочка (2) позволяет блокчейн-системе вернуться в исходное состояние, а для цепочек (1) и (3) потребуется формирование дополнительных рекомендаций.

### Выводы

Использование предлагаемого подхода позволяет получить граф и цепочки переходов для различных состояний блокчейн-системы при реализации деструктивных воздействий за счет вызова дефекта со стороны злоумышленника, что в конечном итоге позволит учесть все недостатки и разработать устойчивый смарт-контракт, тем самым обеспечивая неизменяемость и целостность той

блокчейн-системы, в рамках которой он осуществляет свое функционирование. Кроме того, результаты исследования позволят разработать более эффективные механизмы защиты и поддержки функционирования блокчейн-системы, повысить ее устойчивость к различным видам деструктивных воздействий, а также оптимизировать процессы по восстановлению после сбоев.

### Список литературы

1. Репин М.М., Кривоногов А.А. Проблемы обеспечения информационной безопасности смарт-контрактов в системах на основе технологии распределенных реестров. – М.: ООО «Издательство ТРИУМФ», 2020. – 115 с.

2. Кривоногов А.А., Репин М.М., Федоров Н.В. Методика анализа уязвимостей и определения уровня безопасности смарт-контрактов при размещении в системах распределенных реестров // Вопросы кибербезопасности. – 2020. – №4(38). – С. 56-65.

3. Цырульник В.Ф., Магазев А.А. Применение одной марковской модели безопасности для повышения надежности и выбора оптимальной конфигурации // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2019. № 1(6) – С. 25-32.

4. Щеглов К.А., Щеглов А.Ю. Марковские модели угрозы безопасности информационной системы // Приборостроение. 2015. Т. 58, №12. – С. 957-965.

5. Горохова В. Ф. Оптимизация выбора средств защиты от атак с использованием поглощающих марковских цепей // Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование: сб. тр. по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. Т. 1. 2022. – С. 126-134.

6. Токарев В.Л. Скрытые марковские модели в задаче обнаружения атак на компьютерные сети // Чебышевский сборник. 2021. №5 (81). – С. 391-399.

7. Корниенко А. А., Никитин А. Б., Диасамидзе С. В., Кузьменкова Е. Ю. Моделирование компьютерных атак на распределенную информационную систему // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2018. №4. – С. 613-626.

### References

1. Repin M.M., Krivonogov A.A. Problems of information security of smart contracts in systems based on distributed registers technology. – M.: LLC «Publishing house TRIUMF», 2020. – 115 p.

2. Krivonogov A.A., Repin M.M., Fedorov N.V. Methodology for analyzing vulnerabilities and determining the security level of smart contracts when placed in distributed registry systems // Cyber security issues. – 2020. – pp. 56-65.

3. Tsyruльник, V.F., Magazev, A.A. Application of one Markov hazard-free model for reliability improvement and optimal configuration selection // Applied Mathematics and Fundamental Informatics. 2019. № 1(6) – pp. 25-32.

4. Shcheglov K.A., Shcheglov A.Yu. Markov models of the security threat of the information system // Instrumentation. 2015. Т. 58, №12. – pp. 957-965.

5. Gorokhova V. F. Optimization of the choice of means of protection against attacks using absorbing Markov chains // Control Systems, Information Technologies and Mathematical Modeling: proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation: in 2 vol. T. 1. 2022. – pp. 126-134.

6. Tokarev, V.L. Hidden Markov models in the task of detecting attacks on computer networks // Chebyshev Collection. 2021. №5 (81). – pp. 391-399.

7. Kornienko A. A., Nikitin A. B., Diasamidze S. V., Kuzmenkova E. Yu. Modeling of computer attacks on distributed information system // Izvestiya of St. Petersburg University of Railway Engineering. 2018. №4. – pp. 613-626.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ АГРОХОЛДИНГА**

В.А. Лукин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем в области логистики, которые обеспечивают оптимальное управление распределительными и логистическими центрами. Предложено моделирование собственной системы согласно методологии семейства ICAM и моделирование необходимой базы данных (модель «сущность-связь»).

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

## **INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING OF AGRICULTURAL HOLDING ACREAGE**

V.A. Lukin

Tambov State Technical University

Abstract. The article presents the results of the analysis of existing information systems in the field of logistics, which provide optimal management of distribution and logistics centers. It is proposed to model its own system according to the ICAM family methodology and to model the necessary database (the entity-relationship model).

Keywords: management, information system, modeling, database.

Под агрохолдингами мы понимаем такое объединение нескольких предприятий, принадлежащих в совокупности одному владельцу (одному физическому или одному юридическому лицу), среди которых есть несколько корпоративных сельскохозяйственных предприятий. В силу принадлежности одному физическому или юридическому лицу-владельцу предприятия агрохолдинга находятся под единым управлением [Ш;Э].

В современном бизнесе понятие «бизнес-процесс» играет важную роль, особенно в сфере агрохолдингов. Бизнес-процесс — это последовательность взаимосвязанных действий, которые выполняются с целью достижения определенного результата и создания ценности для клиентов или потребителей. Важно понимать, что бизнес-процессы являются неотъемлемой частью деятельности агрохолдинга, определяют его эффективность и конкурентоспособность [В].

Оптимизация бизнес-процессов в агрохолдинге позволяет повысить его эффективность и производительность. Например, автоматизация и внедрение

новых технологий в производственные процессы позволяет снизить затраты на рабочую силу, значительно увеличить выход продукции и повысить качество.

Бизнес-процесс учета посевных площадей является самым главным в списке процессов агрохолдинга. Он включает в себя как учет принадлежности к определенному хозяйству, изменение площади, путем добавления дополнительного участка, но самое главное – можно отслеживать процессы засеивания культур на поля, как в рамках одного года, так и на протяжении нескольких лет.

Построим модели AS IS (рис. 1) и TO BE (рис. 2) данного бизнес-процесса, чтобы посмотреть, как изменится процесс учета посевных площадей после внедрения информационной системы.

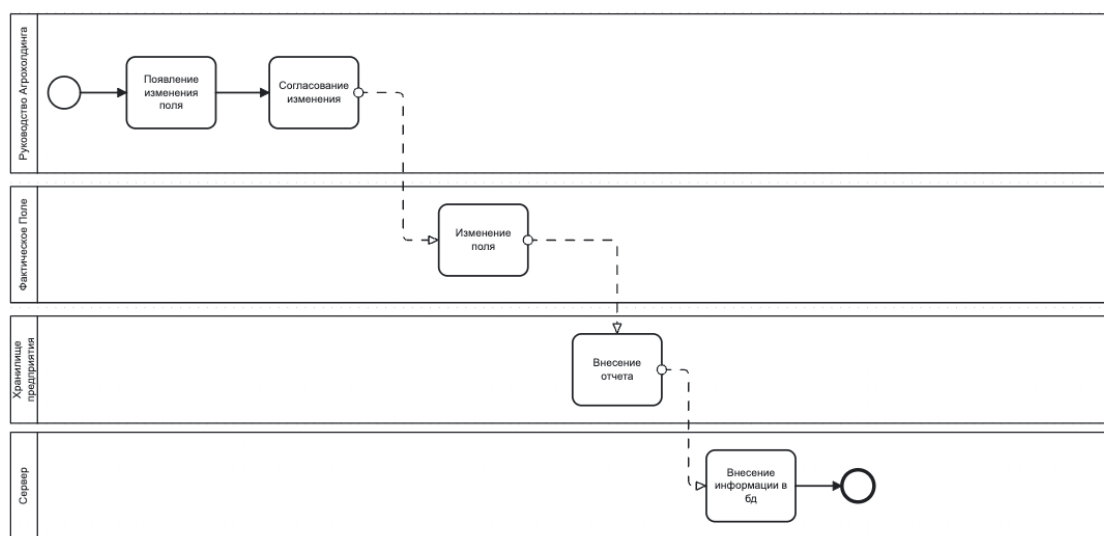


Рисунок 1 – Модель AS IS бизнес процесса «учет посевных площадей»

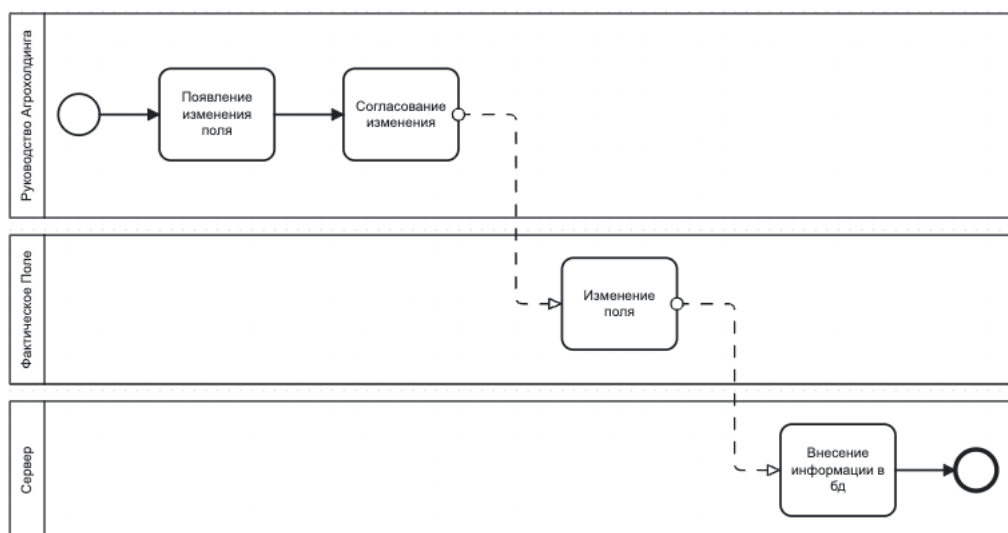


Рисунок 2 - Модель TO BE бизнес процесса «учет посевных площадей»

Сравнивая данные модели BPMN первое, что бросается в глаза, так это отсутствие пула «Хранилище предприятия» на модели TO BE, это происходит по причине того, что с информационной системой пропадает потребность хранения актов об изменении полей на сторонних носителях, которые подвержены влиянию человеческого фактора.



UML - стандартизированное средство для разработки и анализа ПО. Case-инструменты поддерживают работу с UML-диаграммами, но не обеспечивают интеллектуальный анализ. UML может содержать избыточность и противоречия [Г].

Диаграммы классов UML используются для:

1. Моделирования данных
2. Представления архитектуры ПС
3. Моделирования навигации экранов
4. Моделирования логики компонентов и обработки данных

Класс пользователя (рис. 3) информационной системы включает:

- Идентификатор
- Имя пользователя
- JWT-ключ безопасности
- Флаг доступа к мобильному приложению. Флаг доступа проверяется при аутентификации и авторизации пользователя.

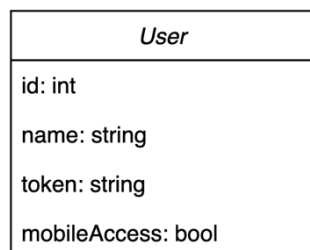


Рисунок 3 – Диаграмма класса пользователя

Суть агрохолдингов заключается в том, что они объединяют в себе несколько предприятий, которые работают под одним началом.

Именно поэтому следует описать модель предприятия (партнера) (рис. 4). Структура класса является достаточно простой, присутствует идентификатор, название предприятия и его номер по списку, чтобы можно было отображать список хозяйств в нужном порядке.

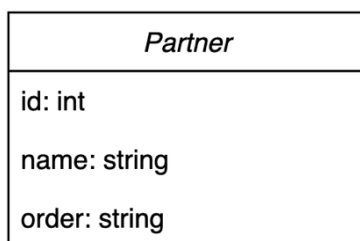


Рисунок 4 – Диаграмма класса хозяйства

У агрохолдингов поставки осуществляются поставщиками (рис. 5). Они могут поставлять культуры или удобрения. Для мобильного приложения необходимо хранение и отображение поставщиков. У модели есть идентификатор и название поставщика.

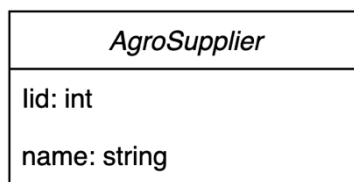


Рисунок 5 – Диаграмма класса поставщика

При работе с фактическими полями требуется указывать культуру, которая посажена на поле, именно поэтому требуется модель агрокультур (рис. 6). Как и у всех моделей, получаемых из базы данных, присутствует поле идентификатора, так же, для отображения используется название культуры. Все культуры (их назначение, сорт и так далее) присутствуют как отдельная культура и является данным классом.

Для удобной работы присутствует поле `parentId` которое отвечает родителю культуры. Так, например, есть два объекта `{'id': 123, 'name': 'Столовая', 'parentId': 1}` и `{'id': 1, 'name': 'Морковь', 'parentId': null}` исходя из чего мы можем сделать вывод что культура с `id=123` на самом деле является «Морковь Столовая». Такая логика необходима для того, чтобы пользователю было удобнее выбирать нужную культуру. Сначала он выбирает культуру «Морковь», далее ему предлагаются записи только для данной культуры.

Поле `SeedsType` отвечает за тип посадки культуры, необходима для проверки условий при засеивании поля.

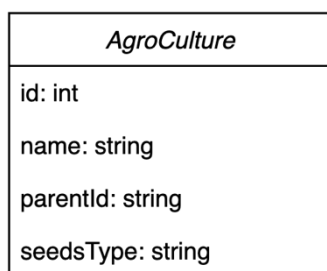


Рисунок 6 – Диаграмма класса культур

Рассмотрим последние модели, необходимые для того, чтобы составить диаграмму класса основной модели приложения – Поле. У каждого фактического поля, засеянного культурой, должна присутствовать «Культура на поле» (рис. 7), которая отвечает за саму культуру, поле, на котором оно посажено, поставщика культуры, время посадки, время уборки и дату создания записи о назначении этой связи.

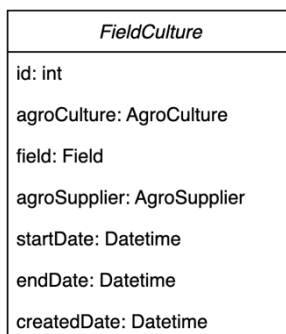


Рисунок 7 – Диаграмма класса культуры на поле

Приступим к описанию основополагающей модели всего приложения – модель Поля (рис. 8). Поле, как объект агрономии никуда не исчезает со временем, кроме редких исключений. Поэтому следует вести учет полей в каждом году, чтобы была ретроспектива, можно было делать севооборот и т.д. По этой причине у модели присутствует идентификатор самого поля, `id`, поле записи (из истории изменения всех полей) – `logId`, а также год – `year`. Поле может принадлежать одному владельцу, и быть в использовании другого (поля `Partner` и `UsingByPartner`). Так же бывают разные типы полей – фактические, кадастровые, залежи, мелиорация. За принадлежность поля к типу отвечает свойство `layerId`.

Для отображения поля и понимания его границ используются координаты. Поле `coordinates` отвечает за координаты полигона поля по периметру, в то время как свойство `holes` содержит в себе список «неудобий» на поле, где фактически нельзя сажать культуру (может быть столб линии электропередач, яма, небольшой прудик).

У поля есть идентификатор для агрономов или управленцев – `externalName`, подпись `geoNote` в основном используется для мелиорации.

Размер по документам и фактический размер может отличаться. По этой причине присутствует разделение этих размеров на `agroSize` и `calculatedArea` (которая рассчитывается сторонними сервисами по координатам и неудобьям).

Также в модели поля следует хранить текущую культуру на поле.

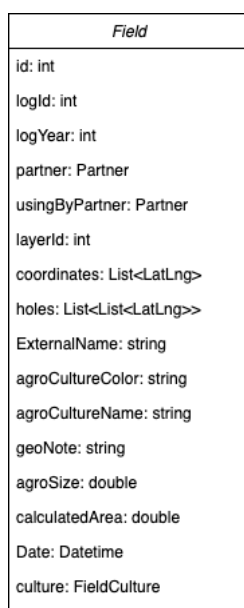


Рисунок 8 – Диаграмма класса поля

Разработанная информационная система учета посевных площадей агрохолдинга создана оптимизировать бизнес-процесс «учет посевных площадей». Сравнение моделей AS IS и TO BE демонстрирует ожидаемые улучшения в эффективности работы, а созданные UML-диаграммы классов обеспечивают четкую структуру данных для реализации системы. Внедрение этой системы позволит агрохолдингу более эффективно управлять земельными ресурсами, что может привести к повышению общей продуктивности предприятия.

### Список литературы

1. Волков К.В. Современный реинжиниринг // Менеджмент в России и за рубежом. 2002. №4. С. 49-52.
2. Грибанова-Подкина, М. Ю. Построение модели угроз информационной безопасности информационной системы с использованием методологии объектно-ориентированного проектирования / М. Ю. Грибанова-Подкина // Вопросы безопасности. – 2017. – № 2. – С. 25-34.
3. Шагайда Н. Характеристика агрохолдингов и их роль в сельском хозяйстве // Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации: URL: <https://www.ranepa.ru/sobytiya/novosti/rol-agroholdingov-v-rossijskom-selskom-hozyajstve>.
4. Эпштейн Д.Б. Причины и особенности развития российских агрохолдингов, плюсы и минусы для сельхозпредприятий // Киберленинка: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-i-osobennosti-razvitiya-rossijskih-agroholdingov-plyusy-i-minusy-dlya-selhozpredpriyatij/viewer>.

### References

1. Volkov K.V. Modern reengineering // Management in Russia and abroad. 2002. No.4. pp. 49-52.
2. Gribanova-Podkina, M. Yu. Building a model of threats to information security of an information system using the methodology of object-oriented design / M. Yu. Gribanova-Podkina // Security issues. - 2017. – No. 2. – pp. 25-34.
3. Shagaida N. Characteristics of agricultural holdings and their role in agriculture // Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation: URL: <https://www.ranepa.ru/sobytiya/novosti/rol-agroholdingov-v-rossijskom-selskom-hozyajstve> .
4. Epstein D.B. The reasons and features of the development of Russian agricultural holdings, pros and cons for agricultural enterprises // Cyberleninka: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-i-osobennosti-razvitiya-rossijskih-agroholdingov-plyusy-i-minusy-dlya-selhozpredpriyatij/viewer>.

## **КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ФЬЮЧЕРСНОЙ ТОРГОВЛИ КРИПТОВАЛЮТОЙ В РОССИИ**

С.А. Лемза, В.И. Анциферова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В настоящей статье рассматривается актуальная проблематика налогообложения фьючерсной торговли криптовалютой в России и предлагается разработка специализированной платформы для эффективного учета и взимания налоговых обязательств. Проводится анализ существующего законодательства, выявляются пробелы и противоречия в регулировании данной сферы. Делается акцент на важности создания прозрачной и удобной системы налогообложения для участников финансового рынка. Также предлагается техническое решение в виде платформы, способной автоматизировать процессы учета и отчетности, что сделает взимание налогов более эффективным и прозрачным.

Ключевые слова: информационная система, криптовалюта, фьючерсная торговля, налогообложение, регулирование.

## **DEVELOPMENT OF A PLATFORM FOR TAXATION OF CRYPTOCURRENCY FUTURES TRADING IN RUSSIA**

S.A. Lemza, V.I. Antsiferova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article considers the actual problematics of taxation of cryptocurrency futures trading in Russia and proposes the development of a specialised platform for effective accounting and collection of tax liabilities. The existing legislation is analysed, gaps and contradictions in the regulation of this sphere are revealed. Emphasis is placed on the importance of creating a transparent and convenient taxation system for financial market participants. A technical solution in the form of a platform capable of automating accounting and reporting processes, which will make tax collection more efficient and transparent, is proposed.

Keywords: information system, cryptocurrency, futures trading, taxation, regulation.

В условиях стремительного развития цифровой экономики и растущей популярности криптовалютных операций, вопрос их налогообложения приобретает особую актуальность. Российское законодательство в сфере регулирования криптовалютной торговли находится на стадии формирования, что создает ряд проблем для участников рынка и контролирующих органов [1]. Особенно остро стоит вопрос налогообложения операций с криптовалютными фьючерсами, где существуют значительные пробелы в нормативно-правовой базе.

В данной статье предлагается концепция разработки специализированной платформы для учета и налогообложения операций с криптовалютными фьючерсами. Цель исследования заключается в выявлении проблемных аспектов налогообложения криптовалютных операций и предложении технического решения, способного обеспечить прозрачность и автоматизацию процессов отчетности.

Основной проблемой в сфере налогообложения криптовалютных фьючерсов является отсутствие четкого законодательного регулирования. Это создает неопределенность как для трейдеров, так и для налоговых органов. В результате возникают риски неправильного исчисления налогов, что может привести к налоговым спорам и потенциальным потерям для государственного бюджета. Ключевые аспекты проблематики включают отсутствие единой методологии определения налоговой базы для операций с криптовалютными фьючерсами, сложности в идентификации и верификации участников сделок, а также проблемы с определением момента возникновения налогового обязательства [2].

Юридические аспекты налогообложения криптовалютных фьючерсов, требующие дополнительного рассмотрения, включают в себя определение правового статуса криптовалютных фьючерсов, разработку методологии расчета налоговой базы с учетом специфики этих инструментов, а также установление четких критериев для разграничения операций, подлежащих налогообложению [3]. Важно также рассмотреть вопросы трансграничных операций и возможности применения международных соглашений об избежании двойного налогообложения в контексте криптовалютных фьючерсов.

Для решения вышеуказанных проблем предлагается разработка специализированной платформы, которая будет выполнять функции учета и автоматизации налогообложения операций с криптовалютными фьючерсами. Основные характеристики платформы включают автоматизированный учет сделок, расчет налоговых обязательств, интеграцию с налоговыми органами, криптографическую защиту и предоставление аналитических инструментов.

Платформа будет осуществлять регистрацию и учет всех операций с криптовалютными фьючерсами в режиме реального времени. На основе зарегистрированных сделок система будет автоматически рассчитывать налоговые обязательства участников рынка.

Интеграция с налоговыми органами обеспечит прямую передачу данных, что повысит прозрачность и снизит риски ошибок при подаче отчетности. Такая интеграция может улучшить прозрачность налогообложения криптовалют путем создания единой системы обмена информацией между платформой и налоговыми органами. Это позволит в режиме реального времени отслеживать операции, автоматически формировать налоговые декларации и проводить аудит. Кроме того, интеграция может способствовать более эффективному выявлению случаев уклонения от уплаты налогов и мошенничества.

Использование современных методов шифрования гарантирует безопасность и конфиденциальность данных пользователей. Для обеспечения безопасности данных на платформе могут быть применены такие методы, как много-

факторная аутентификация, шифрование данных при хранении и передаче, использование технологии блокчейн для обеспечения неизменности записей, а также регулярные аудиты безопасности и тестирование на проникновение. Важно также внедрить систему управления доступом, которая обеспечит принцип наименьших привилегий и позволит контролировать доступ к чувствительной информации.

Кроме того, платформа предоставит пользователям и регуляторам аналитические инструменты для анализа рыночных тенденций и оценки налоговых поступлений. Платформа для учета и налогообложения криптовалютных фьючерсов может способствовать развитию цифровой экономики несколькими способами. Во-первых, она создаст более прозрачную и предсказуемую среду для участников рынка, что может привлечь новых инвесторов и стимулировать инновации в сфере финансовых технологий. Во-вторых, автоматизация процессов налогообложения снизит административную нагрузку на бизнес и государственные органы, повышая эффективность экономики в целом. В-третьих, платформа может стать основой для создания более широкой экосистемы цифровых финансовых услуг, способствуя интеграции традиционных и криптовалютных финансовых инструментов.

Внедрение предложенной платформы может иметь ряд положительных эффектов. Прежде всего, это обеспечение полной прозрачности операций с криптовалютными фьючерсами для регуляторов. Также ожидается минимизация рисков налоговых споров и неправильного исчисления налогов [4]. Потенциальное увеличение налоговых поступлений в бюджет за счет более эффективного учета операций является еще одним важным преимуществом. Наконец, создание благоприятных условий для развития криптовалютного рынка в России будет способствовать общему развитию цифровой экономики страны [5].

Для лучшего понимания работы системы предлагается рассмотреть модель потоков данных (DataFlowDiagram), которая визуализирует взаимодействие различных компонентов платформы (рис. 1). Эта диаграмма иллюстрирует ключевые процессы: от формирования запроса на обновление информации о совершенных сделках до автоматической генерации налоговой декларации системой (рис. 2). Основные элементы диаграммы включают пользователей (трейдеров), систему налогообложения торговли, API бирж и интерфейс интеграции с налоговыми органами.



Рисунок 1 – Контекстная диаграмма системы налогообложения торговли ЦФА

При поступлении информации о совершенных сделках она вносится в базу данных, по ней рассчитывается налоговая база и происходит генерация налоговой декларации (рис. 3-5). Модель потоков данных демонстрирует четкую структуру взаимодействия между пользователями, системой налогообложения торговли ЦФА и налоговыми органами.

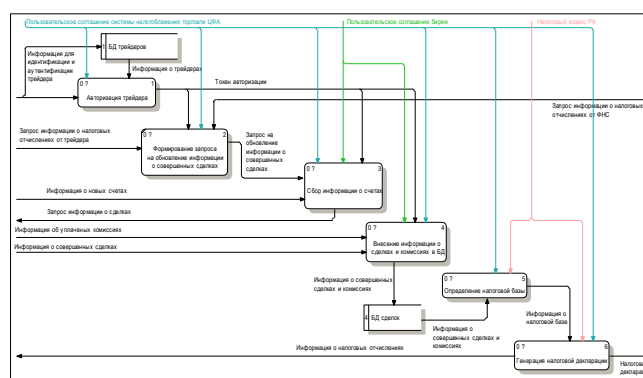


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции системы налогообложения торговли ЦФА

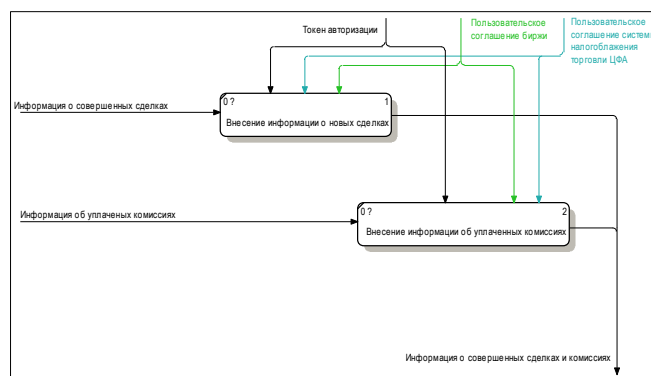


Рисунок 3 – Внесение информации о сделках и комиссиях в БД



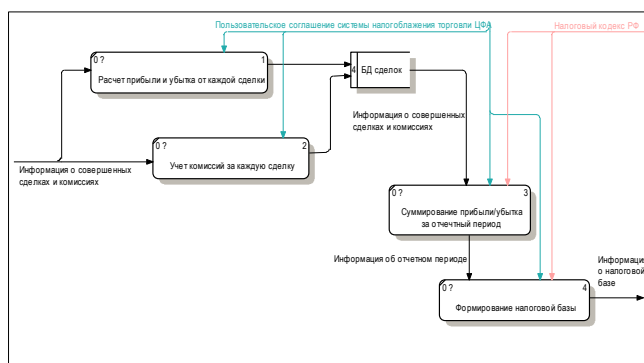


Рисунок 4 – Определение налоговой базы

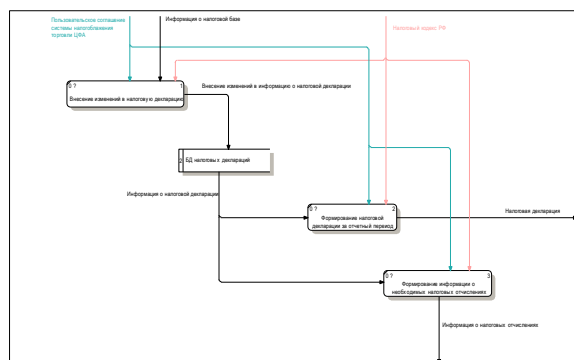


Рисунок 5 – Генерация налоговой декларации

Разработка инновационного программного средства, специально нацеленного на эффективный учет и налогообложение фьючерсной торговли криптоактивами в России, является необходимым шагом в условиях быстро меняющейся финансовой среды [6]. Данная информационная система будет представлять собой цифровой механизм, интегрированный с уже действующими системами налогового учета и контроля. Она должна обеспечивать прозрачность, безопасность и эффективность в данной сфере.

Предполагается автоматизация учета всех сделок с криптовалютными фьючерсами включая открытие и закрытие позиций, изменение цен, объемов и времени сделок. Такой подход позволит уменьшить ручные операции и избежать возможных ошибок в учете и отчетности. Кроме того, информационная система автоматически будет рассчитывать сумму налоговых обязательств по каждой сделке в соответствии с российским законодательством.

Для пользователей будет предоставлен широкий спектр возможностей для анализа финансовых показателей включая отчеты о доходах, расходах, прибылях и убытках по каждой сделке и по портфелю инвестора в целом. Это поможет участникам рынка принимать обоснованные инвестиционные решения и эффективно планировать свои налоговые обязательства.

Предложенное программное средство будет базироваться на передовых технологиях, методах криптографии с акцентом на обеспечение высокого уровня безопасности, надежности хранения и передачи финансовых данных [8]. Основная цель заключается в защите конфиденциальности информации пользователей и предотвращении возможных случаев мошенничества. Планируется также интеграция с системами налоговых органов для автоматического предос-

тавления им необходимой информации о финансовых операциях пользователей в целях налогового учета и контроля.

При разработке платформы важно учитывать разнообразные технические аспекты, обеспечивающие эффективное функционирование системы [7]. Начальный этап включает тщательный выбор технологического стека включая анализ языков программирования, фреймворков и баз данных с учетом требований к производительности, масштабируемости и безопасности.

Важным шагом является определение архитектуры системы. Этот процесс включает в себя разделение системы на отдельные компоненты, определение механизмов их взаимодействия, распределение функций. Предлагается использовать микросервисную архитектуру для обеспечения гибкости, масштабируемости и простоты развертывания.

Безопасность данных играет ключевую роль. Она включает разработку механизмов шифрования, аутентификации, авторизации пользователей, а также проведение регулярного аудита безопасности. Интеграция с внешними системами такими как биржевые площадки и налоговые органы также является важным аспектом. Предполагается разработка API протоколов обмена данными, обеспечивающих эффективную передачу информации между системами.

Автоматизированный расчет налогов требует разработки соответствующих алгоритмов и моделей на основе данных о фьючерсных операциях с криптовалютой. Важно обеспечить возможность генерации отчетов, аналитических данных для налоговой отчетности и анализа инвестиционных стратегий пользователей.

После внедрения платформы важно провести тщательное тестирование ее функциональности, производительности и обеспечить регулярные обновления для поддержания стабильной работы системы [9].

В завершении данной статьи хочется подчеркнуть значимость развития современных инструментов для адаптации налоговой системы к быстро меняющейся финансовой реальности. Предложенная платформа не просто представляет собой техническое решение для учета взимания налогов, но является важным шагом к улучшению прозрачности, эффективности налогообложения в сфере криптовалютной торговли. Ее внедрение может сократить риски налоговых споров упущенных доходов для государства, а также обеспечить большую уверенность и защиту прав инвесторов.

Однако следует отметить, что разработка и внедрение таких инноваций требуют не только технических, но и правовых усилий. Необходимо активное взаимодействие между бизнесом, государством и обществом для создания благоприятной среды развития цифровых финансовых инструментов и их согласованного взаимодействия с налоговой системой.

Для успешной реализации предложенной платформы важно обеспечить широкий общественный диалог, учесть мнение всех заинтересованных сторон [7]. Только совместными усилиями государства, бизнеса и общественных организаций можно достичь успеха в создании платформы обеспечивающей эффективное и справедливое налогообложение торговли криптоактивами в России.

Развитие инновационных решений в области налогообложения криптовалютной сферы не только способствует улучшению налоговой системы, но поддерживает развитие цифровой экономики в целом. Важно продолжать исследования и разработки в этой области для обеспечения устойчивого прогрессивного развития финансовых рынков.

При разработке данной статьи использовались материалы исследований [1-9], которые помогли в рассмотрении основных проблем налогообложения фьючерсной торговли криптовалютой. Опираясь на них мной было предложено техническое решение в виде специализированной платформы, а также обсуждены возможные пути улучшения налогового законодательства в данной сфере.

### Список литературы

1. Гончаренко Л. И., Вишнеvский В. П., Гурнак А. В. Особенности налогового регулирования в контексте четвертой промышленной революции // Экономика Налоги. Право. - 2020. - Т. 13. - № 1. - С. 114-122. - ISSN 1999-849X. EDN: GBESPO.
2. Пинская М.Р. Налогообложение доходов от деятельности, связанной с криптовалютами / М.Р. Пинская, К.Н. Цаган-Манджиева // Экономика. Налоги. Право. 2018. Т. 11. № 2. С. 138-148. EDN: YXKMKR.
3. Исследование правовых проблем выпуска и обращения криптовалют на блокчейне для целей налогообложения / М. А. Егорова, О. В. Кожевина, М. В. Севостьянов [и др.] // Право и цифровая экономика. – 2022. – № 2(16). – С. 10-15. – DOI 10.17803/2618-8198.2022.16.2.010-015. – EDN VSHZIT.
4. Максуров, А. А. Криптовалюты и правовое регулирование их обращения / А. А. Максуров. – 2-е издание. – Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2019. – 356 с. – ISBN 978-5-394-03298-1. – EDN IYVJSI.
5. Белых, В. С. Криптовалютные деривативы: проблемы правового регулирования / В. С. Белых, М. О. Болобонова // Юрист. – 2019. – № 5. – С. 35-44. – DOI 10.18572/1812-3929-2019-5-35-44. – EDN DRTAUH.
6. Кожевина, О. В. Налоговый контроль операций с криптовалютой / О. В. Кожевина, Д. В. Шмелева // Юрист. – 2022. – № 3. – С. 60-66. – DOI 10.18572/1812-3929-2022-3-60-66. – EDN PGYJFF.
7. Сазонова, С. А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 44-54. – DOI 10.12737/2219-0767-2022-15-3-44-54. – EDN LYGDLX.
8. Суханов, В. В. Логическое проектирование информационного обеспечения распределенных информационных систем критического применения / В. В. Суханов, О. В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 67-73. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-14-2-67-73. – EDN CGWJIG.

9. Зольников, В. К. Моделирование и анализ производительности алгоритмов балансировки нагрузки облачных вычислений / В. К. Зольников, О. В. Оксюта, Н. Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 32-39. – DOI 10.12737/2219-0767-2020-13-1-32-39. – EDN PAKJQO.

### References

1. Goncharenko L. I., V. Vishnevsky. P., Gurnak A. V. Features of tax regulation in the context of the fourth industrial revolution // Economics Taxes. Law. - 2020. - Т. 13. - № 1. - С. 114-122. - ISSN 1999-849X. EDN: GBESPO

2. Pinskaya, M.R. Taxation of income from activities related to cryptocurrencies / M.R. Pinskaya, K.N. Tsagan-Mandzhieva // Economics. Taxes. Pravo. 2018. Т. 11. № 2. С. 138-148. EDN: YXKMKR

3. Study of legal problems of issuance and circulation of cryptocurrencies on the blockchain for taxation purposes / M. A. Egorova, O. V. Kozhevina, M. V. Sevostyanov [et al.] // Law and Digital Economy. - 2022. - № 2(16). - С. 10-15. - DOI 10.17803/2618-8198.2022.16.2.010-015. - EDN VSHZIT.

4. Maksurov, A. A. A. Cryptocurrencies and legal regulation of their circulation / A. A. Maksurov. - 2nd edition. - Moscow : Publishing and trading corporation "Dashkov and K", 2019. - 356 с. - ISBN 978-5-394-03298-1. - EDN IYVJSI.

5. Belykh, V. S. Cryptocurrency derivatives: problems of legal regulation / V. S. Belykh, M. O. Bolobonova // Jurist. - 2019. - № 5. - С. 35-44. - DOI 10.18572/1812-3929-2019-5-35-44. - EDN DRTAUH.

6. Kozhevina, O. V. Tax control of operations with cryptocurrency / O. V. Kozhevina, D. V. Shmeleva // Jurist. - 2022. - № 3. - С. 60-66. - DOI 10.18572/1812-3929-2022-3-60-66. - EDN PGYJFF.

7. Sazonova, S. A. Development of software products using symbolic and string variables in the object-oriented environment / S. A. Sazonova // Modelling of systems and processes. - 2022. - Т. 15, № 3. - С. 44-54. - DOI 10.12737/2219-0767-2022-15-3-44-54-54. - EDN LYGDLX.

8. Sukhanov, V. V. Logical design of information support for distributed information systems of critical application / V. V. Sukhanov, O. V. Lankin // Modelling of systems and processes. - 2021. - Т. 14, № 2. - С. 67-73. - DOI 10.12737/2219-0767-2021-14-2-67-73. - EDN CGWJJG.

9. Zolnikov, V. K. Modelling and performance analysis of cloud computing load balancing algorithms / V. K. Zolnikov, O. V. Oksyuta, N. F. Daiub // Modelling of systems and processes. - 2020. - Т. 13, № 1. - С. 32-39. - DOI 10.12737/2219-0767-2020-13-1-32-39. - EDN PAKJQO.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА Y-ОБРАЗНОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА**

В.В. Мальцев

Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова, Воронеж

**Аннотация.** Виртуальные модели и имитационное моделирование для оценки экологических показателей транспортного потока, в городской среде. В данной статье будет рассматривать программное обеспечение Anylogic для оценки экологических показателей транспортного потока путем создания виртуальной модели участка дороги пересечения улиц проспекта Труда и Урицкого города Воронеж.

**Ключевые слова:** anylogic, имитационное моделирование, конфликтная модель, перекресток, транспортный поток, выбросы, оптимизация, безопасность дорожного движения, выбросы.

## **SIMULATION MODELING AND STUDY OF TRANSPORT FLOW AT A Y-SHAPED INTERSECTION FOR ASSESSING ECOLOGICAL PARAMETERS OF TRANSPORT FLOW**

V.V. Mal'tsev

Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov, Voronezh

**Abstract:** Virtual models and simulation modeling for assessing ecological parameters of transport flow in an urban environment. This article will consider AnyLogic software for evaluating ecological parameters of transport flow by creating a virtual model of the road section at the intersection of Truda Avenue and Uritskogo Street in the city of Voronezh.

**Keywords:** AnyLogic, simulation modeling, conflict model, intersection, transport flow, emissions, optimization, road safety, emissions.

**Введение.** Для оценки экологически показательней транспортного потока эффективными инструментами являются имитационное моделирование и конфликтная модель, которые позволяют изучить важные аспекты существенно сократив трату бюджета и времени на проведение исследования. Благодаря виртуальным моделям, исследователи могут предсказывать появление возможных проблем, связанных с транспортным потоком в городской среде.

В современном мире неустанно растет количество транспорта, а также постоянно реконструируются и прокладываются новые дороги, в связи с чем растет количество выбросов от транспортного потока, что негативно сказывается на окружающую среду и здоровье населения в городской среде. Так в современном мире невозможно отказаться от транспорта, значит требуется провести исследование на возможное сокращение выбросов от транспортного потока.

Согласно ГОСТ Р 56162—2019, выделяется пять основных групп транспортных средств. Подсчет выбросов, производимых транспортным потоком, представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Значения удельных пробеговых выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта.

Наименование группы автомобилей	Номер группы	Выброс, г/км						
		CO	NO <sub>x</sub> (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	CH	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	Бенз(а)-пирен
Легковые	I	0,90	0.33	0.26	$0.55 \cdot 10^{-2}$	$0.66 \cdot 10^{-2}$	$1,50 \cdot 10^{-3}$	$0,18 \cdot 10^{-6}$
Автофургоны и микроавтобусы массой до 3,5 т	II	4.60	1.80	0.70	$3.70 \cdot 10^{-2}$	$1.40 \cdot 10^{-2}$	$2,50 \cdot 10^{-3}$	$0,20 \cdot 10^{-6}$
Грузовые массой от 3.5 до 12 т	III	5.30	6.40	1.50	0.37	$2.60 \cdot 10^{-2}$	$0,70 \cdot 10^{-2}$	$0,60 \cdot 10^{-6}$
Грузовые массой свыше 12 т	IV	5.60	7.50	2.00	0.44	$3,90 \cdot 10^{-2}$	$0,80 \cdot 10^{-2}$	$0,73 \cdot 10^{-6}$
Автобусы массой свыше 3.5 т	V	3.90	4.70	0.50	0.15	$2,20 \cdot 10^{-2}$	$0,22 \cdot 10^{-2}$	$0,20 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2 – Значения удельных выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта в районе регулируемого перекрестка.

Наименование группы автомобилей	Номер группы	Выброс, г/км						
		CO	NO <sub>x</sub> (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	CH	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	Бенз(а)-пирен
Легковые	I	0,17	$8,80 \cdot 10^{-3}$	0,033	0,011	$0,17 \cdot 10^{-2}$	$0,26 \cdot 10^{-3}$	$0,13 \cdot 10^{-6}$
Автофургоны и микроавтобусы массой до 3,5 т	II	1,00	$30,00 \cdot 10^{-3}$	0,070	0,033	$0,33 \cdot 10^{-2}$	$0,30 \cdot 10^{-3}$	$0,13 \cdot 10^{-6}$
Грузовые массой от 3.5 до 12 т	III	1,00	$9,90 \cdot 10^{-2}$	0,170	0,0220	$0,55 \cdot 10^{-2}$	$0,76 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-6}$
Грузовые массой свыше 12 т	IV	2,00	$13,00 \cdot 10^{-2}$	0,260	0,450	$0,66 \cdot 10^{-2}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$0,40 \cdot 10^{-6}$
Автобусы массой свыше 3.5 т	V	0,90	$9,90 \cdot 10^{-2}$	0,070	0,120	$0,60 \cdot 10^{-2}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$	$0,10 \cdot 10^{-6}$

Как показывают значения таблицы, выбросы от транспортного потока могут пагубно сказаться как на окружающей среде, так и на здоровье человека. Для снижения пагубного воздействия выбросов на здоровье человека, поможет сокращения нахождения людей в придорожной зоне (дорога, пешеходный пе-

реход, остановка). В статье Новиков А.И., Писарева С.В., Сун Ч., Новикова Т.П. Исследование и разработка модели оценки оптимального расположения пешеходных переходов на базе конфликтной модели // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 35-44., рассматривается конфликтная модель взаимодействия таких потоков как пешеходы и автомобили, для определения оптимального расположения пешеходных переходов. Данная модель позволяет анализировать время ожидания пешеходов, интенсивность движения, а также других важных факторов, влияющих на безопасность движения. Было проведено исследование и представлены результаты, которые способствуют разработке рекомендаций по проектированию безопасных пешеходных переходов.

В заключении авторы подчеркивают высокую значимость применения как математического моделирования и системного подхода к решению задач по безопасности дорожного движения, а также необходимость дальнейшего исследования в данной области. Данная статья дает важную информацию, для решения проблемы снижения выбросов транспортного потока, так как грамотное расположение пешеходных переходов, снизит количество ДТП и соответственно заторов на дороге, а также сократит время нахождения человека около дороги.

Одним из главных факторов снижения количества выбросов транспортного потока – это грамотное регулирование перекрестков, что также снизит количество заторов на дороге и сокращение времени нахождения людей около дороги. Для определения оптимального регулирования перекрестков подойдет имитационное моделирование с применением виртуальных моделей движения транспортного потока. В статье Кельчина А.А., Портнов А.А., Припутников А.П. Имитированное моделирование и исследование движения автомобильного потока на Y-образном перекрестке для анализа транспортного потока // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. – 2024. – С. 44-47., рассматривается Программное обеспечение для имитационного моделирования, разработанное российской компанией The AnyLogic Company. AnyLogic поддерживает следующие методы моделирования:

- системная динамика;
- дискретно-событийное (процессное) моделирование;
- агентное моделирование.

В данной статье применим ПО AnyLogic для создания виртуальной модели участка дороги пересечения улиц проспекта Труда и Урицкого города Воронеж, для выявления проблемы образования заторов. Построим виртуальную модель данного участка дороги, которая позволит наглядно увидеть проблему, из-за которой образуются заторы, которые порой составляют от 10 до 30 минут простоя в часы пик. Также благодаря данной модели появляется возможность оценить эффективность перекрестка, выявить проблемные участки, а также узкие места.

Для наглядного представления перекрестка, первым шагом в программе AnyLogic добавим спутниковый снимок данного участка дороги (рис. 1).



Рисунок 1- Спутниковый снимок участка дороги пересечения улиц проспект Труда и Урицкого города Воронеж

Следующим шагом будет создание имитационной модели инфраструктуры перекрестка (рис. 2).



Рисунок 2 – Инфраструктура перекрестка

Третьим шагом требуется разработать логику движения моделей по имитационной модели, при помощи объектов расположенных в «Библиотека дорожного движения» в программе AnyLogic (табл. 3).

Таблица 3 – Библиотека дорожного движения

Элемент	Название	Функция
	Car Source	Создает автомобиль (агент) в указанном месте дороги.
	Select Output	Направляет агента на один из двух выходных портов (перекресток).
	Car Move To	Блок управляет движением автомобиля, в какую точку дороги он должен двигаться.
	Car Dispose	Блок удаляет машины из модели при завершении его пути.
	Delay	Задерживает автомобиль (агент) на заданное время.



В нашем проекте будут находиться 3 типа автомобиля и 2 типа автобусов. Каждый агент будет двигаться по своей заданной траектории. Также на диаграмме будут элементы движения по полосам, движение к остановке и парковке (рис. 3).

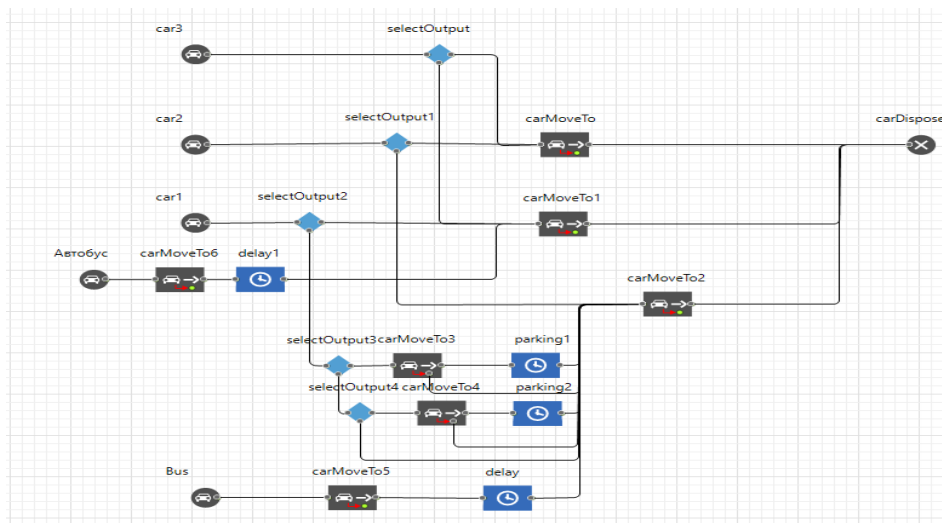


Рисунок 3 - Диаграмма движения агентов

Четвертым шагом зададим алгоритм работы светофоров (табл. 4).

Таблица 4 – Алгоритм работы светофоров

Интервал времени светофоров	Фаза 1		Фаза 2	
	Красный	Зеленый	Красный	Зеленый
Пешеход	46	17	-	-
Транспорт	30	33	33	30

Пятым шагом запустим полученную виртуальную модель. В данной модели уже присутствует спутниковый снимок, нанесена инфраструктура перекрестка, задана логика моделей и светофоров. Все агентные модели двигаются по модели, согласно установленной логике движения (рис. 4).

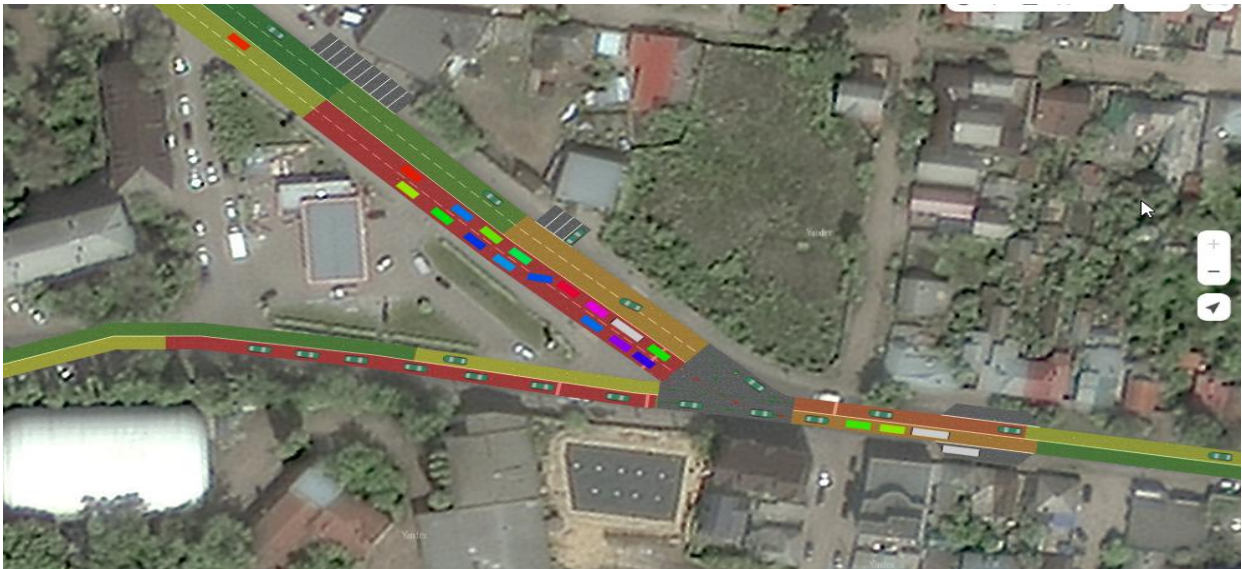


Рисунок 4 – Работа виртуальной модели

Таким образом, по виртуальной модели можно определить, где происходит затор. В часы пик происходят заторы в двух улицах. Чтобы избежать данные заторы, требуется выполнить следующие действия:

- углубить автобусную остановку по направлению в сторону Работницы, а остановку на противоположной стороне перенести за светофор, что снизить затор при посадке и высадке пассажиров;

- нанести разметку «вафельница» на перекресток, которая будет запрещать выезд автомобилей при возникновении затора сразу после или прямо на пересечении дорог;

- установить камеры фиксации нарушения ПДД, для запрета поворота с крайней правой стороны с проспекта труда, на лево на улицу урицкого по направлению Работницы

- установить интеллектуальную систему светофоров, которая будет регулировать время переключения разрешающего и запрещающего сигнала, в зависимости от обстановки на дорогах.

**Заключение.** Применение моделей конфликтов и имитационных моделей, позволяет подробно разобрать проблему образования заторов на перекрестках, а также разработать рекомендации по снижению времени простоя автотранспорта на перекрестках, что существенно снизить количество выбросов транспортного потока, соответственно происходит снижение пагубного влияния транспорта на окружающую среду и здоровье человека в городской среде.

### Список литературы

1. Новиков А.И., Писарева С.В., Сун Ч., Новикова Т.П. Исследование и разработка модели оценки оптимального расположения пешеходных переходов на базе конфликтной модели// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 35-44.

2. Кельчина А.А., Портнов А.А., Припутников А.П. Имитированное моделирование и исследование движения автомобильного потока на

Y-образном перекрестке для анализа транспортного потока // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. – 2024. – С. 44-47.

3. Справка Anylogic. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html>.

### **References**

1. Novikov A.I., Pisareva S.V., Sun C., Novikova T.P. Study and development of a model for assessing the optimal placement of pedestrian crossings based on a conflict model // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – Pp. 35-44.

2. Kelchina A.A., Portnov A.A., Priputnikov A.P. Simulation modeling and study of vehicle flow at a Y-shaped intersection for transport flow analysis // Mechatronics, Automation and Control in Transport. – 2024. – Pp. 44-47.

3. AnyLogic Reference. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html>.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

М.А. Осипов, Я.Д. Варкентин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по использованию интернет вещей для обработки данных. Запросы создавались с учетом возможного применения в реальной жизни.

Ключевые слова: Интернет вещи, IoT, обработка данных.

## **USING THE INTERNET OF THINGS TO PROCESS DATA**

M.A. Osipov, Y.D. Varkentin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, a comprehensive analysis of the chosen topic was carried out. The relevant literature on the use of the Internet of Things for data processing has been studied. The queries were created taking into account possible applications in real life.

Keywords: Internet of things, IoT, data processing.

### **Введение**

Из подключенных к интернету устройств состоит интернет вещей. Данные устройства собирают, отправляют данные из окружающей среды (рис. 1). Подключенные устройства имеют большое значение. Они могут увеличивать свою пропускную способность.

В этой работе мы рассмотрим использование интернет вещей для обработки информации.

Интернет вещей находится на первом месте волны изменений в центрах обработки данных. Они могут менять модель и архитектурные основы. Центры обработки данных испытывают спрос на вычислительный ресурс. Для этого существуют инновационные технологии, с помощью которых удовлетворится растущий спрос на обработку данных в реальном времени.

Внедрения Интернета вещей в DATA-центрах — это больше, чем просто установка датчиков для мониторинга производительности устройств. Для этого необходима надежная инфраструктура для сбора, хранения и анализа огромных объемов данных. Платформа интернет вещей упрощает стратегии управления на основе данных с использованием статистической информации для улучше-

ния оперативной аналитики. Современные системы управления инфраструктурой центров обработки данных обеспечивают улучшенную прозрачность использование ресурсов.

Большое количество данных, генерируемых интернет вещами, дает ценную информацию, которая значительно повышает операционную эффективность. DATA-центры используют эту информацию в целях оптимизации распределения ресурсов, что в результате позволяет внедрить новые технологии в перечень своих услуг. Цифровая трансформация позволяет улучшить эффективность, адаптироваться к быстро заменяющимся технологиями, а также это позволит подстраиваться под запросы людей.

В области обработки информации необработанные данные проходят систематический цикл, чтобы данная информация была полезной. Когда данные соберутся с подключенных устройств, их обрабатывают и углубленно анализируют. Для этого существуют специализированные программные обеспечения. Точность и надежность прогнозной аналитики улучшаются, как искусственный интеллект.

Обработка данных широко известна как Облако. Интеллектуальные устройства передают информацию на смартфон или другой выделенный концентратор в доме. Методы локальной связи дают возможность устройствам эффективно функционировать в сети.

Интернет вещей в основе построен на устройствах, которые используют встроенное программное обеспечение. По мере развития технологий интернета вещей зависимость от встроенного программного обеспечения и облачных вычислений будет углубляться и открывать пути для более интеллектуальных и автономных систем.

Так как существуют новые технологии интернет вещей развиваются дальше, за счет этого умные дома, города и отрасли, делают нашу жизнь проще. Для многих пользователей такие устройства помогают в быту. Для того чтобы облегчить работу устройств большие данные переносятся и обрабатываются на серверах. Существуют специальные алгоритмы, которые дают возможность устройствам самообучаться и совершенствоваться.

Для сбора и обработки данных существуют три метода: с помощью шлюза, с помощью умного концентратора, на базе промышленных шин.



Рисунок 1 – Примерная схема интернета вещей

В методе шлюза есть три модуля: модуль объекта, модуль шлюза, модуль центра управления, каждый из которых выполняет свою функцию. Модуль шлюза соединяет между собой умные объекты и центр управления.

В методе умного концентратора используются 3 компонента: слой устройств, сам умный концентратор и микросервер. А также умный концентратор может быть шлюзом для устройств интернет вещей.

В методе промышленных шин есть четыре уровня: устройств, поставщика данных, кроссплатформенного ПО и уровень приложений. Каждый уровень обрабатывает и передает данные на следующий уровень.

Быстрая передача данных датчиков с дальнейшим анализом происходит в режиме реального времени, с помощью высокоскоростного соединения. Быстрый обмен данными важен приложениям, требующим быстрого реагирования, к примеру система безопасности умного дома, устройствам, отслеживающим состояние здоровья и др.

Помимо этого, появление периферийных вычислений меняет фундамент Интернет вещей. Граничные вычисления обрабатывают данные ближе к их источнику – либо на самом устройстве, либо на ближайшем пограничном сервере. Это позволяет не только уменьшать задержку, но и повышает конфиденциальность за счет уменьшения объема информации. Например, в производстве машины могут оценить показатели производительности, что позволяет вносить изменения в реальном времени без постоянного взаимодействия с облаком.

К примеру, умные термостаты могут подстраиваться под предпочтения пользователя, анализируя настройки температуры, а также внешние погодные условия что позволяет повысить комфорт в жилых помещениях.

По мере развития технологий интернета вещей открываются пути для более интеллектуальных и самостоятельных систем. Взаимодействие между облачными возможностями и новыми технологиями, позволит создать экосистему, которую упростит повседневную жизнь.

#### Вывод

В ходе данной работы мы познакомились с Интернет вещами. Узнали, что это такое, как они работают, и как обрабатывают данные. Рассмотрели обработку информации и ее передачу в облачные хранилища. Исходя из этого можно сделать вывод, что Интернет вещей вносят огромный вклад в рост общемирового трафика и будут дальше развиваться, и создаваться новые технологии, которые будут более адаптированы к нашим потребностям, и значительно улучшат качество нашей жизни.

#### Список литературы

1. Что такое интернет вещей и как он устроен. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-internet-veschey-primeneniye-tehnologii/> (дата обращения: 27.06.2023).

2. Что такое интернет вещей и каким он бывает – URL: <https://cloud.vk.com/blog/iot-dlya-umnyh-chasov-iiot-umnyh-stankov-internet-veshchej> (дата обращения: 26.03.2020).

3. Введение в Интернет вещей : учебное пособие / Е.В. Глушак, А.В. Куприянов. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 104 с. – С. 7-94.

4. Основы Интернета вещей : учебно-методическое пособие / Н.В. Папуловская; М-во науки и высшего образования РФ. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2022. – С. 37-91.

5. Хрящев, В.В. Эффективность внедрения одноранговой распределенной системы хранения и обработки защищаемой информации (TheOoL Project) / В.В. Хрящев, А.В. Ненашев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 82-89.

### References

1. Internet of things technologies what it is and how it is organized - URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-internet-veschey-primenenie-tehnologii/> (date of reference: 27.06.2023).

2. What is the Internet of Things and what is it like - URL: <https://cloud.vk.com/blog/iot-dlya-umnyh-chasov-iiot-umnyh-stankov-internet-veshchej> (date of reference: 26.03.2020)

3. Introduction to Internet of Things : Study guide / E.V. Glushak, A.V. Kupriyanov. - Samara: Samara University Publishing House, 2023. - 104 p. – P. 7-94.

4. Basics of the Internet of Things: Training manual / N.V. Papulovskaya; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. - Ekaterinburg: Izd-v Ural. un-ta, 2022. – P. 37-91.

5. Khryashchev, V.V. Effectiveness of the implementation of the peer-to-peer distributed system of storage and processing of protected information (TheOoL Project) / V.V. Khryashchev, A.V. Khryashchev, A.V. Nenashev // Modeling of systems and processes. - 2021. - Т. 14, № 3. – P. 82-89.

## **КЛЮЧЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

О.В. Оксюта, Д.С. Арапов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся основные аспекты оптимизации веб-приложений. Рассмотрены инструменты мониторинга производительности, такие как Lighthouse, Google PageSpeed Insights и браузерные DevTools. Проанализированы методы улучшения скорости загрузки, производительности и пользовательский опыт.

Ключевые слова: оптимизация, веб-приложение, производительность, скорость загрузки, скорость загрузки сайта.

## **KEY INDICATORS FOR WEB APPLICATION OPTIMIZATION**

O.V. Oksuyta, D.S. Arapov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the main aspects of web application optimization. Performance monitoring tools such as Lighthouse, Google PageSpeed Insights, and browser DevTools are considered. Methods for improving loading speed, performance, and user experience are analyzed.

Keywords: optimization, web application, performance, loading speed, website loading speed.

### **Введение**

В современном мире скорость и эффективность веб-приложений становятся все более критичными факторами для успеха продукта. Конкуренция на рынке веб-разработки постоянно растет, а пользователи ожидают мгновенного отклика и плавного взаимодействия с интерфейсом, независимо от устройства или скорости интернет-соединения. В связи с этим, оптимизация приложений становится неотъемлемой частью процесса разработки.

Кроме того, развитие технологий и появление новых инструментов предоставляют разработчикам широкие возможности для реализации инновационных решений. Использование современных фреймворков и библиотек позволяет ускорить процесс разработки, одновременно поддерживая высокий уровень качества и производительности приложений.

Однако, использование фреймворков — это лишь часть решения задачи оптимизации веб-приложений.



## Показатели производительности

Понятие оптимизации охватывает несколько ключевых категорий, направленных на повышение производительности и улучшение пользовательского опыта. В первую очередь нужно решить, какие аспекты более приоритетны для оптимизации.

Самым важным показателем практически для каждого сайта является скорость загрузки страницы, то есть время от начала запроса пользователя до полной загрузки всех компонентов страницы в окне браузера. Это включает в себя загрузку текстов, изображений, скриптов, стилей и других ресурсов.

Не менее важный показатель – производительность. Высокая производительность позволяет обеспечить быстрый отклик сайта даже при большом количестве одновременных пользователей, что способствует удержанию посетителей и снижению показателя отказов.

Доступность сайта подразумевает его удобство использования для всех категорий пользователей, включая людей с ограниченными возможностями. Улучшение доступности не только расширяет аудиторию сайта, но и способствует его лучшему восприятию поисковыми системами.

Поисковая оптимизация (SEO) направлена на повышение видимости сайта в результатах поисковых систем. Эффективная SEO-стратегия позволяет привлечь больше органического трафика и повысить позиции сайта по целевым запросам.

Помимо перечисленных категорий, безопасность сайта играет важную роль в защите данных пользователей и предотвращении несанкционированного доступа. Внедрение современных методов шифрования, регулярное обновление программного обеспечения и проведение аудитов безопасности помогают создать доверие у посетителей и избежать потенциальных угроз.

Отдельно можно отметить технические оптимизации. Например, внедрение микрофронтенд-архитектуры может ухудшить производительность приложения, но при этом гарантированно позволит различным командам работать над своими частями проекта одновременно, что значительно ускорит процесс разработки и упростит масштабирование. [1]

Каждый из показателей, разумеется, можно оптимизировать. Большая часть оптимизаций повлияет на приложение исключительно положительным образом. Но некоторые потребуют определенных компромиссов, поэтому перед использованием стоит взвесить все за и против в контексте конкретного приложения.

## Инструменты для мониторинга и анализа производительности

Существуют специальные инструменты для мониторинга и анализа производительности, которые упрощают процесс оптимизации веб-приложений. Они помогают разработчикам получать точные данные о времени загрузки страниц, отклике сервера и работе с клиентскими ресурсами. Без этих инструментов практически невозможно понять, где находятся узкие места в производительности, что может привести к неправильным решениям и потерям времени. Веб-разработчики могут выбирать из множества доступных инструментов,

каждый из которых имеет свои уникальные особенности и применим для различных этапов оптимизации.

Lighthouse — это один из самых популярных инструментов для оценки производительности веб-приложений. Он интегрирован в браузер Google Chrome и предоставляет детализированный отчет о производительности, доступности, SEO и лучших практиках безопасности. Lighthouse также предлагает конкретные рекомендации по улучшению этих показателей, что позволяет разработчикам быстро выявлять и устранять проблемы. Кроме того, инструмент поддерживает возможность тестирования на различных устройствах и сетях, что помогает оптимизировать сайт для мобильных пользователей и слабых интернет-соединений. [2]

Google PageSpeed Insights — это веб-сервис, который анализирует скорость загрузки страниц как на мобильных устройствах, так и на десктопах. Он использует данные из реальных пользовательских сессий (CrUX — Chrome User Experience Report), что делает результаты максимально близкими к реальным условиям работы сайта. Помимо скорости загрузки, PageSpeed Insights предоставляет рекомендации по оптимизации, такие как уменьшение размера изображений, устранение блокирующего рендеринг JavaScript и оптимизация времени ответа сервера. Этот инструмент прост в использовании и отлично подходит для быстрой диагностики проблем. [3]

Инструменты разработчика в браузерах (например, Chrome DevTools) также являются мощным средством для анализа производительности. Они позволяют профилировать работу JavaScript, анализировать загрузку ресурсов, следить за работой сетевых запросов и многое другое. Раздел "Performance" в Chrome DevTools позволяет записать и просмотреть весь процесс загрузки страницы, что помогает разработчикам увидеть, какие части кода выполняются медленно и где происходит блокировка основного потока. Кроме того, DevTools предлагает возможности для оптимизации использования памяти и анализа взаимодействий с DOM. [4]

#### Выводы

Сегодня успех веб-приложений во многом зависит от их оптимизации. Скорость загрузки страниц, производительность, удобство использования, безопасность и эффективная SEO-оптимизация напрямую влияют на удовлетворенность пользователей и их взаимодействие с сайтом. Поэтому разработчикам важно правильно расставлять приоритеты в процессе оптимизации, учитывая особенности каждого проекта.

Специальные инструменты, рассмотренные в данной статье, значительно упрощают анализ производительности и выявление проблем. Они предоставляют детальные отчеты и практические рекомендации, что помогает быстро внедрять необходимые улучшения. Используя эти ресурсы, разработчики не только совершенствуют техническую сторону приложения, но и делают его более привлекательным для широкой аудитории.

Оптимизация веб-приложений — это непрерывный процесс, требующий внимания к новым технологиям и стандартам. Комплексный подход, который объединяет технические улучшения с фокусом на пользовательском опыте, по-

зволит создать эффективные, безопасные и удобные приложения, соответствующие ожиданиям современных пользователей.

### **Список литературы**

1. Оксюта О. В., Арапов Д. С., Грошев А. С. Преимущества и недостатки приложений с микрофронтенд-архитектурой / отв. ред. О. В. Оксюта, А. С. Грошев // Моделирование информационных систем и технологий : материалы Международной научно-практической конференции, – Воронеж, 2024 – С. 127-132 – DOI 10.58168/MoInSyTe2024\_127-132

2. Lighthouse. – URL: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview>.

3. PageSpeed Insights. – URL: <https://pagespeed.web.dev/>.

4. Chrome Dev Tools. – URL: <https://developer.chrome.com/docs/devtools/overview>.

5. Полуэктов А. В., Макаренко Ф. В., Ягодкин А. С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

### **References**

1. Oksyuta O. V., Arapov D. S., Groshev A. S. Advantages and Disadvantages of Applications with Micro-Frontend Architecture / ed. by O. V. Oksyuta, A. S. Groshev // Modeling of Information Systems and Technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, – Voronezh, 2024 – P. 127-132 – DOI 10.58168/MoInSyTe2024\_127-132

2. Lighthouse. – URL: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview>.

3. PageSpeed Insights. – URL: <https://pagespeed.web.dev/>.

4. Chrome Dev Tools. – URL: <https://developer.chrome.com/docs/devtools/overview>.

5. Poluektov A. V., Makarenko F. V., Yagodkin A. S. Use of Third-Party Libraries in Writing Programs for Statistical Data Processing // System and Process Modeling. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. 33-41.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

О.В. Оксюта, В.В. Павловский

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе по использованию AR в медицине был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по использованию AR.

Ключевые слова: AR, медицина, медицинское образование, технологии в медицине.

## THE USE OF AUGMENTED REALITY IN MEDICINE

O.V. Oksyuta, V.V. Pavlovsky

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper on the use of AR in medicine, a comprehensive analysis of the chosen topic was carried out. The relevant literature on the use of AR has been studied.

Keywords: AR, Medicine, Medical Education, Technologies in Medicine.

### Введение

Дополненная реальность (Далее упоминается как AR) является собой наиболее современную технологию, что появилась лишь 32 года назад, а представляет она собой взаимодействие компьютерного анализа информации и человека, дополняя реальный мир, проекцией обработанной информации, открывая новые возможности для анализа уже специалистом. Конкретно в медицине AR используются во всех основных сферах: диагностике, лечении и обучении. Ее использование позволяет повысить точность диагностики, ускорить и повысить качество обучения, а также оптимизировать процедуры хирургии. В последнем десятилетии AR стала одним из наиболее потенциально перспективных направлений в медицине, чье использование лишь учащается.

### Цель исследования

Данная статья анализирует применение AR в медицине на основе четырех статей, дабы впоследствии выявить ее явные преимущества, возможные ограничения и потенциальные недостатки.

### Задачи исследования:

- Изучить и проанализировать использование AR в медицинском аспекте, создавая выводы на основе статей, в которых проводились подобного рода опыты.

- Определить главные преимущества, ограничения и недостатки AR в медицине.

- Сравнить результаты с исследованиями в этой области, включая статьи из другой страны.

#### Технология AR

AR – технология, которая обрабатывает информацию вводимую человеком и создает проекцию ее наложения на реальный мир, создавая достаточно необычный научный опыт, что позволяет специалисту определенной сферы ( в нашем случае медицинской ), сделать уже, возможно, иной вывод, что будет основан на новой информации. AR может использоваться через различные способы, но самые распространенные методы – очки и дисплеи. Основные компоненты AR включают в себя камеру, процессор и программное обеспечение (ПО) для обработки данных.

#### Преимущества и недостатки

##### Преимущества:

- Повышение точности.
- Улучшение обучения.
- Упрощение хирургических операций.

##### Недостатки:

- Высокая стоимость оборудования. Создание и использование AR требует значительных финансовых возможностей.

- Необходимость спец. подготовки. Врачи должны пройти дополнительное обучение для правильного эффективного использования и понимания выводимых ПО данных.

##### Методы анализа:

- Сравнительный анализ. Сопоставление данных об использовании AR из различных статей.

- Анализ применения. Изучение конкретных данных применения AR на практике обучающихся.

#### Анализ применения AR в медицине

- Обучение специалистов. AR создает реалистичные 3D модели для обучения, что крайне повышает практически навыки врачей в диагностике и лечении самого заболевания. Например, в статье "Практический опыт использования технологии дополненной реальности (AR) при обучении травматологов-ортопедов" описывается, как AR используется для симуляции операций и тренировки навыков.

- Хирургия. AR успешно используется также в навигации во время операций хирургического направления, предоставления врачам различную дополнительную информацию во время хода лечения, минимализируя ситуации «случайных ошибок». Вполне можно взять в пример визуализацию создание модели пораженной зоны и здоровых органов, сосудов и иных покровов тела, что, несомненно, повышает точность хирургического вмешательства.

- **Диагностика.** AR помогает в обработке данных, на подобии МРТ и КТ, что повышает понимание возможной патологии, благодаря созданию 3D модели из множества снимков для лучшего изучения и планирования методов лечения.

Технология AR показала в медицинской сфере значительные результаты, на подобии повышения уровня квалификации, точности сотрудников, а также минимизацию ошибок по случайным или стрессовым обстоятельствам. Однако также существует и достаточные видимые недостатки, что описываются ранее: Высокая стоимость, спец. подготовка. В пример вышесказанному можно взять цитаты одной из статей, которая берется как основной источник информации: «Отмечена также положительная динамика в результате балльной оценки практических навыков с 5 [4-5] до 9,9 [10-10]... Уровень удовлетворенности обучающихся при использовании тестовых программ составил 9,5 [9-10], практического курса – 9,8 [10-10], а удобство работы с инструментами интерфейса программного обеспечения 9,5 [10-10]».

#### Сравнение с другими исследованиями

Если брать просто случайное исследование, в нашем случае статья Марка Хумаюна из Института биомедицинской терапии им. Доктора Аллена и Шарлотты Гинзбург, на ту же тему, что описана в данном научной тексте, то можно узнать про улучшение мобильности пациентов на 50%, а эффективность их хватания на 70%. Китайское исследование "Application of Augmented Reality in Medical Education: A Systematic Review", которое было выбрано одним из основных источников информации, также подтверждает, что AR значительно улучшает качество мед. образования вместе с точностью хирургических вмешательств.

#### Вывод

AR является перспективным направлением для дальнейших улучшений и введению в современную медицину, однако же нельзя забывать об ограничениях, что мешают постоянному вмешательству данной технологии в здравоохранение по большинству территорией стран. Во многих статьях подчеркивается, что AR является отличным инструментом, который может улучшить основные сферы медицины по многим параметра. Для максимального использования всего потенциала данной разработки необходимо дальнейшие исследования и разработки для упрощения самих систем, чтобы сделать их производство максимально бюджетным, но эффективным. Также следует провести линейку исследований на тему модернизации ПО под сотрудников для упрощения обучения и увеличения комфорта самих специалистов.

### Список литературы

1. Дополненная реальность в медицине. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dopolnennaya-realnost-v-meditsine/viewer> (дата обращения: 30.10.2024).
2. Практический опыт использования технологии дополненной реальности (AR) при обучении травматологов-ортопедов. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskiy-opyt-ispolzovaniya-tehnologii->

dopolnnoy-realnosti-ar-pri-obuchenii-travmatologov-ortopedov/viewer (дата обращения: 30.10.2024).

3. Чжан Ю., и др. Применение дополненной реальности в медицинском образовании: систематический обзор // Журнал медицинского образования и исследований. Zhang Y., et al. Application of Augmented Reality in Medical Education: A Systematic Review // Journal of Medical Education and Research. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338092343\\_Augmented\\_reality\\_in\\_medical\\_education\\_a\\_systematic\\_review](https://www.researchgate.net/publication/338092343_Augmented_reality_in_medical_education_a_systematic_review) (дата обращения: 30.10.2024).

4. Ли Х., и др. Дополненная реальность в хирургии: обзор текущих приложений и будущих направлений // Китайский журнал хирургии = Li X., et al. Augmented Reality in Surgery: A Review of Current Applications and Future Directions // Chinese Journal of Surgery. URL: [https://www.researchgate.net/publication/319224474\\_Recent\\_Development\\_of\\_Augmented\\_Reality\\_in\\_Surgery\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/319224474_Recent_Development_of_Augmented_Reality_in_Surgery_A_Review) (дата обращения: 30.10.2024).

5. Харченко М.Э., Дорохов В.А., Колесников М.И. Оценка влияния структурных особенностей кристалла на стойкость ДМОП транзисторов к ионизирующему излучению // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 128-136.

### References

1. Augmented reality in medicine. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dopolnennaya-realnost-v-meditsine/viewer> (date of access: 30.10.2024).

2. Practical experience of using augmented reality (AR) technology in the training of traumatologists-orthopedists. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskiy-opyt-ispolzovaniya-tehnologii-dopolnnoy-realnosti-ar-pri-obuchenii-travmatologov-ortopedov/viewer> (date of communication: 30.10.2024).

3. Zhang Y., et al. Application of augmented reality in medical education: a systematic review // Journal of Medical Education and Research // Journal of Medical Education and Research. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338092343\\_Augmented\\_reality\\_in\\_medical\\_education\\_a\\_systematic\\_review](https://www.researchgate.net/publication/338092343_Augmented_reality_in_medical_education_a_systematic_review) (date of address: 30.10.2024).

4. Li X., et al. Augmented reality in surgery: a review of current applications and future directions // Chinese Journal of Surgery. URL: [https://www.researchgate.net/publication/319224474\\_Recent\\_Development\\_of\\_Augmented\\_Reality\\_in\\_Surgery\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/319224474_Recent_Development_of_Augmented_Reality_in_Surgery_A_Review) (date of reference: 30.10.2024).

5. Kharchenko, M.E.; Dorokhov, V.A.; Kolesnikov, M.I. Estimation of the influence of the crystal structural features on the resistance of DMOS transistors to the ionizing radiation (in Russian) // Modeling of systems and processes. - 2022. - T. 15, № 3. - P. 128-136.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТРИК РАССТОЯНИЯ СДВИГОВЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ ПОЧТИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.А. Парамонов, А.В. Калач

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

Аннотация. По сей день мировая общественность сталкивается с проблемами возникновения чрезвычайных ситуаций, реагирования на них, а также моделирования и прогнозирования развития такого рода процессов. Обработка данных по причинам возникновения чрезвычайных ситуаций имеют критически важное значение для обеспечения безопасности населения, а также минимизации последствий разрушительных событий, вызванных источниками опасных ситуаций. Анализ накопленных исторических данных о чрезвычайных ситуациях и причинах их возникновения даёт возможность выявить и изучить систематические факторы динамики развития чрезвычайных ситуаций.

Одним из основных источников, вызывающих чрезвычайные ситуации, являются тропические циклоны. Данные природные явления характеризуются сильными ветрами, значительными осадками, а в прибрежных регионах и возникновением штормовых приливов. В настоящее время наблюдение за тропическими циклонами осуществляется в основном методами дистанционного спутникового зондирования, что ставит перед исследователями задачу по реализации и применению методов обработки и моделирования медиа данных. Большая часть методов и исследований направлена на анализ движения тропического циклона, то есть динамику его развития по скорости и направлению движения. В данной статье рассматривается подход анализа динамики развития структуры тайфуна на основе почти периодического анализа.

В работе рассматривается применения метрик расстояния, лежащих в основе сдвиговых функций – основного инструмента почти периодического анализа данных с упорядоченным аргументом. Приведены некоторые из метрик расстояния для сдвиговой функции и проведён анализ изображений тропического циклона "Нанмандол" при различных метриках оценки расстояния. Полученные результаты показали независимость получаемых почти периодов от вида применяемой метрики расстояния в сдвиговой функции.

Ключевые слова: почти период, анализ данных, обработка изображений, чрезвычайная ситуация, тропические циклоны, метрики.

## **APPLICATION OF SHIFT FUNCTION DISTANCE METRICS FOR NEAR PERIODIC ANALYSIS OF SATELLITE IMAGES**

A.A. Paramonov, A.V. Kalach

MIREA - Russian Technological University

Abstract. To this day, the world community faces the problems of emergencies, response to them, as well as modeling and forecasting the development of such processes. Processing data on the causes of emergencies is critical to ensure the safety of the population, as well as to minimize



the consequences of devastating events caused by the sources of dangerous situations. Analyzing accumulated historical data on emergencies and their causes makes it possible to identify and study systematic factors in the dynamics of emergency development.

One of the main sources causing emergencies is tropical cyclones. These natural phenomena are characterized by strong winds, significant precipitation and, in coastal regions, storm surges. At present, the observation of tropical cyclones is mainly carried out by satellite remote sensing methods, which poses a challenge to researchers to implement and apply methods of media data processing and modeling. Most of the methods and studies are aimed at analyzing the motion of a tropical cyclone, i.e., the dynamics of its development in terms of speed and direction of motion. This paper discusses the approach of analyzing the dynamics of typhoon structure development based on near periodic analysis.

This paper considers the application of distance metrics underlying shift functions - the main tool for almost periodic analysis of data with an ordered argument. Some of the distance metrics for the shear function are presented and images of tropical cyclone Nanmandol are analyzed under different distance estimation metrics. The results showed the independence of the obtained almost periods from the type of applied distance metric in the shear function.

Keywords: almost period, data analysis, image processing, emergency situation, tropical cyclones, metrics.

Структурный анализ исследуемых объектов, представленных в фото и видео форматах, позволяет выявить ключевые характеристики исследуемой структуры, а также критические уровни изменения в развитии исследуемой системы. В представленной работе предлагается сравнительная характеристика полученных результатов численного эксперимента, связанного с обработкой изображений с тропическими циклонами.

Тропические циклоны являются разрушительными стихийными явлениями, угрожающие как жизни людей, так и инфраструктурам государств, в первую очередь, граничащих, с Тихим океаном, где и происходят основные очаги зарождения тайфуном с дальнейшим их передвижением на сушу.

Чрезвычайные ситуации, возникающие с протеканием природного процесса, являются важным объектом для их изучения. Так, в статье [1] рассматривается оперативно - тактическая характеристика объекта массового пребывания людей в виде Киноконцертного зала «Октябрь» в городе Липецк. Авторами выполнен расчет требуемого количества оборудования, техники и численность личного состава для тушения и защиты помещений рассматриваемого объекта. На основе выполненных расчетов сделан вывод о том, что сил и средств для тушения пожаров смоделированных по первому или второму вариантам развития возможного пожара достаточно, привлечение дополнительных сил и средств по второму рангу пожара не является необходимым.

Ещё одним примером изучения к вопросу моделирования поведения динамики стихийного процесса является работа [2]. В статье рассмотрен возможный вариант развития пожаров в торгово-развлекательном центре с точки зрения решения инженерной задачи. В данной работе при расчете обеспечения ресурсами пожарных подразделений при тушении пожара на примере исследуемого объекта, предложена математическая модель, относящаяся к структурной модели, где объект представляют, как систему со своим устройством и механизмом функционирования. Разработана схема расстановки сил и средств на

момент локализации пожара в соответствии с выбранным сценарием развития пожара.

Переходя к вопросу о тропических циклонах, важной сферой жизнедеятельности людей является транспортная система, в частности, воздушно-транспортная сеть, которая очень сильно зависит от погодных условий, что является и следствием для обеспечения безопасности полётов. В исследовании [3] представлен анализ особенностей информационного и математического моделирования процесса управления обеспечением безопасности полетов. По результатам работы приводится математическая модель, сущность которой заключается в активном выявлении и прогнозировании возникновения опасных факторов летной деятельности до их проявления в полете. Модель включает в себя учет эффективности обеспечения безопасности полетов различными организационными группами на нескольких этапах подготовки полетов, а также анализ эффективности деятельности должностных лиц, что является достаточно важным фактором, поскольку люди до сих пор являются ключевыми представителями ролей за принятие решений. На основе предлагаемой математической модели была разработана система управления безопасностью полетов, которая предназначена для постоянного влияния на устранение опасных факторов, как на земле, так и в воздухе.

В представленной работе рассматривается подход почти периодического анализа на основе сдвиговой функции. Метод эффективно себя показал в результате обработки временных рядов, больших объёмов данных, чья природа относилась к погодным факторам [4]. На основе математического аппарата данного подхода к анализу систем с упорядоченным аргументом был реализован программный комплекс [5].

В основе подхода лежит понятие о сдвиговой функции, представляющей собой оценку расстояния между измеряемыми значениями исследуемого ряда. Для дискретного случая, когда исследуемая функция  $y(t)$  представлена набором значений в фиксированный момент времени –  $y_t$ , тогда для такой функции сдвиговая функция будет иметь вид

$$a(\tau) = \frac{1}{n - \tau} \cdot \sum_{t=1}^{n-\tau} |y_{t+\tau} - y_t|, \quad (1)$$

где  $n$  — общее число отсчётов функции  $y_t$ ;

$t$  — целые положительные и отрицательные числа, включая ноль;

$\tau$  — целое положительное число, значения почти-периодов.

Данный вид справедлив при использовании оценки модульного расстояния:

$$\rho(x, z) = \sum_{t=1}^n |x_t - z_t|. \quad (2)$$

При использовании квадратичной метрики расстояния (3), сдвиговая функция будет иметь вид (4)

$$\rho(x, z) = \sqrt{\sum_{t=1}^n (x_t - z_t)^2}, \quad (3)$$

$$a(\tau) = \frac{1}{n - \tau} \cdot \sqrt{\sum_{t=1}^{n-\tau} (y_{t+\tau} - y_t)^2}. \quad (4)$$

Особенность оценки рядов с упорядоченным аргументом состоит в независимости выбора метрики расстояния для получения ключевых почти периодических значений в структуре исследуемого ряда.

В качестве подтверждения полученных результатов были взяты изображения тропического циклона "Нанмандол", обрушившийся на берега Японии и Южной Кореи в сентябре 2022 года. Исходный фрагмент тропического циклона представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура тропического циклона

Для применения аппарата сдвиговой функции каждое изображение переводилось в полярные координаты, ввиду специфики структуры изучаемого объекта, после чего, относительно центра тайфуна происходило его преобразование в полярные координаты, результаты преобразований представлены на рис. 2.

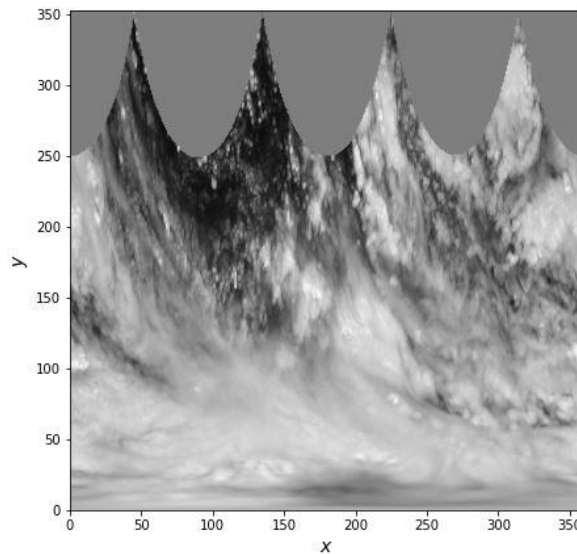


Рисунок 2 – Структура тропического циклона в полярных координатах

Для полученного изображения при фиксированных значениях полярных углов (значения по оси  $OX$ ), применяем аппарат сдвиговых функций на соответствующий набор значений радиус-векторов на основе (1) и (4). Полученные результаты представлены на рис. 3 и рис. 4, соответственно.

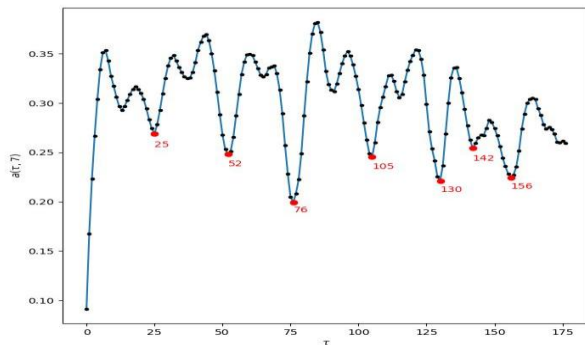


Рисунок 3 – Сдвиговая функция на основе (1)

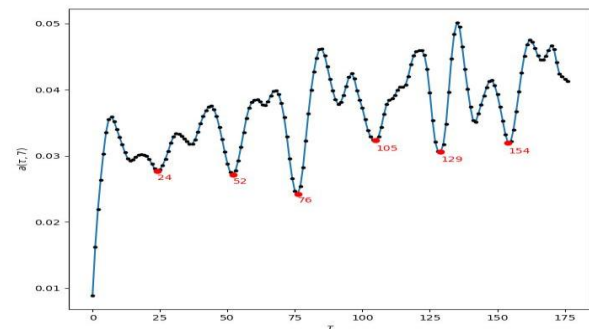


Рисунок 4 – Сдвиговая функция на основе (4)

Пример реализации кратных значений полученных почти периодических радиус-векторов отображены на исходном изображении на примере ярко выраженного значения почти периода 76 (рис. 5).

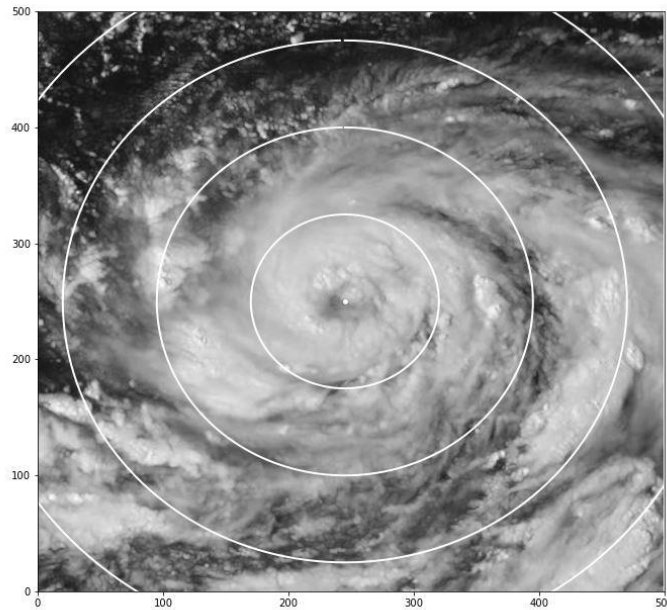


Рисунок 5 – Кратные почти периодическому радиус-вектору 75 окружности на исходном изображении в чёрно-белом формате

Таким образом, в результате применения математического аппарата сдвиговых функций для выявления в структурах с упорядоченным аргументом почти периодических компонент, было получено, что вне зависимости от основания метрики рассеяния, которая ложится в основу сдвиговой функции, получаемые характерные значения почти периодов остаются без изменений.

### Список литературы

1. Сазонова, С. А. Моделирование вариантов развития пожара на объекте массового пребывания людей / С. А. Сазонова, Т. В. Зязина, В. А. Горюнов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 69-81.
2. Сазонова, С. А. Моделирование возможной обстановки при пожаре на объектах с массовым пребыванием людей / С. А. Сазонова, Е. Н. Епифанов, В. Ф. Асминин, Н. В. Мозговой, А. А. Осипов, Е. В. Дружинина, С. Н. Кораблин // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 85-96.
3. Шипилова, Е. А. Математическое моделирование и программная реализация процесса управления обеспечением безопасности полетов и деятельностью авиационного персонала / Е. А. Шипилова, А. А. Платонов, Р. Ф. Равлык, А. А. Господ // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 100-109.
4. Парамонов, А. А. Современные аспекты анализа больших данных с упорядоченным аргументом / А. А. Парамонов, Т. Е. Смоленцева, А. В. Калач // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 04–06 декабря 2023 года. – Воронеж: ООО "Вэлборн", Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2024. – С. 609-613.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024663550 Российская Федерация. «Программа для определения почти-периодов в эмпирических данных с упорядоченным аргументом на основе сдвиговой функции» : № 2024661738 : заявл. 21.05.2024 : опубл. 07.06.2024 / Б. А. Крынецкий, В. А. Данилова, А. А. Парамонов [и др.] ; заявитель Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний».

### References

1. Sazonova S.A., Zyazina T.V., Goryunov V.A. Modeling of variants of fire development at the object of mass stay of people // Modeling of systems and processes. - 2022. - V. 15, № 3. - pp. 69-81.

2. Sazonova, S.A.; Epifanov, E.N.; Asminin, V.F.; Mozgovoy, N.V.; Osipov, A.A.; Druzhinina, E.V.; Korablin, S.N. Modeling of a possible situation at a fire at the objects with a mass stay of people (in Russian) // Modeling of systems and processes. - 2022. - V. 15, № 1. - pp. 85-96.

3. Shipilova, E.A.; Platonov, A.A.; Ravlyk, R.F.; Lord, A.A. Mathematical modeling and program realization of the process of the flight safety and aviation personnel activity management (in Russian) // Modeling of systems and processes. - 2022. - V. 15, № 2. - pp. 100-109.

4. Paramonov, A. A. Modern aspects of big data analysis with an ordered argument / A. A. Paramonov, T. E. Smolentseva, A. V. Kalach // Actual problems of applied mathematics, computer science and mechanics : proceedings of the International Scientific Conference, Voronezh, December 04-06, 2023. - Voronezh: LLCCompany "Welborn", Publishing House "Research Publications", 2024. - pp. 609-613.

5. Certificate of State Registration of Computer Program No. 2024663550 Russian Federation. "Program for determination of near-periods in empirical data with ordered argument on the basis of shift function" : No. 2024661738 : filed. 21.05.2024 : published 07.06.2024 / B. A. Krynetsky, V. A. Danilova, A. A. Paramonov [et al.] ; applicant Federal State Educational Institution of Higher Education "Voronezh Institute of the Federal Service for the Execution of Punishments".

## **АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ**

Р.В. Дорошенко<sup>1</sup>, А.В. Прокофьев<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Региональные системы комплексной безопасности»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к выявлению аномалий в системах информационной безопасности с использованием нечеткой логики для анализа временных рядов. Аномалии могут сигнализировать о сбоях или угрозах безопасности, и для их эффективного обнаружения необходимо гибкое описание нормального поведения системы, позволяющее учитывать допустимые отклонения. Нечеткая логика адаптирует модели к изменениям в поведении системы и помогает выявлять сложные аномалии, которые традиционные методы могут пропустить. Статья также обсуждает важность прогнозирования угроз на основе исторических данных, моделирования тенденций и динамической адаптации систем. Рассматриваются гибридные подходы, включая нейро-нечеткие системы и комбинации с машинным обучением. Особое внимание уделяется вызовам, связанным с настройкой моделей, обработкой больших данных и объяснением решений.

Ключевые слова: нечеткая логика, временные ряды, обнаружение аномалий, информационная безопасность, прогнозирование угроз.

## **TIME SERIES ANALYSIS WITH FUZZY LOGIC FOR THREAT PREDICTION IN INFORMATION SECURITY**

R.V. Doroshenko<sup>1</sup>, A.V. Prokofyev<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LLC "Regional Systems of Comprehensive Security"

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University"

Abstract. The article discusses approaches to anomaly detection in information security systems using fuzzy logic for time series analysis. Anomalies can signal system failures or security threats, and effective detection requires a flexible description of normal system behavior that accounts for permissible deviations. Fuzzy logic adapts models to changes in system behavior and helps identify complex anomalies that traditional methods may miss. The article also emphasizes the importance of threat prediction based on historical data, trend modeling, and dynamic system adaptation. Hybrid approaches are considered, including neuro-fuzzy systems and combinations with machine learning. Special attention is given to challenges related to model tuning, big data processing, and explaining decision-making processes.

Keywords: fuzzy logic, time series, anomaly detection, information security, threat prediction.

Обнаружение аномалий – одна из ключевых задач в анализе временных рядов для обеспечения информационной безопасности. Аномалии могут сигнализировать о различных деструктивных воздействиях или нарушениях в работе системы [1].

Использование нечетких правил для описания нормального поведения: Временные ряды часто характеризуются сложной структурой данных, где нормальное поведение системы может включать в себя множество допустимых отклонений. Нечеткие правила позволяют описывать это поведение гибко, без жестких границ, что помогает лучше учитывать вариативность данных.

Адаптация к изменениям в поведении системы: Системы информационной безопасности должны адаптироваться к изменениям, которые могут происходить в нормальной работе. Например, сезонные колебания или изменения в поведении пользователей могут влиять на временные ряды. Нечеткая логика позволяет системе учитывать эти изменения и адаптировать свои модели для поддержания высокой точности обнаружения аномалий.

Выявление сложных аномалий: Некоторые виды аномалий могут быть неочевидными и проявляться через комбинацию небольших отклонений в нескольких временных рядах [2]. Нечеткая логика помогает интегрировать информацию из различных источников и выявлять сложные, мультифакторные аномалии, которые могли бы остаться незамеченными при использовании традиционных методов анализа.

Прогнозирование угроз – важный аспект проактивного обеспечения безопасности. С использованием временных рядов и нечеткой логики можно создавать модели, которые предсказывают возможные инциденты на основе исторических данных [3].

Моделирование тенденций и аномалий: Нечеткая логика позволяет моделировать тенденции во временных рядах, учитывая неопределенность и возможные шумы. Это особенно важно для прогнозирования, так как модели могут учитывать различные сценарии развития событий, основываясь на предыдущем опыте и текущих данных.

Предсказание вероятности угрозы: Нечеткие модели могут использоваться для предсказания вероятности возникновения угрозы на основе текущего состояния временных рядов. Например, если определенные параметры начинают показывать отклонения, система может использовать нечеткие правила для оценки вероятности, что эти отклонения приведут к инциденту безопасности [4].

Динамическая адаптация моделей: Прогнозирующие модели, основанные на нечеткой логике, могут динамически адаптироваться к изменяющимся условиям. Это позволяет системе оставаться эффективной даже при изменении характера временных рядов, например, при переходе на новые типы данных или при изменении профилей угроз.

Для достижения максимальной эффективности анализа временных рядов в системах информационной безопасности нечеткая логика может быть интегрирована с другими методами, такими как машинное обучение, статистический анализ и глубокое обучение [4].



Нейро-нечеткие системы: Комбинация искусственных нейронных сетей и нечеткой логики (нейро-нечеткие системы) позволяет создавать модели, которые могут обучаться на данных и одновременно учитывать неопределенности. [5] Эти системы могут использоваться для более точного обнаружения аномалий и прогнозирования угроз, сочетая преимущества глубокого обучения и гибкость нечеткой логики.

Фуззификация временных рядов: Нечеткая логика может использоваться для предварительной обработки временных рядов, так называемой "фуззификации", где данные преобразуются в нечеткие множества. Это позволяет моделям лучше справляться с шумами и неопределенностью, а также улучшает их способность выявлять скрытые паттерны в данных.

Гибридные методы анализа: В некоторых случаях наиболее эффективным подходом является использование гибридных методов, которые объединяют нечеткую логику с традиционными статистическими методами или алгоритмами машинного обучения. Такие подходы могут быть особенно полезны для анализа больших объемов данных и повышения точности в условиях высоких требований к безопасности [6].

Применение нечеткой логики в анализе временных рядов для обеспечения информационной безопасности сталкивается с рядом вызовов, но также открывает перспективы для дальнейшего развития:

Сложность настройки и оптимизации: Разработка и настройка нечетких моделей требует глубоких знаний в области математического моделирования и специфики данных. Оптимизация таких моделей для работы в реальном времени остается технически сложной задачей.

Эффективность в условиях больших данных: Временные ряды, генерируемые современными системами, могут достигать огромных объемов данных. Применение нечеткой логики в таких условиях требует разработки эффективных алгоритмов, способных обрабатывать большие объемы данных с высокой скоростью.

Интерпретация результатов: Объяснимость решений, принимаемых на основе нечеткой логики, остается важным аспектом. Необходимо разрабатывать методы, которые позволят операторам информационной безопасности понимать логику работы системы и причины, по которым та или иная активность была классифицирована как угроза.

Интеграция с новыми технологиями: С развитием новых технологий, таких как искусственный интеллект и квантовые вычисления, появятся новые возможности для интеграции нечеткой логики с более продвинутыми методами анализа данных. Это позволит создавать еще более мощные и адаптивные системы обеспечения информационной безопасности.

#### Выводы

Нечеткая логика представляет собой мощный инструмент для анализа временных рядов в системах обеспечения информационной безопасности, предлагая гибкость и адаптивность в условиях неопределенности и сложных данных. Развитие этой области будет способствовать созданию более надежных

и интеллектуальных систем, способных эффективно защищать информационные ресурсы в условиях постоянно меняющихся угроз.

Искусственные нейронные сети (ИНС) и нечеткая логика могут быть тесно интегрированы для решения задач анализа временных рядов в системах обеспечения информационной безопасности. Эти две технологии обладают различными, но взаимодополняющими свойствами, что делает их совместное использование особенно эффективным в условиях сложных, нелинейных и неопределенных данных.

### **Список литературы**

1. Бабушкина И. А., Котельников, А. А. Нечеткая логика и ее применение в системах обработки данных // Научные труды. Серия "Информатика". – 2021. – Т. 12. – С. 34-45.

2. Дьяков, А. В., Семенов, П. И. Методы анализа временных рядов для мониторинга информационной безопасности // Вестник информационной безопасности. – 2022. – № 4. – С. 56-62.

3. Кузнецов, С. Н. Прогнозирование угроз на основе анализа временных рядов и нечеткой логики // Технологии безопасности информации. – 2023. – Т. 8. – С. 78-90.

4. Петрова, Е. А., Васильев, Р. М. Гибридные методы анализа больших данных для обеспечения безопасности // Журнал компьютерных наук и информационных технологий. – 2020. – № 6. – С. 12-22.

### **References**

1, Babushkina, I. A., Kotelnikov, A. A. Nechyetskaya logika i yey primeneniye v sistemakh obrabotki dannykh // Nauchnyye trudy. Seriya "Informatika". – 2021. – Т. 12. – S. 34-45.

2. D'yakov, A. V., Semenov, P. I. Metody analiza vremennykh ryadov dlya monitoringa informatsionnoy bezopasnosti // Vestnik informatsionnoy bezopasnosti. – 2022. – № 4. – S. 56-62.

3. Kuznetsov, S. N. Prognozirovaniye ugroz na osnove analiza vremennykh ryadov i nechetkoy logiki // Tekhnologii bezopasnosti informatsii. – 2023. – Т. 8. – S. 78-90.

4. Petrova, E. A., Vasilyev, R. M. Gibridnyye metody analiza bol'shikh dannykh dlya obespecheniya bezopasnosti // Zhurnal komp'yuternykh nauk i informatsionnykh tekhnologiy. – 2020. – № 6. – S. 12-22.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗА ПРОДАЖ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ КОРРЕЛЯЦИИ И РЕГРЕССИИ**

Б.Я. Петров, В.И. Анциферова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе обсуждаются вопросы прогнозирования финансовой деятельности в контексте стратегического развития организации. Также подробно представлен один из экономико-математических алгоритмов, используемых для прогнозирования финансовых результатов работы организации.

Ключевые слова: Прогнозирование доходов, экономико-математические подходы, корреляционно-регрессионный анализ.

## **RESEARCH AND DEVELOPMENT OF SALES FORECAST MODELS BASED ON CORRELATION AND REGRESSION**

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

B.Ya. Petrov, V.I. Antsiferova

Abstract. The paper discusses the issues of forecasting financial activity in the context of the strategic development of the organization. It also presents in detail one of the economic and mathematical algorithms used to forecast the financial results of the organization.

Keywords: Income forecasting, economic and mathematical approaches, correlation and regression analysis.

Современному рынку присущи такие характеристики, как динамичность, глобальность и оперативность. Тенденции всегда будут показывать значение прогнозов прибыли. Эффективная система помогает увидеть изменения, которые происходят в рынке и разработать стратегию для фирмы. Но, несмотря на такой этап как планирования, российские фирмы применяют не самые лучшие механизмы, которые не подходят нашим требованиям. Изложено в статье И.А. Данилова, одним из недостатков отечественной системы планирования является то, что планово-экономические службы продолжают создавать большое количество документов, большинство из которых не пригодно для проведения финансового анализа и других операций из-за их высокой трудоемкости [2, с.123]. Можно сделать вывод, что механизм планирования на российских предприятиях обладает недостаточным уровнем, к сожалению, что приводит его к множеству проблем и отрицательно сказывается на качестве. Соответственно, необходимость разработки экономико-математических моделей, которые спо-

собны сделать анализ финансового состояния предприятия с необходимой точностью и надежностью.

С практической точки зрения существует большое количество методик, которые могут предсказать прибыль фирмы, но я считаю, что самым лучшим способом являются математические алгоритмы.

На примере алгоритма для прогнозирования финансовых результатов деятельности фирмы: использование корреляционно-регрессионного анализа для определения факторов, наиболее сильно влияющих на прибыль исследуемого предприятия.

Данный метод сможет дать возможность провести анализ изменение прибыли путем внешних и внутренних манипуляций факторов, что является очень актуальным в условиях современной нестабильной экономики.

Самые главные рыночные факторы, которые могут повлиять на прибыль фирмы, представлены в таблице 1. В этой модели главным фактором является выручка, потому что этот фактор влияет на финансовый результат.

Изучение среднего дохода на душу населения и уровня безработицы в городе Воронеж позволяет оценить состояние рынка, как в сфере потребительских товаров, так и в области химической продукции. Средний доход на душу населения влияет на динамику внутреннего рынка труда, воздействуя на спрос, на товары и услуги, а уровень безработицы отражает состояние экономики и социальной сферы.

Связь между инфляцией и курсом доллара очевидна, особенно с учетом резких колебаний показателей с 2014 года. Снижение стоимости рубля имеет большие последствия для всей экономики. Поскольку в России степень снижения зависит от импорта различных товаров, низкий курс рубля приводит к росту цен на импортируемую продукцию, что отрицательно влияет на рынок потребительских товаров.

Для построения модели были использованы данные торговой организации за период с 2010 по 2016 годы, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Данные для построения экономико-математической модели

Период	Прибыль от продаж, тыс.руб.	Выручка, тыс.руб.	Кредиты и займы, тыс.руб.	Дебиторская задолженность, тыс.руб.	Денежные доходы населения РТ, руб./месяц	Численность безработных в РТ, чел.	Инфляция, %	Курс доллара, руб.
	у	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
2010	890	12 013	1 000	1 400	18 423	126 285	8,00	30,00
2011	19 470	69 600	13 564	10 300	20 222	94 872	6,10	29,39
2012	8 900	26 273	9 121	3 030	24 004	84 589	6,58	31,09
2013	23 980	87 012	15 988	9 078	26 161	80 702	6,45	31,00
2014	15 689	78 119	11 104	5 247	29 830	80 756	11,36	38,00
2015	22 419	89 651	3 600	4 812	32 163	82 000	12,91	60,00
2016	31 784	109 053	20 790	15 589	32 813	81 600	5,38	67,00

Самая главная проблема для использования регрессионного анализа является мультиколлинеарность. Чтобы оценить его факторы, надо использовать определение матрицы парных коэффициентов корреляции и пользоваться программой «Корреляция» из надстройки «Анализ данных» в Microsoft Excel.

Такой вид матриц парных коэффициентов показывает корреляцию как между результирующим показателем и каждым из факторов, так и между самими факторами. В результате работы программы «Корреляция» была рассчитана матрица парных коэффициентов корреляции. Корреляционная матрица для фактора «Прибыль от продаж» с выбранным набором независимых факторов представлена в табл. 2.

Таблица 2 - Рассчитанные коэффициенты

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
y	1							
x1	0,964116	1						
x2	0,763943	0,669653	1					
x3	0,872628	0,781622	0,900894	1				
x4	0,726909	0,792405	0,372196	0,418463	1			
	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
x5	-0,73102	-0,72964	-0,59362	-0,45495	-0,76544	1		
x6	-0,11836	0,09777	-0,59649	-0,50633	0,392258	-0,12267	1	
x7	0,670736	0,676669	0,248412	0,492562	0,838012	-0,41105	0,243352	1

Изучив матрицу коэффициентов корреляции, можно подумать, что между факторами существует мультиколлинеарность. Факторы x3 и x4 являются коллинеарными, поэтому их нужно исключить из модели

Показатель множественной корреляции R равноправен 0,99, что свидетельствует о высокой степени зависимости между самостоятельными неустойчивыми (X) и зависимой неустойчивой (Y). Количество степеней воли (df) одинаково 6. На основе разбора возможно скомпилировать регрессионное сравнение следующего вида:

$$Y = 30070,95 + 0,32 \cdot X1 - 0,68 \cdot X2 - 0,14 \cdot X5 - 1933,24 \cdot X6 + 48,66 \cdot X7. (1)$$

Уравнение (1) показывает, что увеличение выручки и курса доллара на 1 п.п. приводит к росту прибыли на 0,32 и 48,66 п.п. соответственно. В то же время увеличение кредитов и займов на 1 п.п. снижает прибыль на 0,68 п.п., а рост безработицы и инфляции ведет к уменьшению прибыли на 0,14 и 1933,34 п.п.

Следовательно, посредством корреляционно-регрессионного анализа возможно напрогнозировать изменения прибыли, активизированные как внутренними, так и внешними факторами, что исключительно существенно среди народнохозяйственной непостоянности и неопределенности. Впрочем, при создании скоротечного прогноза необходимо обдумывать месторасположение компании, каналы реализации и номенклатуру изделий, дабы организовать самостоятельные модификации для прогнозного разбора и учитывать грядущие поступления, какие впоследствии могут быть использованы для увеличения цены с маленькими погрешностями.

Основная проблема предсказания прибыли заключается в том, что отсутствует методология. Каждый метод изобретается для специальной ситуации и оказывается эффективным только для решения очень узкого круга задач.

### Список литературы

1. Горуфалдин М.П. Проводить анализ финансовых результатов от реализации продуктов фирмы с корреляционно-регрессионного метода / Горуфалдин М.П. // Вестник КГФЭИ. – 2009. – № 2. – С. 37-43.
2. Данилов И.А. Теоретические аспекты бюджетирования как современной эффективной технологии корпоративного финансового планирования / И.А. Данилов // Вестник Челябинского государственного университета. Экономика. - 2009. – Вып. 20. - № 9 (147). – С. 123-129.
3. Карпиков В.П. Применение методов прогнозного анализа для дальнейшей части средств по // Вестник КГФЭИ. – 2006. – № 4 (5). – С. 43–46.
4. Мокущенко М.Я. Понятие формирования и планирования прибыли. – 2016.
5. Моисеева Н.В. Выбор способа планирования прибыли фирмы от продаж / Н.В. Моисеева // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 5. – С. 156-160.

### References

1. Gorufaldin M.P. Conducting an analysis of financial results from the sale of company products using the correlation-regression method / Gorufaldin M.P., // Bulletin of KGFEI. - 2009. - No. 2. - P. 37-43.
2. Danilov I.A. Theoretical aspects of budgeting as a modern effective technology of corporate financial planning / I.A. Danilov // Bulletin of the Chelyabinsk State University. Economics. - 2009. - Issue. 20. - No. 9 (147). - P. 123-129.
3. Karpikov V.P. Application of predictive analysis methods for the further part of funds // Bulletin of KGFEI. - 2006. - No. 4 (5). - P. 43-46.
4. Mokushchenko M.Ya. The concept of profit formation and planning. - 2016.
5. Moiseeva N.V. Selection of the sales profit planning method / N.V. Moiseeva // Audit i finansovyy analiz. – 2011. – № 5. – S. 156-160.

## ЭКВИВАЛЕНТ В МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ

И.А. Поярков, Е.С. Ильин  
ilya.poyarkov776@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

**Аннотация.** Эквивалентность в контексте информационных технологий является важной концепцией, лежащей в основе множества аспектов разработки программного обеспечения и теоретической информатики. Настоящая работа рассматривает понятие эквивалентности, её виды и применение в области ИТ. Эквивалентность программных решений, алгоритмов и логических выражений позволяет обеспечить корректность работы программ, оптимизировать их производительность и снизить вероятность ошибок. В статье обсуждаются подходы к проверке эквивалентности программного кода, логической эквивалентности выражений и методов оптимизации эквивалентных решений. Анализируются преимущества использования эквивалентности в программировании, такие как повышение надежности и эффективности программ, а также выявляются трудности, связанные с проверкой полной эквивалентности и оптимизацией алгоритмов. Работа подчеркивает значимость эквивалентности в современных системах разработки программного обеспечения и её роль в улучшении качества программного продукта.

**Ключевые слова:** эквивалентность, логика, алгоритмы, программирование, теории множеств.

## EQUIVALENT IN MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

I.A. Poyarkov, E.S. Ilyin  
ilya.poyarkov776@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

**Abstract.** Equivalence in the context of information technology is an important concept that underlies many aspects of software development and theoretical computer science. This paper explores the concept of equivalence, its types, and its application in the IT field. Equivalence of software solutions, algorithms, and logical expressions ensures the correct functioning of programs, optimizes their performance, and reduces the likelihood of errors. The article discusses approaches to verifying code equivalence, logical equivalence of expressions, and methods for optimizing equivalent solutions. The advantages of using equivalence in programming, such as improving the reliability and efficiency of programs, are analyzed, as well as the challenges associated with verifying full equivalence and optimizing algorithms. The paper emphasizes the importance of equivalence in modern software development systems and its role in improving software quality.

**Keywords:** equivalence, logic, algorithms, programming, set theory.

Эквивалентность — это фундаментальное понятие в теории программирования и информатики, которое описывает ситуацию, при которой два объекта

(программы, алгоритмы, логические выражения) дают одинаковый результат при одинаковых входных данных. Существует несколько видов эквивалентности, включая синтаксическую эквивалентность (совпадение по структуре), семантическую эквивалентность (совпадение по функциональности) и логическую эквивалентность (равнозначность логических выражений). Эти виды эквивалентности важны для оптимизации программного кода, поскольку позволяют находить альтернативные, но эквивалентные решения для ускорения работы программы или улучшения её структуры [1].

Для проверки эквивалентности применяются разные методы, каждый имеет свои плюсы и минусы. К таким методам относятся: статический анализ кода, тестирование и т.д. Однако задача проверки полной эквивалентности может быть очень трудной, особенно для сложных и объёмных программ. Не зря считают ИТ-специалисты, её актуальной проблемой в ИТ-сфере.

Синтаксическая эквивалентность имеет такое свойство, что два кода или выражения, могут выглядеть как две капли воды и быть написаны одними и теми же символами и правилами грамматики языка программирования. Такое свойство научно называется одинарная структура [2].

Например, два следующих выражения в коде:

```
int z = 5;
int v = z + 2;
int z = 5;
int v = 5 + 2;
```

Они синтаксически неэквивалентны. Так как в первом случае используется переменная `z`, а во втором её значение `5`. Однако в случае, если выражения абсолютно идентично схожи по структуре и символам, они будут считаться синтаксически эквивалентными [3].

Преимущества синтаксической эквивалентности:

1. Легкость проверки: Сравнение на уровне символов и структур в коде, намного проще, чем анализ поведения программы.
2. Поддержка инструментов статического анализа. Простой инструмент, который использует синтаксическую эквивалентность, для анализа кода и выявление ошибок.

Недостатки синтаксической эквивалентности:

1. Синтаксически эквивалентные программы не обязательно работают одинаково. Программы могут быть эквивалентны синтаксически, но они отличаться по поведению, если контекст выполнения изменяет их работу. Например, из-за разных значений переменных или условий выполнения, программы будут работать различно.

Логическая эквивалентность — углубленный уровень эквивалентности, чем синтаксическая. В логической эквивалентности два выражения или программы, могут иметь разную структуру или быть синтаксически различны, но давать один и тот же результат при любых условиях выполнения. Это очень важная концепция в программировании и математической логике, особенно, если это касается разработки и программ [5].



Пример логической эквивалентности в программировании:

```
if (i > j) {  
    return true;  
} else {  
    return false;  
}  
И  
return i > j;
```

Эти два фрагмента синтаксически абсолютно разные, но логически эквивалентны, то есть равны. Они выполняют одну и ту же функцию — возвращают результат сравнения `i` и `j`.

Преимущества логической эквивалентности:

1. Повышает гибкость программирования: Разработчик может писать программу абсолютно разными способами, и гарантировано получит один и тот же результат.

2. Оптимизация программ. Логическая эквивалентность позволяет заменить, сложные фрагменты кода, на более простые, получая тот же результат.

Недостатки логической эквивалентности:

1. Трудность проверки заключается в вычислительной сложности задач автоматической проверки логической эквивалентности. Это особо видно на больших, объёмных и сложных программах. В некоторых случаях, иногда просто не решаемой.

2. Необходимость формальных методов: требуется для сложных программ, использование формальной верификации, что требует для программиста обширных знаний и значительных усилий [6].

Таким образом, эквивалент представляет собой концепцию, которая описывает равнозначность различных объектов в программировании и информатике, таких как программы, алгоритмы или логические выражения, при условии, что они дают одинаковые результаты на одинаковых входных данных.

### Список литературы

1. Касьянов, В. В. Теория алгоритмов и вычислимости : учебное пособие / В. В. Касьянов ; Московский государственный университет. – Москва: МГУ, 2011. – 320 с.

2. Гринченко, С. Н. Формальные методы программирования: учебное пособие / С. Н. Гринченко, С. А. Пузырев; Санкт-Петербургский политехнический университет. – Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2006. – 250 с.

3. Левин, И. Б. Алгоритмы и структуры данных: учебное пособие / И. Б. Левин, Е. А. Лившиц; Московский государственный университет. – Москва: МГУ, 2010. – 340 с.

4. Гаврилов, Г. П. Методы оптимизации программ: монография / Г. П. Гаврилов, Ю. И. Розенблюм; Московский институт электроники и математики. – Москва: Радио и связь, 1987. – 210 с.

5. Ильин, И. В. Программирование: синтаксис и семантика языков: учебное пособие / И. В. Ильин; Московский государственный технический университет. – Москва: Бином, 2009. – 312 с.

6. Мищенко, С. Г. Формальные языки и грамматики в программировании / С. Г. Мищенко, А. Н. Шевцов; Московский государственный технический университет. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 230 с.

7. Скрыпников А.В., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Бакаев Д.Н., Минакова А.А., Бутенко А.О. Моделирование рисков реализации проектов развития предприятий мясоперерабатывающей промышленности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 77-83.

### References

1. Kasyanov, V. V. Theory of Algorithms and Computability: A Textbook / V. V. Kasyanov; Moscow State University. – Moscow: MSU, 2011. – 320 p.

2. Grinchenko, S. N. Formal Methods of Programming: A Textbook / S. N. Grinchenko, S. A. Puzyrev ; Saint Petersburg Polytechnic University. – Saint Petersburg: SPbPU, 2006. – 250 p.

3. Levin, I. B. Algorithms and Data Structures: A Textbook / I. B. Levin, E. A. Livshits; Moscow State University. – Moscow: MSU, 2010. – 340 p.

4. Gavrilov, G. P. Methods of Program Optimization: A Monograph / G. P. Gavrilov, Yu. I. Rozenblyum ; Moscow Institute of Electronics and Mathematics. – Moscow: Radio i Svyaz, 1987. – 210 p.

5. Ilyin, I. V. Programming: Syntax and Semantics of Languages: A Textbook / I. V. Ilyin; Moscow State Technical University. – Moscow: Binom, 2009. – 312 p.

6. Mishchenko, S. G. Formal Languages and Grammars in Programming / S. G. Mishchenko, A. N. Shevtsov; Moscow State Technical University. – Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2012. – 230 p.

7. Skrypnikov, A.V.; Stukalo, O.G.; Denisenko, V.V.; Bakaev, D.N.; Minakova, A.A.; Butenko, A.O. Modeling of the risks of implementation of development projects of meat processing enterprises // Modeling of systems and processes. - 2022. - Т. 15, № 3. - С. 77-83.

## **УПРАВЛЕНИЕ ИТ-ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: РОЛЬ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

А.В. Рудова, К.А. Андреева, М.Е. Коржова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматривается роль системного анализа как ключевого инструмента для эффективного управления ИТ-проектами в условиях неопределенности. Системный анализ позволяет выявлять взаимосвязи между компонентами проекта, оценивать потенциальные риски и выработать стратегии для их минимизации.

Ключевые слова: проект, управление, системный анализ, инструмент, взаимосвязь.

## **IT PROJECT MANAGEMENT UNDER UNCERTAINTY: THE ROLE OF SYSTEM ANALYSIS**

A.V. Rudova, K.A. Andreeva, M.E. Korzhova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines the role of system analysis as a key tool for effective IT project management under uncertainty. System analysis allows to identify interrelationships between project components, assess potential risks and develop strategies to minimize them.

Keywords: project, management, system analysis, tool, relationship.

### **Введение**

С каждым годом проекты в ИТ-индустрии становятся масштабнее, что порождает проблему сложности управления в условиях неопределенности. Увеличение объема и сложности проектов приводит к многоуровневым архитектурам, разнообразию технологических стеков, а также к необходимости управлению большими командами специалистов. Эти факторы создают новые вызовы, которые требуют инновационных подходов к управлению.

### **Основные понятия**

При разработке сложных проектов возникает необходимость в интеграции различных систем и компонентов. Это требует глубокого понимания взаимодействий между ними и может привести к новым источникам риска, поэтому это усложняет процесс принятия решений, так как ошибка или изменение в компоненте могут вызвать каскадные эффекты в других частях системы. И в данном случае системный анализ позволяет визуализировать и понимать эти взаимосвязи, выявлять критические зависимости и минимизировать риски [1,2].

ИТ-проекты часто сталкиваются с быстрыми изменениями требований и технологий, это возможно из-за не корректных требований заказчика, изменений законодательства или целей компании, тогда традиционные методы управления проектами, основанные на четком планировании и фиксированных сроках, зачастую оказываются неэффективными. Гибкие методологии, такие как Agile и Scrum, становятся более популярными, так как они акцентируют внимание на итеративном подходе, позволяющем адаптироваться к изменениям на всех этапах разработки.

Сложные проекты требуют участия множества специалистов, и эффективность проектной команды напрямую зависит от качества её взаимодействия. Разнообразие мнений, уровней опыта и подходов к работе может привести как к инновациям, так и к недопониманиям и конфликтам.

Системный анализ помогает определить архитектуру проекта и выявить основные компоненты, системы и их взаимодействия. Это позволяет создать четкую картину того, как различные элементы влияют друг на друга, что особенно важно в сложных многоуровневых архитектурах. Для наглядного понимания проекта лучше всего использовать методологию UML проектирования, которая наглядно может представить будущую систему и произвести оценку рисков [3].

Рассмотрим подробнее определение и этапы системного анализа ИТ проектов. Системный анализ помогает выявить и четко определить требования заинтересованных сторон, что минимизирует риски недопонимания и ошибок на стадии проектирования. С использованием методов моделирования (например, UML, BPMN) проектные команды могут визуализировать процессы и взаимодействия внутри системы, что облегчает анализ текущих процессов и выявление узких мест. А также, это позволит провести анализ рисков и разработать стратегии для их снижения и повысить вероятность успешного выполнения проекта.

Стоит отметить важность такого аспекта как выбор альтернатив, поскольку при системном анализе можно выявить множество вариантов реализации и следует выбрать наиболее подходящее решение для достижения целей проекта.

На всех этапах разработки необходима обратная связь всех участников проекта, которая позволит корректировать курс проекта в реальном времени. Но, чем масштабнее проект, тем сложнее становится процесс коммуникации. Нехватка прозрачности между командами может привести к недопониманиям и ошибкам. Системный анализ создает основу для построения прозрачной структуры проекта, где все участники могут быть в курсе текущего состояния работы и изменений. Использование подходов, таких как визуализация данных и диаграммы потоков, может значительно повысить уровень понимания проектных процессов и облегчить инициирование необходимых изменений [4,5].

### **Заключение**

Увеличение масштабов ИТ-проектов создает новые вызовы для управления в условиях неопределенности. Эффективное применение системного анализа может оказать значительное влияние на успешность этих проектов, позволяя выявлять и управлять рисками, адаптироваться к изменениям, улучшать

коммуникацию и обеспечивать гибкость в принятии решений. Следует отметить, что те организации, которые смогут адаптироваться к этим изменениям с помощью аналитического подхода, смогут сохранить конкурентное преимущество в стремительно меняющемся мире информационных технологий.

### **Список литературы**

1. Tyulkubayeva A., Nurseiytova G., Koshenov Y. Управление мотивацией команды проекта в методологии Agile // ECONOMIC Series of the Bulletin of the LN Gumilyov ENU. – 2024. – С. 209-226.

2. Внуковский Н. И. Управление рисками при управлении it-проектами в условиях повышенной неопределенности //международный научный журнал инновационная наука. – 2024. – с. 127.

3. Терентьева З. С., Хализова И. А. Гибкие методы управления проектами, анализ и сравнение // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – № 1 (26). – С. 374-376.

4. Касьянова Е. В. Развитие гибких навыков будущих ИТ-инженеров в условиях медиапроектной деятельности при обучении информационным технологиям : дис. – Сибирский федеральный университет, 2024.

5. Bushueva L. I., Afanasyev V. B. Management of digital transformation of the sales and operations planning process in an organization // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики севера. – 2024. – С. 53.

### **References**

1. Tyulkubayeva A., Nurseiytova G., Koshenov Y. Project team motivation management in Agile methodology //ECONOMIC Series of the Bulletin of the LN Gumilyov ENU. – 2024. – P. 209-226.

2. Vnukovskiy N. I. Risk management in it projects management in conditions of high unpredictability // international scientific journal innovation science. – 2024. – P. 127.

3. Terentyeva Z. S., Khalizova I. A. Flexible methods of project management, analysis and comparison // Azimut Scientific Research: Economics and Management. – 2019. – Т. 8. – №. 1 (26). – P. 374-376.

4. Kasyanova E. V. Development of flexible skills of future IT-engineers in the conditions of media project activity in teaching information technologies : a dissertation. - Siberian Federal University, 2024.

5. Bushueva L. I., Afanasyev V. B. Management of digital transformation of the sales and operations planning process in an organization // corporate management and innovation development of the northern economy. – 2024. – P. 53.

## **ПЕРЕВОД ЧИСЕЛ ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНОГО АЛГОРИТМА И СХЕМЫ ГОРНЕРА**

А.А. Спицын, В.И. Анциферова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В ходе работы мы рассматриваем историю создания схемы Горнера и практическое применение этого алгоритма. Просмотрены доступные источники для более подробного изучения темы работы.

Ключевые слова: история создания, изменения, которые принесли открытия этой схемы, роль в области математики, анализ.

## **NUMBER TRANSLATION USING A UNIVERSAL ALGORITHM AND A GORNER SCHEME**

A.A. Spitsyn, V.I. Antsiferova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the course of our work, we consider the history of the creation of the Gerner scheme and the practical application of this algorithm. The available sources have been reviewed for a more detailed study of the topic of the work.

Keywords: The history of creation, the changes that brought the discoveries of this scheme, the role in the field of mathematics, analysis.

### **Введение**

В современном мире технологий мы сталкиваемся с огромным количеством технологий и достижений. За относительно маленький промежуток времени наука сделала огромный скачок в развитии технологий, что поражает. Одним из многих примеров такого скачка является универсальный перевод чисел из различных систем счисления. Этот процесс предполагает разложение чисел по так называемому «базису» или в обширную форму, что позволяет эффективно работать с числами в разных системах счисления.

Один из методов вычисления, который мы с вами рассмотрим, – это алгоритм Горнера. Этот алгоритм активно применяется в математике и соответственно в программировании для ускорения получения вычислений. Цель моей статьи заключается в том, чтобы более тщательно рассмотреть схему Горнера, объяснить, как она работает, где и для чего используется, а также имеет ли она реальное практическое применение.

Что же, давайте углубимся в мир алгоритма Горнера и поймем, как он помогает нам в повседневных вычислениях и почему он так необходим в современном информационном обществе.

#### История появления

Алгоритм Горнера, абсолютно точно, является одним из самых значимых вкладов в области математического анализа, и его история тесно связана с именами известных ученых. Начало этому всему положил итальянский исследователь Паоло Руффини, который, кроме своих медицинских исследований, активно проявил себя ещё и в математической сфере. Руффини, исследования которого были направлены на изучение корней многочленов, столкнулся с непреодолимой преградой: он пришел к выводу о невозможности вычисления корня пятой степени в рамках определенных математических выражений. Несмотря на его значимый вклад в развитие математики, все работы Руффини в этой сфере были полны недочетов и несоответствий, что, к сожалению, не позволило ему получить должное признание в научном мире того времени.

Воодушевившись трудами Руффини, британский математик Уильям Джордж Горнер в 1819 году предложил свой метод, который позволял приближенно вычислять корни многочленов и степени. Этот метод, ставший настоящим прорывом в теоретической математике, был представлен широкой научной публике и получил свое распространение благодаря публикации в Британской королевской научной академии. В честь двух великих ученых, внесших огромный вклад в его разработку, метод был назван "метод Руффини-Горнера".

Стоит отметить, что история этого метода имеет свое начало в древней китайской математической традиции, где схожие методы были известны уже в XIII веке. Это говорит нам о глубине и многогранности истории развития математической мысли в разных отдаленных уголках мира.

В дальнейшем, шотландский математик Огастес де Морган, который также внес огромный вклад в развитие математики, продолжил работу над этим открытием, расширив его применение и сделав его более простым и понятным для широкого круга математиков и практиков. Его усилия позволили укрепить позиции метода Горнера в математической науке и обеспечить его активное использование в различных областях науки и техники.

#### Изменения после появления схемы Горнера

После появления схемы Горнера появился новый алгоритм для вычисления значений многочлена при заданном значении. Также появилась возможность решать уравнения высших степеней. Этот метод находит применение в процессе разложения многочленов высших степеней, включая третью и четвертую, когда удобнее представить их в виде разности, возможность находить корни многочлена и определять их кратность. Это важно при решении неравенств и задач с параметрами.

Возможность вычислять значение числа в позиционной системе исчисления. Так же произошло проявление изменения в области перевода чисел в степени, так как после этого ее стали использовать для решения уравнений с третьей и четвертой степенью и более.

Схему принимают для разложения многочлена на множители, что позволяет сократить дроби и доказать делимость многочлена на многочлен.

Также она оптимизировала вычисления при переводе чисел из одной системы в другую.

Как работает схема Горнера

Схема Горнера – алгоритм, который позволяет выводить значения многочлена, записанного в форме суммы мономов или одночленов при заданном значении

Принцип работы

Основа метода заключается в применении специальной таблицы для деления многочлена  $n$ -го уровня на бином  $x-a$ . В верхней строке таблицы размещены коэффициенты исходного многочлена. Начальный элемент второй строки представляет собой число  $a$ , извлеченное из бинома  $x-a$ . В результате деления многочлена  $n$ -ой степени на указанный бином возникает многочлен, уровень которого уменьшается на одну степень по сравнению с исходным

Обычная схема перевода числа 256 из 8-ричной системы в 16-ричной.

$$\text{Формула } A_n = a_{n-1} \cdot q^{n-1} + a_{n-2} \cdot q^{n-2} + \dots + a_0 \cdot q^0$$

Подставляем значения

$$256_8 = 2 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 = 2 \cdot 64 + 5 \cdot 8 + 6 \cdot 1 = 128 + 40 + 6 = 174_{10}$$

Ответ для 10-ричной системы  $256_8 = 174_{10}$

Далее делим на 16 до тех пор, пока значения не будет меньше 16

$$\begin{array}{r} 174 \quad | \quad 16 \\ - 160 \quad | \quad 10 \\ \hline \text{E} \end{array}$$

Рисунок 1 – Начало перевода в 16-ричную систему счисления

Остатки  $174_{10} = 10E_{16}$

Схема Горнера

$$1) \quad 2 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 6 \cdot 8^0 = 174_{10}$$

$$174_{10} = (1 \cdot 16 + 7) \cdot 16 + 4 = 132_{16}$$

2)

$$\begin{array}{r} 174 \quad | \quad 16 \\ - 16 \quad | \quad 10.875 \\ \hline 140 \\ - 128 \\ \hline 120 \\ - 112 \\ \hline 80 \\ - 80 \\ \hline 0 \end{array}$$

Рисунок 2 – Результат перевода

Ответ АЕ.



Эти преобразования могут быть осуществлены с использованием системы делений, аналогичной схеме Горнера, что позволяет эффективно находить представления чисел в различных системах счисления.

### Список литературы

1. Горнер, В. Калькуляция вариаций и её приложения. Труды, связанные с численными методами и алгеброй, 1819.
2. Ньютон, И. Математические работы. Наука, 1999. (Оригинал: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 1687).
3. Мартин, Р. Численные методы для инженеров и учёных. Springer, 2011.
4. Berrut, J. A., Trefethen, L. N. Barycentric Lagrange Interpolation. *SIAM Review*, 2004. 46(3), 501-517.
5. Кормен Т. Х., Лейзерсон Ч. Э., Ривест Р. Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. MIT Press, 2009.
6. Стоун, М. Полиномиальная интерполяция и схема Хорнера. *American Mathematical Monthly*, 2008. 115(7), 554-558.
7. Бурден Р. Л., Файзел Дж. Д. Численный анализ. Cengage Learning, 2005.
8. Роза, П. А. Вычислительная математика с MATLAB. Springer, 2014.
9. Драгункин, И. А. Численные методы: от теории к практике. Юрайт, 2017.
10. Кущева, И.С. Проблемы ресурсосбережения с учетом специфики некоторых задач двумерного размещения / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.
11. Программное обеспечение систем управления «умным» жилым домом / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 58-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.

### References

1. Gorner, V. Calculation of variations and its applications. Proceedings connected with numerical methods and algebra, 1819.
2. Newton, I. Mathematical works. Science, 1999. (Original: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 1687).
3. Martin, R. Calculus methods for engineers and scientists. Springer, 2011.
4. Berrut, J. A., Trefethen, L. N. Barycentric Lagrange Interpolation. *SIAM Review*, 2004. 46(3), 501-517.
5. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, K. Algorithms: construction and analysis. MIT Press, 2009.
6. Stone, M. Polynomial interpolation and the Horner scheme. *American Mathematical Monthly*, 2008. 115(7), 554-558.
7. Bourdain, R. L., & Feisel, J. D. Calculus analysis. Cengage Learning, 2005.

8. Rosa, P. A. Computational mathematics with MATLAB. Springer, 2014.
9. Dragunkin, I. A. Calculus methods: from theory to practice. Yurait, 2017.
10. Kushcheva, I.S. Problems of resource saving taking into account the specifics of some problems of two-dimensional placement / I.S. Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. - 2021. - T. 14, № 1. - C. 32-38. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-1-32-38.
11. Software for control systems of “smart” residential building / S.I. Polyakov, V.I. Akimov, A.V. Polukazakov [et al] // Modeling of systems and processes.- 2021.- T. 14, № 1. - C. 58-67. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.

## **СБОР ДАННЫХ И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, А.В. Акименко<sup>1</sup>, В.Н. Старцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции как объекта капитального строительства в городе Воронеже. Рассматривается техническое обследование строительных конструкций верхнего строения городской канализационной насосной станции, необходимое для сбора данных, разработки алгоритма и выполнения последующих расчетов.

Ключевые слова: техническое обследование, сбор данных, строительные конструкции, городская канализационная насосная станция, дефекты, алгоритм.

## **DATA COLLECTION AND ANALYSIS OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE BUILDING STRUCTURES OF THE UPPER STRUCTURE OF THE URBAN SEWAGE PUMPING STATION**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, A.V. Akimenko<sup>1</sup>, V.N. Startsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The object of the study is the building structures of the main sewage pumping station as an object of capital construction in the city of Voronezh. The technical inspection of the building structures of the upper structure of the urban sewage pumping station is considered, which is necessary for data collection, algorithm development and subsequent calculations.

Keywords: Technical inspection, data collection, building structures, urban sewage pumping station, defects, algorithm.

Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции (ГНКС). Адрес объекта капитального строительства: г. Воронеж, ул. Лебедева, д. 6 б.

Верхнее строение здания ГНКС представляет собой одноэтажное производственное здание. Верхнее строение состоит из двух разных по времени построек. В 1971 г. введена в эксплуатацию часть здания в осях А-В/1-7 - основное здание ГНКС с машинным залом грабельным отделением и приёмным ре-

зервуаром. В 2001 г. в осях А`-Б/1-6` выполнена пристройка помещений коллекторной и дизель-генераторной.

По объёмно-планировочному решению здание зального типа прямоугольной формы в плане с пристройками и размерами в плане в осях 15700х36200 мм.

Кровля плоская рулонная с наружным неорганизованным водостоком.

Гидроизоляционный слой кровли выполнен из современного наплавленного рулонного материала (верхний и нижний слой). Утеплитель – керамзитовый гравий.

Двери и ворота стальные. Стальные двери и ворота в здании выполнены из листового металла и усилены стальным прокатным профилем из равнополочного уголка. С внутренней стороны двери обиты деревянными рейками. С обеих сторон двери и ворота окрашены.

Заполнения оконных проемов в здании выполнены оконными рамами со спаренными переплетами. Материал рам – дерево. Все рамы окрашены с двух сторон. Остекление выполнено в две нитки стёклами 4 мм.

Подкрановые балки выполнены сборными железобетонными пролётом 6,0 м марок БКНБ 6-2с и БКНБ 6-2к по серии КЭ-01-50 вып.3. Конструкция подкрановой балки приведена на рисунке 6.2.3. Бетон подкрановой балки марки по прочности на сжатие М400.

Покрытие выполнено в сборном железобетоне. Отметка низа балок покрытия отм. +100,75 (+5,100) 120х510 мм. Высота балок покрытия на опоре 790 мм, в пролёте 1290 мм. Конструкция балки покрытия приведена на рисунке 6.2.4. Бетон балки покрытия марки по прочности на сжатие М400. Расчётная нагрузка от покрытия и снега 550 кг/м<sup>2</sup>, в т.ч. снег 210 кг/м<sup>2</sup>.

Плиты покрытия сборные железобетонные ребристые 1,5х6 м марки ПКЖ-3. Бетон плиты покрытия марки по прочности на сжатие М200. Максимальная расчётная равномерно распределённая нагрузка на плиту 540 кг/м<sup>2</sup>.

Перекрытие переходных площадок на отм. +0,000 выполнено плитами ПКУ 59-12 по серии ИИ-03-12. Полы в помещениях 1-го этажа здания выполнены с покрытием в виде керамической (метлахской) плитки.

Пристройка в осях А`-А/2-6`. По конструктивной схеме пристройка к основному зданию выполнена бескаркасной и представляет собой систему наружных и внутренних несущих продольных и поперечных стен.

Фундаменты под стены сборные бетонные ленточные из фундаментных блоков типа ФБС толщиной 600 мм.

Покрытие выполнено в сборном железобетоне. Отметка низа балок покрытия отм. +100,75 (+5,100). Высота балок покрытия 890 мм, ширина полок 220 мм. Бетон балки покрытия марки по прочности на сжатие М400. Расчётная нагрузка от покрытия и снега 850 кг/м<sup>2</sup>.

Плиты покрытия сборные железобетонные ребристых плит заводского изготовления с размерами 1,5х6,0 м. Плиты имеют типоразмер 2ПГ6 по серии 1.465.1-7/84. Марка бетона плиты – М200. Для армирования предусмотрено 2 стержня диаметром 12 мм класса А-IVт. Максимальная расчётная равномерно распределённая нагрузка на плиту 370 кг/м<sup>2</sup>.

В результате исследований были выявлены следующие дефекты строительных конструкций.

В узлах крепления крановых путей машинного зала не закреплена (отсутствует) прижимная планка крепления кранового рельса к подкрановой балке в осях В/3-4 (рис. 1). Образовалась она из-за дефекта установки прижимной планки или откручивание гайки болта крепления планки.

Требуется установить прижимную планку крепления кранового рельса в осях В/3-4 в проектное положение.

В узлах крепления крановых путей машинного зала отсутствуют контргайки (или пружинные шайбы) крепления прижимных планок крепления кранового рельса к подкрановым балкам (рис. 2). Образовалась они из-за дефекта монтажа крановых путей.



Рисунок 1 - Не закреплена (отсутствует) прижимная планка крепления кранового рельса к подкрановой балке в осях В/3-4



Рисунок 2 - Отсутствуют контргайки (или пружинные шайбы) крепления прижимных планок крепления кранового рельса к подкрановым балкам

Требуется установить контргайки (или пружинные шайбы) крепления прижимных планок к подкрановым балкам.

В узле сопряжения рельсов кранового пути по оси В в осях 4-5 отсутствует болт соединения рельсов кранового пути (рис. 3). Образовалась они из-за дефекта монтажа крановых путей.

Требуется установить отсутствующий болт узла соединения рельсов кранового пути по оси В в осях 4-5.

В проходке под вентиляционный дефлектор плиты покрытия в осях А'-А/4-5 есть отслоение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры полки плиты (рис. 4). Образовалась они из-за эксплуатации длительное время с протечками кровли. Просачивание ливневых и талых вод по окружности трубы вентиляционного дефлектора.

Требуется определить границы дефектных зон простукиванием и удалением слабого бетона. Очистить арматуру от продуктов коррозии. Восстановить

защитный слой бетона современными безусадочными ремонтными составами с высокой адгезией (ЕМАСО, МАРЕИ, ЦМИД и т.д.)  $S \approx 0.25 \text{ м}^2$ . Выполнить замену вентиляционных дефлекторов. При выполнении работы использовались материалы исследований [1-20].



Рисунок 3 - Отсутствует болт соединения рельсов кранового пути



Рисунок 4 - Отслоение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры полки плиты

Визуальное обследование показало необходимость проведения инструментального обследования и разработки рекомендаций по устранению дефектов и повреждений. Вся полученная информация в виде сбора данных необходима для разработки алгоритма и проведения дальнейших расчетов.

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

## References

1. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.



3. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.
4. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.
5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.
6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.
7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.
8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.
9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.
10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.
11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.
12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.
13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies,

Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Kolotushkin, V.V. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЗАЯВОК НА РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ РЕСУРСΟΣНАБЖАЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, Н.В. Акамсина<sup>2</sup>, В.В. Карманов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Рассматривается информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации. Повышения эффективности работы отдела по работе с клиентами достигается путем разработки веб-ориентированной информационной системы учета заявок.

Ключевые слова: информационная система, ресурсоснабжающая организация, разработка проекта, ремонтные работы, диаграммы.

## **DEVELOPMENT OF A DRAFT INFORMATION SYSTEM FOR ACCOUNTING REQUESTS FOR REPAIR WORK OF A RESOURCE-SUPPLYING ORGANIZATION**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, N.V. Akamsina<sup>2</sup>, V.V. Karmanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The information system of accounting for requests for repair work of a resource-supplying organization is being considered. Improving the efficiency of the customer service department is achieved by developing a web-based information system for accounting applications.

Keywords: information system, resource supply organization, project development, repair work, diagrams.

В настоящее время ни одна компания, которая не желает тратить лишние временные и человеческие ресурсы для обработки различных входных данных и документов, не может обойтись без использования информационных технологий. Информационные системы дают возможность специалистам сосредоточиться на своих основных обязанностях, вместо выполнения рутинных задач, которые может выполнить за них компьютер.

Одним из важнейших факторов эффективной работы с клиентами ресурсоснабжающей организации является своевременный и точный учет заявок на ремонтные работы. В настоящее время в ряде компаний до сих пор использует-

ся традиционная форма учета на бумажных носителях, что приводит к увеличению времени обработки заявок, а также к возможности совершения ошибок персоналом. Использование информационной системы учета заявок на ремонтные работы позволит получать быстрый доступ к необходимой информации, систематизировать данные, существенно снизить трудоемкость процесса приема обращений клиентов и ведение документации, а также количество субъективных ошибок.

Главные преимущества ИС: хранение всей информации в единой базе данных; увеличения скорости обработки данных; сокращение очередей; повышение качества обслуживания.

Целью выполнения данной работы является разработка информационной системы «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации». Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи создания функциональной и логической схемы данной ИС, модели функционирования и диаграммы деятельности информационной системы «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации».

Предприятие Муниципальное унитарное предприятие «Водопроводно-канализационное хозяйство» (МУП «Водоканал») состоит из следующих подразделений:

1) Водозаборные и водоочистные сооружения. Началом МУП «Водоканал» являются водозаборные сооружения, расположенные неподалеку от реки. Вода после забора проходит систему очистки до уровня питьевого качества. Станция водоподготовки включает комплекс сооружений двухступенчатой очистки и обеззараживания воды как по традиционной реагентной технологии, так и по технологии безреагентного обезжелезивания воды и обеззараживания ее установками УФ-облучения.

2) Насосные станции, которые обеспечивают хранение и нормативную подачу воды в систему распределенных трубопроводов.

3) Водопроводный участок, работа которого заключается в обеспечении бесперебойной транспортировки воды питьевого качества непосредственно потребителям.

4) Участок водоотведения, деятельность которого связана с приёмом и транспортировкой на канализационные очистные сооружения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод от населения и предприятий г. Урюпинска с дальнейшей их биологической очисткой.

5) Канализационные очистные сооружения, производящие прием и биологическую очистку сточных вод, состоят из сооружения механической и биологической очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков (песколовки, первичные отстойники, вторичные отстойники и т.д.).

6) Производственная база, включающая автотранспортный цех, электроцех, ремонтно-строительную группу. Основными ее задачами являются техническое обслуживание машин и механизмов, оборудования, аппаратуры, которые обеспечивают непрерывный цикл производственного процесса; ремонт

зданий и сооружение водопровода и канализации, создание благоприятных условий труда работникам предприятия.

7) Лабораторный центр, в котором существуют два отдела (отдел питьевой воды и отдел сточной воды). Лаборатория питьевой воды осуществляет контроль качества воды (подземных источников водоснабжения и центральной системы водоснабжения), лаборатория сточной воды следит за поверхностным водоемом (природной водой) и качеством неочищенной и очищенной воды.

8) Отдел платежей (технический отдел), сотрудники которого занимаются обработкой платежей и формированием баз данных; именно здесь формируются все квитанции и проверяются показания.

9) Отдел по работе с клиентами, занимающийся приемом заявок на получение услуг.

Отдел по работе с клиентами предприятия выполняет следующие функции: прием заявок на ремонтные работы; создание обращений на ремонтные работы; передача заявок выездным бригадам; ведение клиентской базы; ведение базы сотрудников; ведение отчетности.

Основной целью данного отдела является клиентоориентированность и быстрота отклика на заявку. Каждый из операторов должен располагать актуальной информацией о клиенте и умением быстро и корректно принять заявку и обработать ее. Также он должен следить за актуальностью контактных данных и обладать возможностью просматривать и изменять информацию о каждом из клиентов и историю поступивших ранее обращений.

Для контроля деятельности по итогам месяца составляется отчет по выполненным и невыполненным заявкам. Незавершенные обращения переносятся на следующий месяц с пометкой повышенного приоритета.

Сотрудник отдела вносит информацию по каждой заявке в специальную таблицу базы данных. Также имеется клиентская база и база сотрудников с контактной информацией (ФИО, адрес, телефон) каждого. Операторы вносят изменения и формируют отчетность раз в две недели, обновляя данные.

Прием заявки на ремонтные работы осуществляется двумя способами: клиент обращается непосредственно в отдел по работе с клиентами, посещая организацию лично в рабочие дни, либо по телефону.

Сотрудник отдела отрабатывает входящее обращение, начиная формировать заявку, фиксируя информацию в таблице. Для этого требуется идентифицировать личность клиента, узнать адрес, по которому будет произведен выезд и выяснить суть обращения, что поможет отнести его к одному из пяти типов заявок: на подключение воды; на отключение воды; на опломбировку приборов учета; на установку/замену оборудования; на фиксацию утечки на водопроводных сетях.

Таблица заявок на ремонтные работы содержит следующие данные: ФИО клиента; контактный телефон; адрес; дата обращения; тип заявки; статус заявки; дата завершения выполнения заявки; номер выездной бригады, которая выполнила ремонтные работы; список мастеров, ответственных за ремонтные работы; прочая информация, необходимая для выполнения заявки.

Сотрудник передает заявку выездным бригадам, которые берут на себя ответственность за ее успешное исполнение. Когда заявка выполнена, сотрудник отдела по работе с клиентами фиксирует дату выполнения и в графе «Статус заявки» отмечает ее завершение. На этом жизненный цикл заявки на ремонтные работы внутри предприятия завершается.

База данных – набор файлов (таблиц), в которых находится информация. Как правило, база данных состоит из нескольких таблиц, которые размещают в одном каталоге.

Сотрудник отдела по работе с клиентами ответственен за ведение базы клиентов. Клиентская база МУП «Водоканал» – это база данных, которая содержит сведения обо всех клиентах, когда-либо обращавшихся в организацию. В его обязанности входит внесение необходимой информации и своевременное обновление данных.

В базе содержится следующая информация: ФИО клиента; адрес проживания; контактный телефон.

Ведение клиентской базы позволяет сохранить преемственность информации. Это страхует от потери клиентов при увольнении сотрудника отдела, а также быстрое вхождение в курс дела новых операторов. В базе содержится информация, позволяющая получить более глубокое представление о клиентах организации и сформировать первичные документы и перечень отчетов, необходимый для оценки качества обслуживания. База обновляется ситуативно, по мере поступления новых данных.

Любая компания стремится к наиболее эффективному управлению персоналом и достижению поставленных целей. Для этого необходимо иметь полную и достоверную информацию о сотрудниках и располагать возможностью предоставлять пользователям решать свои функциональные задачи.

База сотрудников МУП «Водоканал» – это основной список работников, в данный момент трудоустроенных в организацию, которых можно привлекать к реализации заявок. В таблицах базы находятся актуальные данные о каждом из мастеров, такие как: ФИО сотрудника; адрес проживания; адрес регистрации; контактный телефон; паспортные данные; дата рождения; пол; семейное положение; стаж работы; сведения об образовании; дата приема в штат; дата увольнения; специальность/должность; оклад; СНИЛС; ИНН; график работы; информация об отпусках.

Пользователями этой базы данных являются все сотрудники отдела. За ее обновление отвечает отдел кадров и начальник отдела по работе с клиентами.

Ведение отчетности предполагает сбор информации о работе организации и отделов в частности, а также отражение этой информации в специальных документах.

Сотрудники отдела по работе с клиентами по окончании рабочего месяца выгружают информацию об обращениях, формируя отчеты по завершенным и открытым заявкам, а также по эффективности работы каждой из бригад мастеров. На основе этих отчетов руководством делаются выводы об эффективности работы и начисляются премии и надбавки.

За своевременное обновление данных и сбор отчетов отвечает сотрудник отдела по работе с клиентами. В его обязанности входит также формирование отчетности по каждому из клиентов в случае возникновения такой необходимости со стороны руководства или клиента. Подобные отчеты по клиентам позволяют посмотреть их историю обращений в организацию и проследить динамику возникновения потребности в ремонтных работах, а также получить представление об уже совершенных выездах и проведенной работе.

Анализ работы отдела по работе с клиентами показал, что существующая система учета заявок на ремонтные работы не является эффективной ввиду больших затрат человеческих ресурсов, а также необходимости хранить и обрабатывать большой объем информации о поступающих заявках и данных сотрудников организации.

На рис. 1, 2 представлены первый и второй уровни диаграммы работы ИС «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации», описывающие принципы функционирования системы.

Далее составим ERD-диаграмму, определяя типы атрибутов и проставляя связи между сущностями (рис. 3). Следующим этапом при построении логической модели является определение ключевых атрибутов и типов атрибутов.

С помощью типа связи «один ко многим» установлено соединение между главной таблицей «Заявки» и подчиненными таблицами: «Выполнение заявки», «Клиенты», «Бригады», «Операторы», «Тип заявки», «Статус», «Пол», «users» (Пользователи).

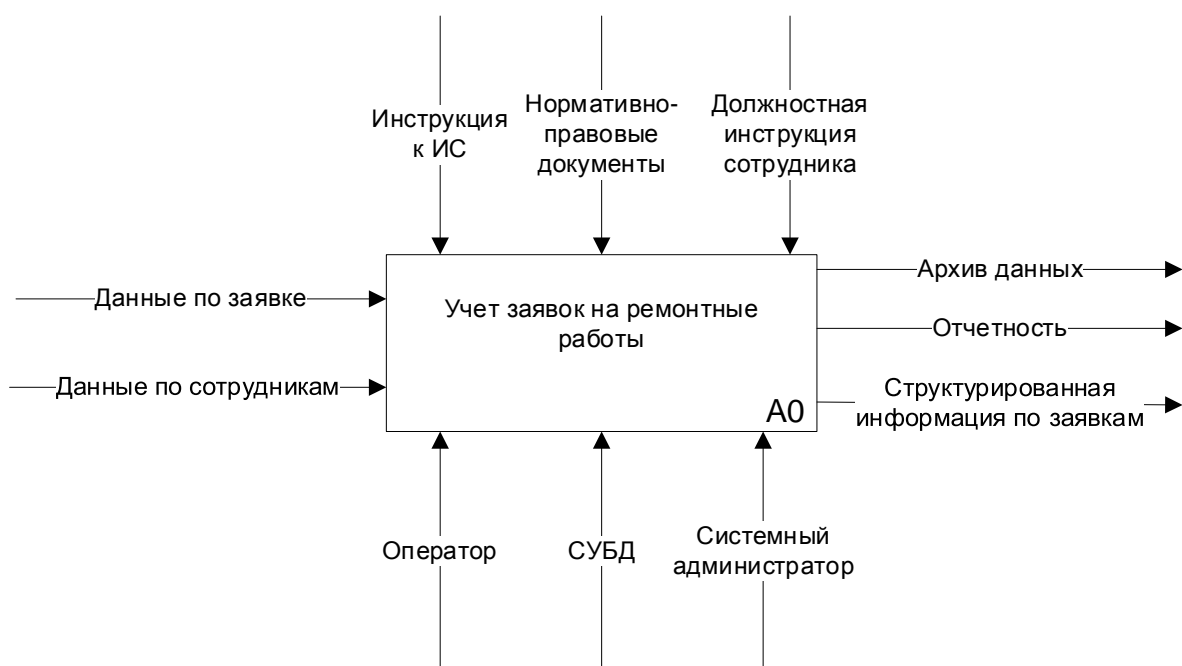


Рисунок 1 – Первый уровень диаграммы работы ИС «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации»

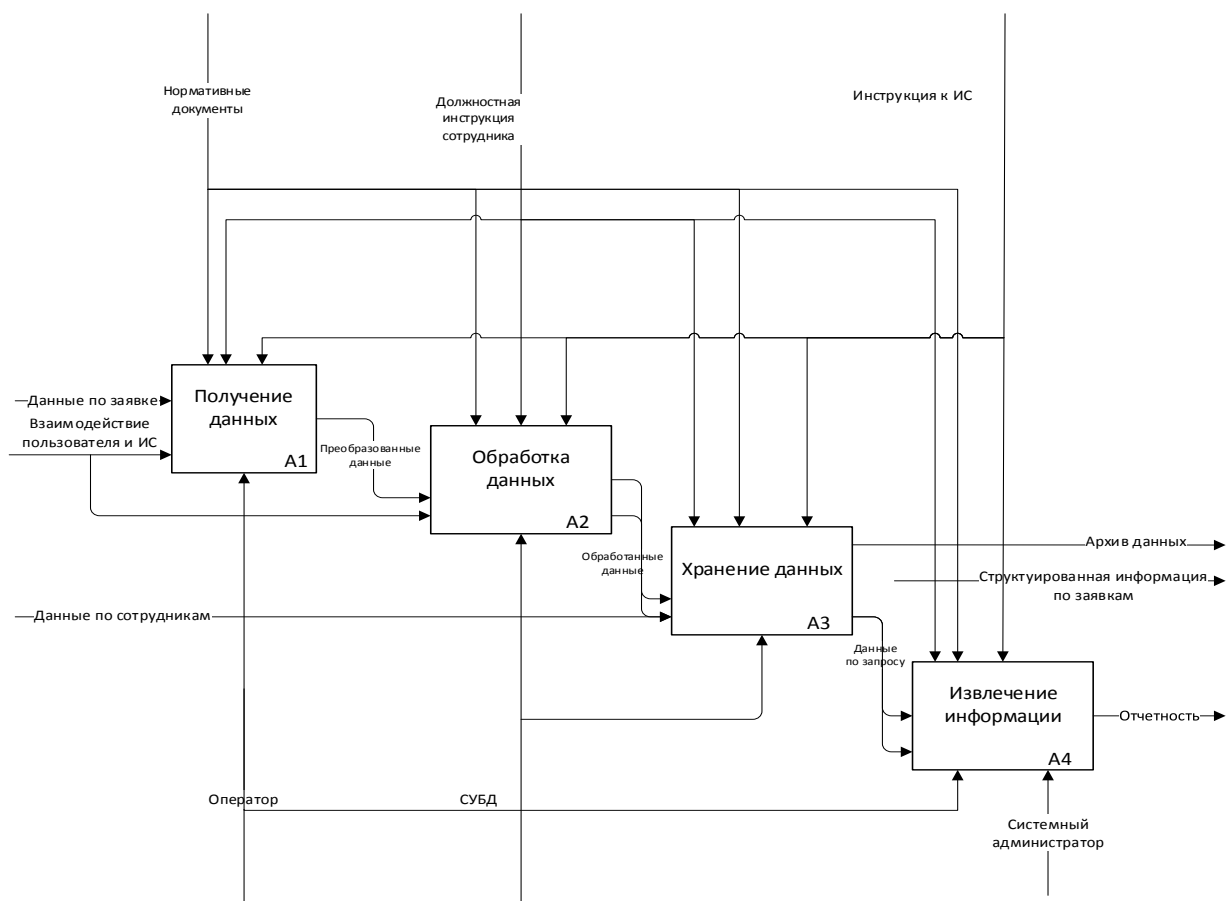


Рисунок 2 – Второй уровень диаграммы работы ИС «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации»

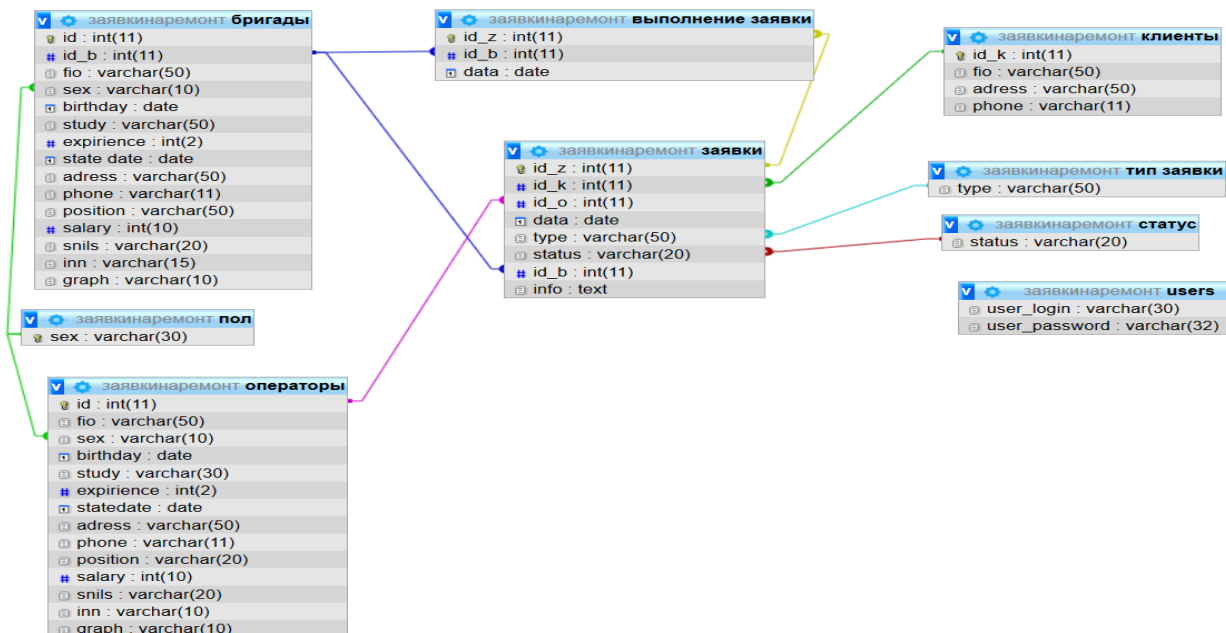


Рисунок 3 – ERD-диаграмма ИС «Информационная система учета заявок на ремонтные работы ресурсоснабжающей организации»

В ходе анализа работы отдела по работе с клиентами было выяснено, что существующая система учета заявок на ремонтные работы не является



эффективной ввиду больших затрат временных ресурсов, трудоемкости анализа данных и составления отчетности, возможности совершения ошибок. В связи этим возникла необходимость повышения эффективности работы отдела по работе с клиентами путем разработки веб-ориентированной информационной системы учета заявок. При выполнении данной работы использовались материалы исследований [1-20].

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников,

С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

### References

1. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. 2022. № 1 (27). P. 28-34.

3. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. 2016. Vol. 9. No. 4. P. 11-13.
10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.
11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.
12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.
13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.
14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.
15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.
16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.
17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.
18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.
19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.
20. Kolotushkin, V.V. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **СБОР ДАННЫХ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ВНУТРЕННИХ СТЕН ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, Е.А. Аникеев<sup>1</sup>, В.Н. Старцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции, расположенной в городе Воронеже. Рассматривается процесс сбора данных при техническом обследовании строительных конструкций внутренних стен городской канализационной насосной станции. По результатам проведённого визуального обследования установлены повреждения и дефекты, которые необходимы как исходные данные для разработки алгоритма и проведения расчетов.

Ключевые слова: Сбор данных, техническое обследование, строительные конструкции, городская канализационная насосная станция, дефекты, алгоритм.

## **DATA COLLECTION DURING VISUAL INSPECTION OF THE INNER WALLS OF A CITY SEWAGE PUMPING STATION**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, E.A. Anikeev<sup>1</sup>, V.N. Startsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The object of the study is the building structures of the main sewage pumping station located in the city of Voronezh. The process of data collection during the technical inspection of building structures of the inner walls of a city sewage pumping station is considered. According to the results of the visual examination, damages and defects were identified, which are necessary as initial data for the development of the algorithm and calculations.

Key words: Data collection, technical inspection, building structures, urban sewage pumping station, defects, algorithm.

Объектом исследования являются строительные конструкции плит главной канализационной насосной станции (ГНКС). Адрес объекта капитального строительства: г. Воронеж, ул. Лебедева, д. 6 б.

По результатам проведённого визуального обследования установлены повреждения и дефекты, которые подробно указывают в ведомости дефектов.

Внутренние (разделительные) стены расположены по осям Б, 6. Стена по оси Б толщиной 500 мм разделяет часть приёмного резервуара в осях А-Б/1-6, из которого осуществляется забор стоков всасывающими трубами насосов и помещение машинного зала в осях Б-В/1-6, в котором расположены насосы.

Стена по оси 6 толщиной 400 мм разделяет часть приёмного резервуара в осях А-В/6-7, в который происходит сток вод из коллекторов, от машинного зала в осях Б-В/1-6. Бетон марки по прочности М300.

Армирование балки выполнено арматурным каркасом АК-1. Рабочая арматура по нижней грани 4Ø25. Рабочая арматура по верхней грани 4Ø30. Поперечная арматура Ø10 с шагом 370 мм по всей длине балки. На расстоянии 1280 мм от грани стены продольное армирование по нижней и верхней граням выполнено стержнями 2Ø25 и 2Ø30. Дополнительно по боковым граням по всей длине балки установлены наклонные стержни Ø20 для обеспечения жёсткости каркаса и восприятия главных растягивающих напряжений в приопорной зоне. Все элементы каркаса выполнены из стали марки Ст3. Вся арматура каркаса гладкая. Толщина защитного слоя бетона по верхней грани 20 мм, по нижней грани 30 мм.

Перекрытие над приёмным резервуаром в осях А-Б/1-6 монолитное железобетонное толщиной 250 мм закрывает резервуар сверху от внешних воздействий. Бетон марки по прочности М300.

Армирование перекрытия выполнено сетками С-10 (по нижней грани) и С-11 (по верхней грани). При этом армирование в направлении цифровых осей (в рабочем направлении меньшего размера) по нижней грани выполнено стержнями Ø14 периодического профиля с шагом 200 мм, по верхней грани выполнено стержнями Ø16 периодического профиля с шагом 200 мм. Армирование в направлении буквенных осей (в распределительном направлении большего размера) выполнено по верхней и по нижней граням стержнями Ø10 периодического профиля с шагом 200 мм. Толщина защитного слоя бетона стен 35 мм.

В результате исследований были выявлены следующие дефекты строительных конструкций.

На стене в осях А`-А/6` есть наклонная трещина в кладке стены шириной раскрытия до 3 мм (рис. 1). Образовалась она из-за ошибки проектирования пристройки, так как не был предусмотрен деформационный (осадочный) шов между станами основного здания и стенами пристройки.

Требуется установить маяки на трещины. При отсутствии динамики в раскрытии трещины в течение года, выполнить расшивку и заделку трещины безусадочными ремонтными составами. При развитии трещины выполнить усиление по предварительно разработанному проекту.

На стене в осях А`-А/3` есть наклонная трещина в кладке стены шириной раскрытия до 5 мм (рис. 2). Образовалась она из-за ошибки проектирования пристройки, так как не был предусмотрен деформационный (осадочный) шов между станами основного здания и стенами пристройки.

Требуется установить маяки на трещины. При отсутствии динамики в раскрытии трещины в течение года, выполнить расшивку и заделку трещины безусадочными ремонтными составами. При развитии трещины выполнить усиление по предварительно разработанному проекту.



Рисунок 1 - Наклонная трещина в кладке стены шириной раскрытия до 3 мм



Рисунок 2 - Наклонная трещина в кладке стены шириной раскрытия до 5 мм

На стенах нижнего строения машинного зала в осях В/1-6, А-Б/1 есть следы протечек грунтовых вод в уровне отм. -1,50 стен нижнего строения (рис. 3). Образовались она из-за временного повышения уровня грунтовых вод типа «верховодка» (сезонное воздействие ливневых и талых вод) выше уровня гидроизоляции (+94,00 (-1,65)).

Требуется выполнить гидроизоляцию внутренней поверхности стен нижнего строения по осям В/1-6, А-Б/1 выше отм. -3,00 гидроизоляционными материалами проникающего действия типа «Пенетрон». Восстановить окрасочное покрытие стен нижнего строения и отделку керамической плиткой на высоту 2,0 м.

На стенах нижнего строения над приёмным резервуаром в осях В/6-7, А-В/7 (помещение над приёмным резервуаром) есть следы протечек грунтовых вод через стены нижнего строения (рис. 4). Образовалась она из-за временного повышения уровня грунтовых вод типа «верховодка» (сезонное воздействие ливневых и талых вод) выше уровня гидроизоляции (+94,00 (-1,65)).

Требуется выполнить гидроизоляцию внутренней поверхности стен нижнего строения по осям В/6-7, А-В/7 выше отм. -3,00 гидроизоляционными материалами проникающего действия типа «Пенетрон». Восстановить окрасочное покрытие стен нижнего строения и отделку керамической плиткой на высоту 2,0 м.



Рисунок 3 - Следы протечек грунтовых вод в урне отм. -1,50 стен нижнего строения



Рисунок 4 - Следы протечек грунтовых вод через стены нижнего строения

На стене есть локальный участок стены нижнего строения по оси 7 вблизи стены по оси В (помещение над приёмным резервуаром) есть две точечные протечки грунтовых вод через стену (рис. 5). Образовалась они на локальном участке повреждения гидроизоляции стены.



Рисунок 5 - Две точечные протечки грунтовых вод через стену

Требуется выполнить гидроизоляцию локального участка течи стены нижнего строения по оси 7 вблизи стены по оси В гидроизоляционными материалами проникающего действия типа «Пенетрон».

На стенах и в перекрытии приёмного резервуара в осях А-Б/1-6 есть выщелачивание и шелушение поверхности бетона стен и перекрытия видимой части приёмного резервуара в осях А-Б/1-6 (рис. 6). Образовалась они из-за агрессивного воздействия газов, выделяющихся из сточных вод.



Требуется после ввода в эксплуатацию резервных мощностей выполнить опорожнение и детальное обследование приёмного резервуара в осях А-Б/1-6 и А-В/6-7 с последующей разработкой проекта и осуществлением мероприятий по ремонту железобетонных конструкций. При выполнении работы использовались материалы исследований [1-20].



Рисунок 6 - Выщелачивание и шелушение поверхности бетона стен и перекрытия видимой части приёмного резервуара в осях А-Б/1-6

Визуальное обследование показало необходимость проведения инструментального обследования и разработки рекомендаций по устранению дефектов и повреждений, которые необходимы при разработке алгоритма и дальнейших расчетов.

#### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.
2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.
3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.
4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // *Noise Theory and Practice*. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.
6. Елифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Елифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // *Моделирование систем и процессов*. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.
7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // *Моделирование систем и процессов*. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.
8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // *Моделирование систем и процессов*. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.
9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // *Моделирование систем и процессов*. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.
10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // *Моделирование систем и процессов*. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.
11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. - 2023. - № 12. - С. 161-169.
12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // *Моделирование систем и процессов*. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.
13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // *IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development*. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.
14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // *Моделирование систем и процессов*. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.
15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // *Моделирование систем и процессов*. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

### References

1. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // *Noise Theory and Practice*. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // *Modeling of systems and processes*. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // *Modeling of systems and processes*. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // *Modeling of systems and processes*. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // *Modeling of systems and processes*. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // *Modeling of systems and processes*. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // *Proceedings of Tula State University. Technical sciences*. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // *Modeling of systems and processes*. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // In the collection: IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // *Modeling of systems and processes*. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // *Modeling of systems and processes*. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // *Modeling of systems and processes*. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // In the collection: E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Kolotushkin, V.V. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **СБОР ДАННЫХ ДЛЯ АЛГОРИТМА ИССЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СТЕПЕНИ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ ЛЕЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, В.Ф. Асминин<sup>1</sup>, Д.А. Володкин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. В качестве объекта исследования рассматриваются здания лечебных заведений и анализируются требуемые методы исследования данной предметной области. Приведены сведения о противопожарном водоснабжении. Выполнен анализ влияния строительных конструкций здания на безопасную эвакуацию людей при пожаре, необходимый для разработки соответствующего алгоритма для решения поставленной задачи.

Ключевые слова: сбор данных, алгоритм, строительные конструкции, степень огнестойкости, здания лечебных заведений, пожарная безопасность, сбор данных, эвакуация людей при пожаре.

## **DATA COLLECTION FOR THE ALGORITHM FOR THE STUDY OF BUILDING STRUCTURES AND THE DEGREE OF FIRE RESISTANCE OF BUILDINGS OF MEDICAL INSTITUTIONS**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, V.F. Asminin<sup>1</sup>, D.A. Volodkin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The buildings of medical institutions are considered as the object of research and the required research methods of this subject area are analyzed. Information on fire-fighting water supply is provided. The analysis of the influence of building structures on the safe evacuation of people in case of fire is carried out, which is necessary to develop an appropriate algorithm for solving the task.

Keywords: Data collection, algorithm, building structures, degree of fire resistance, buildings of medical institutions, fire safety, data collection, evacuation of people in case of fire.

Объект защиты БУЗ ВО «ВРД № 2» расположен по адресу: г. Воронеж, ул. Ленинградская, 57. Главный корпус четырехэтажное здание на 130 коек, корпус №2 двухэтажное здание на 60 коек. Количество детей – 80.

Стены здания главного корпуса кирпичные, перекрытия железобетонные, кровля шиферная по деревянной обрешетке, II степени огнестойкости, размер в плане 68×20 м (табл. 1). Отопление центральное водяное. Освещение электрическое. Имеется аварийное освещение. Отключение электроэнергии произво-

дится в электрощитовой, которая находится в подвале. Количество обслуживающего персонала – днем 100, ночью – 20 чел.

Здания внутри имеют коридорную планировку с размещением помещений разного назначения с одной или двух сторон. Коридоры имеют большую протяженность, естественное освещение присутствует не везде. На этажах размещаются помещения различного функционального назначения: кабинеты врачей, процедурные и палаты для больных, регистратура, места хранения различных веществ, а также другие помещения по обслуживанию больницы (столовые, раздевалки и т.д.).

Пожарная нагрузка по помещениям не одинаковая, и может достигать 100 кг/м<sup>2</sup>. Максимальная пожарная нагрузка достигается в регистратуре. Химически опасные, взрывопожароопасные материалы отсутствуют, но в помещениях находятся медицинские препараты. Горение медикаментов может сопровождаться выделением токсичных веществ. Также в зданиях возможно обращение легко воспламеняемых жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ).

Таблица 1 - Сбор данных о здании

Размеры геометрические (м)	Конструктивные элементы				Предел огнестойкости строительной конструкции (мин)	Количество входов	Характеристика лестничных клеток	Энергетическое обеспечение			Системы извещения и тушения пожара
	Стены	Перекрытия	Перегородки	Кровля				Напряжение в сети	Где и кем отключается	Отопление	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Корпус № 2	Шлакоблочные	Железобетонные	Кирпичные	Шиферная по деревянной обрешётки	REI 90 (1 час 30 минут)	2	Железобетонные	220/380 В	На подстанции отключение производится работниками Горсети	Центральное,	АПС
Главный корпус	Кирпичные	Железобетонные	Кирпичные	Шиферная по деревянной обрешётки	REI 90 (1 час 30 минут)	2	Железобетонные	220/380 В	На подстанции отключение производится работниками Горсети	Центральное,	АПС

На рис. 1 приведены основные требования по обеспечению пожарной безопасности исследуемого здания.

1)эвакуацию людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара.

2)нераспространение пожара на соседние здания, сооружения и строения.

3)возможность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара;

4)возможность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и доставки средств пожаротушения в любое помещение зданий, сооружений и строений;

5)возможность проведения мероприятий по спасению людей

Рисунок 1 - Основные требования обеспечения пожарной безопасности объекта защиты

При возникновении загорания в первую очередь возникает угроза больным гражданам, беременным, младенцам. Максимальную угрозу при возгорании создают токсичные продукты горения в рентгеновских кабинетах, местах хранения различных препаратов, фармацевтических отделениях. Оба здания оборудованы автоматической пожарной сигнализацией, пульт которой выведен в приемное отделение.

Данные о количестве женщин, новорождённых и медработников, находящихся в родильном доме № 2, передаются ежедневно на ПСЧ 4.

Система противопожарной защиты выполнена в виде автоматической пожарной сигнализации, включающей в себя дымовые пожарные извещатели ИП 212-68; ИР-8, расположенные в каждом помещении согласно нормативной документации. Вывод сигнала производится на пульт «Сигнал-20», расположенный в помещении регистратуры, где осуществляется круглосуточное дежурство медицинского персонала. Система видеонаблюдения выполнена в виде 30 видеокамер, расположенных по периметру здания с выводом на пульта, находящиеся в помещении охраны.

Электроснабжение осуществляется от городской трансформаторной подстанции, расположенной на территории роддома. Отключение на подстанции производится работниками Горсети. Оперативные переключения и отключения внутри зданий производиться обслуживающим персоналом, имеющим соответствующие группы по электробезопасности и допуск к этим работам в электрощитовой в подвале и на этажах зданий. Система вентиляции вытяжная канальная с естественным побуждением. В большинстве помещений имеются установки кондиционирования воздуха, соединенные разветвленной сетью вентиляционных каналов, что может привести к быстрому задымления помещений, ЛК находятся внутри здания, что характеризует их как задымляемые, выходы на этажи с ЛК отделены двухстворчатыми дверьми с доводчиками.

Рассмотрим наружное противопожарное водоснабжение. У здания Главного корпуса находятся два пожарных гидранта (ПГ). Тип водопроводной сети – кольцевая,  $d = 100 \text{ мм}^2$ , давление в сети – 2,5-3 атм. ПГ-1 располагается на



территории медицинского центра на кольцевой сети диаметром 100 мм с северной стороны здания на расстоянии 20 м.

Здание оборудовано внутренним противопожарным водоснабжением, выполненным в виде пожарных шкафов в количестве 20 шт., в каждом пожарном шкафу имеется по два пожарных крана, укомплектованные пожарным рукавом, стволом и двумя огнетушителями марки ОП-4.

Рассмотрим возможные повреждения конструкций в результате воздействия высоких температур пожара и определим конструкции, непосредственно влияющие на безопасную эвакуацию людей при пожаре.

Конструкции:

- несущие железобетонные колонны, предел огнестойкости характеризуются по признаку R (несущая способность) - при потере несущей способности колонн возможно обрушение элементов наружных стен, а также обрушение бесчердачного покрытия здания и тем самым блокирование ПЭ в здании;

- балочные железобетонные фермы, предел огнестойкости характеризуются по признаку R (несущая способность) – при потере несущей способности фермы она обрушится и это повлечет за собой обрушение бесчердачного покрытия здания и тем самым может травмировать людей на ПЭ;

- наружные стены – предел огнестойкости характеризуются по признаку E (потеря целостности) – при потере целостности возможно обрушение элементов данных конструкций за пределами здания, что не повлияет на уровень безопасности при проведении эвакуации;

- бесчердачные покрытия, предел огнестойкости характеризуются по признаку RE (несущая способность, потеря целостности) – при потере целостности и несущей способности возможно обрушение конструкций и их элементов на ПЭ, и тем самым травмирование людей.



Рисунок 2 - Выбор сценария развития пожара

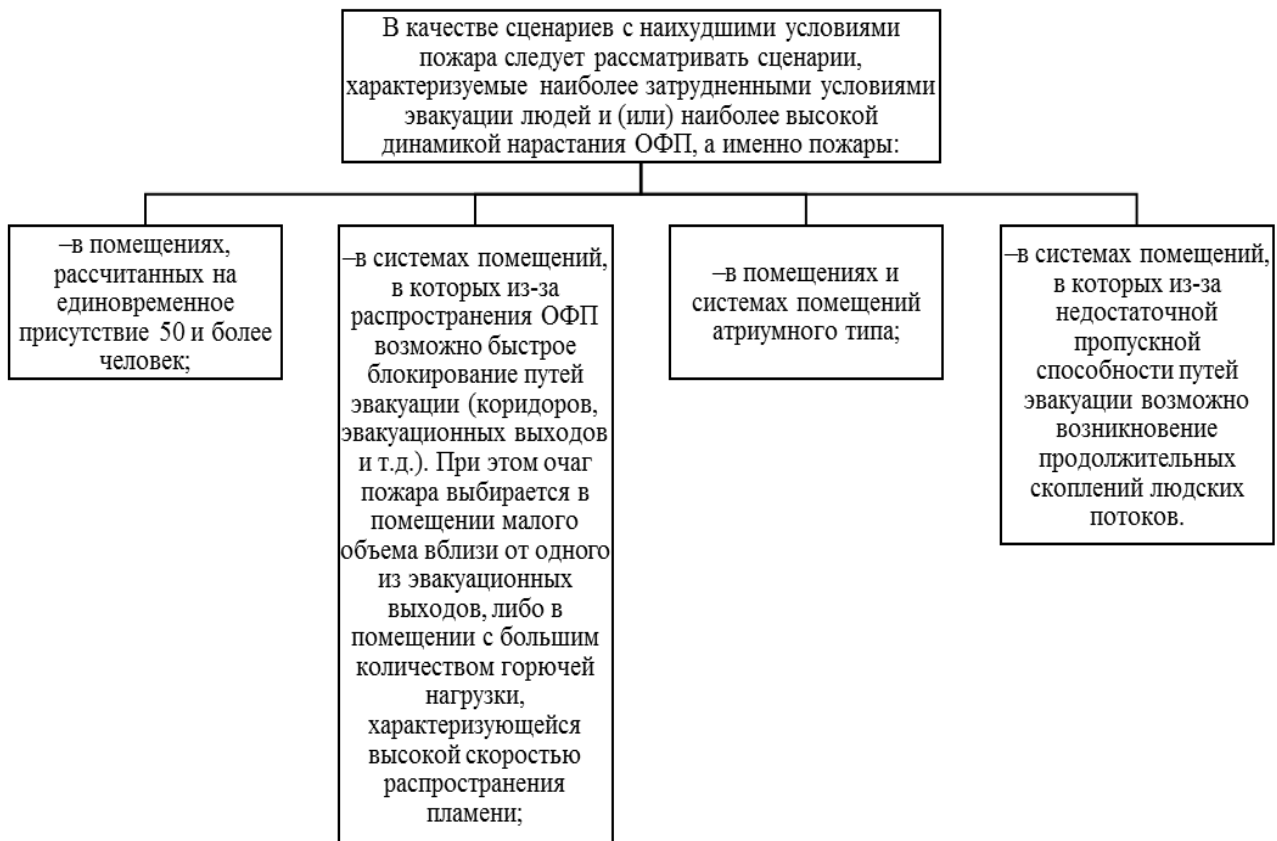


Рисунок 3 - Схема выявления сценария развития пожара

Выявляются наиболее опасные места возникновения пожара в помещениях которые значительно затрудняют эвакуацию из здания. Выявим наиболее опасное место возникновения пожара в зданиях БУЗ ВО «ВРД № 2». Ссылаясь на сайт МЧС, одно из разъяснений термина «обсервация» звучит как ограничивающие режимные мероприятия, предусматривающие усиление врачебного наблюдения и проведение лечебных и профилактических мероприятий. На рис. 2 и 3 приведены соответственно схемы выбора и выявления сценария развития пожара.

Исходя из реальной обстановки в БУЗ ВО «ВРД №2» Родильный дом на 190 коек, самой затратной для тушения и привлечения необходимого количества сил, рассматривается палата, расположенная на первом этаже корпуса №2. Основная трудность при загорании связана не только с тушением пожара звеньями ГДЗС, но и с эвакуацией больных роддома.

С учетом характеристики конструктивных элементов зданий и времени подачи огнетушащих веществ обрушений элементов конструкций здания не прогнозируется.

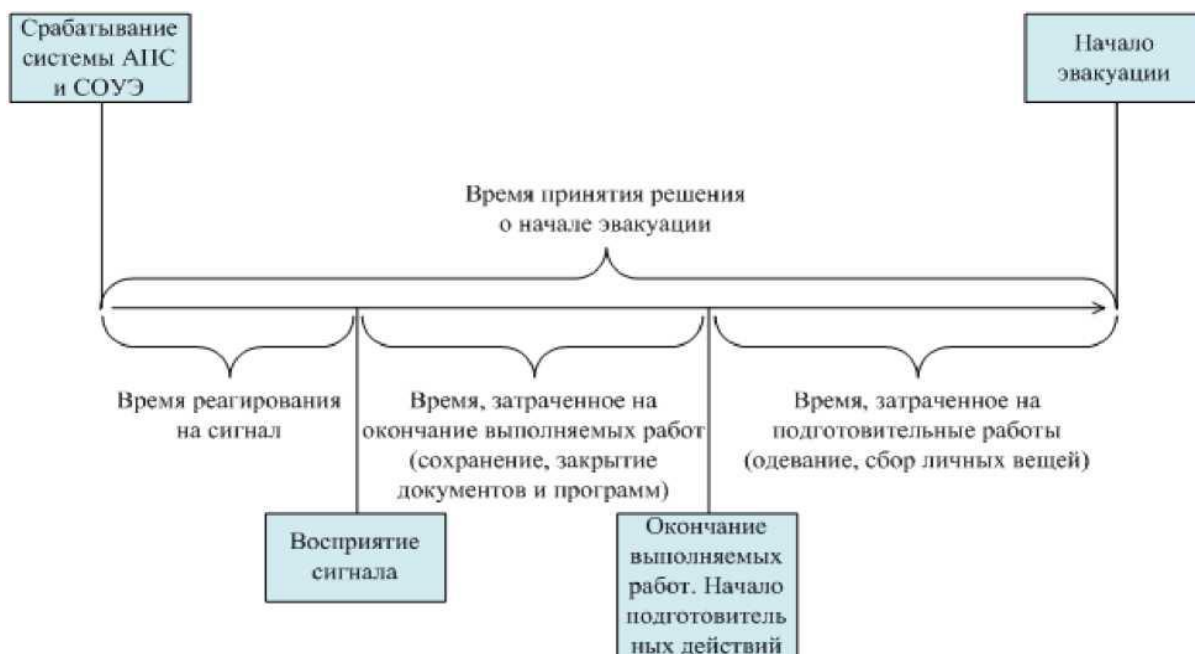


Рисунок 4 - Схема последовательности реакций и восприятия человеком срабатывания систем АПС и СОУЭ

Места нахождения людей – палаты, коридоры, санузлы, служебно-бытовые помещениях, ординаторские, процедурные в медицинских отделениях (блоках). В ночное время больные граждане находятся в палатах, медработники находятся в ординаторских, на каждом этаже дежурит медработник.

Большинство людей, находящиеся в корпусе способны самостоятельно передвигаться, принимать соответствующие решения, однако имеются роженицы, которые не способны самостоятельно передвигаться. При выполнении данной работы использовались материалы исследований [1-20].

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevityn, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асмнин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асмнин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асмнин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова,

А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

### References

1. Sazonova, S. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Sazonova, S.A. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Sazonova, S. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev,

O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Kozyukov, A.E. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. Zolnikov, V.K. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Zolnikov, V.K. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Zolnikov, V.K. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Achkasov, A.V. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Yagodkin, A.S. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Sazonova, S.A. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Zolnikov, V.K. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Kolotushkin, V.V. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## ШЕСТНАДЦАТЕРИЧНАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ

Р.В. Тен, О.А. Авилова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по работе с данной системой счисления.

Ключевые слова: шестнадцатеричная, система счисления, счет.

## HEXADECIMAL NUMBER SYSTEM

R.V. Ten<sup>1</sup>, O.A. Avilova<sup>1</sup>

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the selected topic was carried out. Has been studied relevant literature on working with this number system.

Keywords: Hexadecimal, Numeral system, Counting.

### Введение

В повседневной жизни общество регулярно сталкивается со счетом. Счет – количество считааемых предметов, которые обозначают цифрами и числами. Для записи чисел обыденно используется десятичная система счисления.

Система счисления – это способ представление чисел с помощью символов, имеющих определенное количественное значение.

Существуют два вида систем счисления: позиционные и непозиционные.

В непозиционных системах значение каждого символа в числе не зависит от его местоположения.

Например, в римской системе CLVII – 157 в арабской. Данная система не была удобна для расчётов, так как способ чтения чисел и арифметических действий над ними весьма затруднительны.

В позиционных системах счисления значение каждого символа в числе зависит от его местоположения относительно десятичного разделителя.

Например: 555 – пятьсот пятьдесят пять.

Это число состоит из трёх пятерок, количественное значение которого зависит от занимаемого места. Первая – «пятьсот», вторая – «пятьдесят», третья – «пять».

В системе счисления любое число можно представить в виде:

$$A = \pm a_{m-1} a_{m-2} \dots K a_1 a_0, a_1 a_2 \dots K a_k.$$



Позиции, пронумерованные  $m-1, m, K$  и  $1, 2, K_k$  –разряд числа. Дробные разряды отделяются запятой. Общее число разрядов составляет  $m+k$ .

Каждая цифра разрядов числа может принимать одно из значений в диапазоне  $[0; N-1]$ . Где  $N$  – основание системы счисления, которое равно количеству цифр или других символов, используемых в представлении чисел в той или иной системе счисления. Кроме того, основание показывает, во сколько раз единица некоторого разряда числа больше единицы предыдущего разряда числа.

Благодаря этому, любое число можно представить в виде:

$$A = \pm [a_{m-1}N^{m-1} + a_{m-2}N^{m-2} + \dots + a_1N^1 + a_0N^0 + a_{-1}N^{-1} + \dots + a_{-k}N^{-k}].$$

Таблица 1 – Таблица соответствий чисел систем счисления

Десятичная	Двоичная	Восьмеричная	Шестнадцатеричная
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

#### История

Шестнадцатеричная система берет свои корни в древних цивилизациях, однако её современное использование началось с развитием вычислительной техники в середине 20 века. При появлении первых компьютеров и необходимости оптимизировать хранение и обработку данных привели к распространению шестнадцатеричной системы. Она позволяет более удобно представлять большие двоичные числа, так как один шестнадцатеричный символ соответствует четырем двоичным битам.

#### Основа шестнадцатеричной системы

1. Символы и значения:

a) 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9.

b) A – 10; B – 11; C – 12; D – 13; E – 14; F – 15.

2. Позиционная система:

Число имеет позиционное значение, определяемое основанием шестнадцать (16) и порядком цифр.

3. Перевод между системами:

а) Шестнадцатеричное в десятичное: для перевода числа из шестнадцатеричной системы в десятичную необходимо умножить каждую цифру на соответствующую степень основания и сложить результаты.

Например, число BC11 в шестнадцатеричной системе можно разложить следующим образом:

$$BC11_{16} = 11 \cdot 16^3 + 12 \cdot 16^2 + 1 \cdot 16^1 + 1 \cdot 16^0 = 48145_{10}$$

б) Десятичное в шестнадцатеричное: Деление числа на 16 с записью остатка позволяет получить его представление в шестнадцатеричной системе.

Например, число 8845 в десятичной системе можно разложить следующим образом:

Таблица 2 – Таблица деления

Деление	Целая часть при делении	Остаток от деления	Перевод по таблице соответствий чисел систем счисления
8845/16	552	13	13–D
552/16	34	8	8–8
34/16	2	2	2–2
2/16	0	2	2–2

$$8845_{10} = 228D_{16}$$

Применение

1. Создание программ: разные языки, на которых программисты работают (те же JS, Python, C#,) в основе своей и используют нашу систему для демонстрации цифр и чисел. Данная система очень полезна в деле с работой со цветами в web-дизайне, и также, где цвет зачастую исполняется в виде #47A76A (В качестве примера был приведен блестящий зеленый).

2. Мультимедиа: В приложениях, где мы работаем с графиками цветовой схемы бывают продемонстрированы в стиле значений из нашей системы, что помогает точнее руководить цвет коррекцией и их наборами.

3. Электроника: тут параметры из нашей системы используются для предоставления местоположения памяти и авто кодирования, что облегчает создание и отладку ПО.

4. Криптография: В алгоритмах часто используют строки с шестнадцатеричной системой для презентации hash-функционала и кейсов(ключей).

Преимущества и недостатки

1. Преимущества:

а) Компактность: Шестнадцатеричное представление позволяет сократить длину записи по сравнению с двоичной системой.

б) Удобство: более удобное восприятие для человека по сравнению с длинными двоичными числами.

2. Недостатки:

а) Меньшая интуитивность: для людей, не знакомых с системой, она может показаться сложной.

б) Ограниченность: не все числа можно выразить удобно в шестнадцатеричной системе без дополнительных преобразований.

Заключение

Шестнадцатеричная система счисления значительно упрощает работу с большими объемами информации и делает взаимодействие между людьми и компьютерами более легким. Основу ее применения находят место в различных областях, что способствует ускорению многих процессов. Освоение данной системы становится одним из важных навыков для программистов и специалистов, которые непосредственно связаны с цифровыми технологиями. В будущем, с развитием технологий и ростом объемов информации, значение этой системы будет только лишь возрастать.

### Список литературы

1. Шаманов А.П. Системы счисления и представление чисел в ЭВМ: учебное пособие. – 2019. – 6-8 с.
2. Шильдяева Л.В. Информатика. Системы счисления: методическое пособие. – 2020. – 18 с.
3. Гашков С.Б. Системы счисления и их применение. – 2004. – 36 с.
4. Емелин А.А., Шаповалова Л.Н. Информатика. Системы счисления, количество информации, логические основы ЭВМ: практикум. – 2019. – 6 с.
5. Харченко А.Ю., Лысенко А.Ф. История систем счисления: физико-математические науки. – 2018. – 5 с.
6. Зольников В.К., Гамзатов Н.Г., Анциферова В.И., Полуэктов А.В., Фиронов В.А. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 16-24.

### References

1. Shamanov A.P. Number systems and representation of numbers in computers: textbook. - 2019. - 6-8 с.
2. Shildyaeva L.V. Informatics. Number systems: methodical manual. - 2020. - 18 с.
3. Gashkov S.B. Number systems and their application. - 2004. - 36 с.
4. Emelin A.A., Shapovalova L.N. Informatics. Number systems, quantity of information, logical foundations of computers: a practicum. - 2019. - 6 с.
5. Kharchenko A.Yu., Lysenko A.F. History of number systems: physical and mathematical sciences. - 2018. - 5 с.
6. Zolnikov, V.K.; Gamzatov, N.G.; Antsiferova, V.I.; Poluektov, A.V.; Fironov, V.A. Experimental studies of the radiation impact on FRAM chips // Modeling of systems and processes. - 2022. - Т. 15, № 3. - С. 16-24.

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВОЙНЫ**

К.В. Шабунина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье рассмотрено понятие «информационной войны», ее последствия и возможность ей противодействовать. При помощи системного анализа выявлены возможные угрозы, представлены методы по их устранению и, по результатам опроса, построена диаграмма последствий от кибератак, с которыми сталкиваются предприятия.

Актуальность темы обусловлена обострением геополитической обстановки, активной цифровизацией всех сфер деятельности и влиянием средств массовой информации на людей.

Ключевые слова: системный анализ, информационная война, угроза, интернет, безопасность, защита.

## **SYSTEMATIC ANALYSIS OF INFORMATION WARFARE THREATS**

K.V. Shabunina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article examines the concept of "information warfare", its consequences and the possibility of countering it. With the help of a system analysis, possible threats are identified, methods for their elimination are presented and, according to the results of the survey, a diagram of the consequences of cyber attacks faced by enterprises is constructed.

The relevance of the topic is due to the aggravation of the geopolitical situation, the active digitalization of all spheres of activity and the influence of mass media on people.

Keywords: System analysis, information warfare, threat, Internet, security, protection.

Киберпространство несет огромную пользу для человечества. Доступ к любой информации в мире, получение образования на дистанционной основе, оплата товаров при помощи виртуальных средств, общение пользователей из разных городов и стран возможны благодаря сети «Интернет».

Вместе с преимуществами использования цифровых технологий выступают и недостатки. В связи с общедоступностью интернета для каждого человека в мире, его начали использовать, как оружие.

Такое понятие, как «информационная война», стало массовой и серьезной проблемой, которая касается каждого пользователя сети «Интернет».

В 1985 году впервые был введен термин «информационная война», произошло это в Китае. Первичные знания в области информационного противостояния были заложены древнекитайским военным деятелем Сунь-цзы. Он пер-

вым привел аргументы о важности оказания информационного давления на противника.

Информационная война – это коммуникативное воздействие при помощи электронных средств.

Одной из составляющих информационной войны является – дезинформация.

Дезинформация – это умышленное распространение фальсифицированной информации, для создания обманчивой обстановки в какой-либо глобальной или локальной ситуации. Целью дезинформации является – побуждение к неверному принятию решения, выгодному дезинформирующей стороне, и распространение паники среди населения.

«Фальшивые новости в эпоху широкомасштабного распространения цифровых технологий могут нанести гораздо больший урон, чем снаряды и ракеты». Из выступления президента Болгарии Румена Радева на Всемирном конгрессе информационных агентств в Софии в июне 2019 г.

Одним из современных примеров информационной войны можно считать арабо-израильскую войну. Разногласие сторон является всемирной проблемой, так как информационная война ведется не только на территории Палестины и Израиля. Более десяти стран мира страдает из-за данного конфликта.

Защита от психологического воздействия информационной войны – сложнее, чем может показаться на первый взгляд. Общих решений защиты не существует, но могут применяться такие варианты:

- разоблачение ложной информации;
- пользование только проверенными источниками;
- патриотическое воспитание молодежи;
- контроль интернета при помощи системы «Firewall».

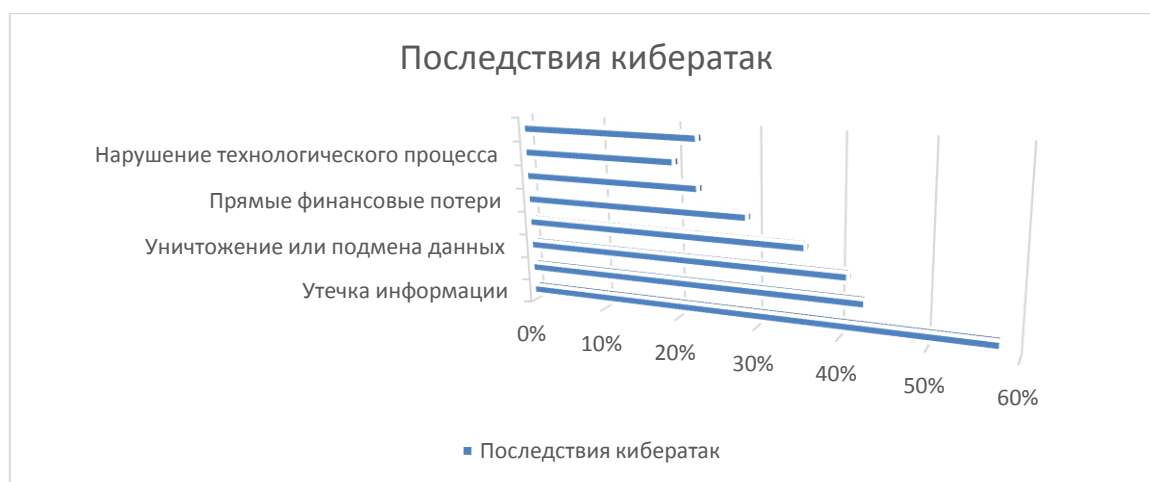
Примером страны, использующей систему «Firewall» для ограничения пользователей от потенциально опасной информации, является Китай. Данный проект, именуемый, как «Золотой щит», фильтрует всю информацию, попадающую в интернет. Фильтрация происходит по недопустимым ключевым словам. «Великий китайский файрвол» ограничивает доступ к определенному списку иностранных сайтов.

Значимую роль в информационных войнах играют кибератаки. При помощи них происходит утечка информации, нарушение ее целостности, полное уничтожение информации и сбой систем.

Кибератаки – это противоправные действия, совершаемые в цифровом пространстве при помощи телекоммуникационных средств.

Целью кибератак является нанесение вреда, получение несанкционированного доступа к информации или нарушение работы компьютерных систем.

Кибератаки несут за собой определенные последствия. На представленной далее диаграмме обозначены некоторые из них. Диаграмма отображает, какие последствия встречаются в различных компаниях чаще всего.



Для того чтобы избежать попадания в систему злоумышленников и не допустить нанесения ущерба, необходимо иметь надежную защиту. Защита должна включать в себя несколько методов и средств защиты информации.

Самыми распространенными способами защиты информации являются – надежные пароли, установка антивирусных программ и создание резервных копий, хранимых системой, данных.

### Список литературы

1. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33–41.
2. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107–114.
3. Хрящев, В.В. Эффективность внедрения одноранговой распределенной системы хранения и обработки защищаемой информации (TheOoL Project) / В.В. Хрящев, А.В. Ненасhev // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 82–89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-82-89.

### References

1. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.
2. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance of criteria// Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.
3. Khryashchev, V.V. The effectiveness of implementing a peer-to-peer distributed system for storing and processing protected information (TheOoL Project) / V.V. Khryashchev, A.V. Nenashev // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-82-89.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛОСОФИИ SUCKLESS ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

А.И. Шебалкина<sup>1</sup>, А.А.Л. Алмали<sup>2</sup>, З.А.Х. Аль-Судани<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. Современные системы управления в агропромышленном комплексе всё больше зависят от сложных цифровых решений, что создаёт дополнительные риски, связанные с уязвимостями и сложностью администрирования. Применение философии suckless и принципа KISS (“Keep it simple, stupid”) в управлении цифровыми процессами позволяет значительно снизить риски, одновременно повышая надежность и безопасность систем управления. В статье рассматривается, как минималистичные и простые цифровые решения могут упростить управление сельскохозяйственными процессами, облегчить их мониторинг и контроль, а также повысить устойчивость к киберугрозам.

Ключевые слова: информационная безопасность, комплексная безопасность, suckless, KISS, UNIX-подход, АСУ ТП.

## **APPLICATION OF THE SUCKLESS PHILOSOPHY TO ENHANCE THE RELIABILITY AND SECURITY OF CONTROL SYSTEMS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

A.I. Shebalkina<sup>1</sup>, A.A.L. Almali<sup>2</sup>, Z.A.H. Al-Sudani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> MIREA - Russian Technological University

<sup>2</sup> Tambov State Technical University

Abstract. Modern management systems in the agro-industrial complex are increasingly dependent on complex digital solutions, which introduces additional risks associated with vulnerabilities and administrative complexity. Applying the suckless philosophy and the KISS principle (“Keep it simple, stupid”) in digital process management can significantly reduce risks, while enhancing the reliability and security of control systems. This article examines how minimalist and simple digital solutions can streamline the management of agricultural processes, facilitate their monitoring and control, and improve resistance to cyber threats.

Keywords: Information security, Comprehensive security, suckless, KISS, UNIX-way, PAS.

### **Введение**

Агропромышленный комплекс сталкивается с необходимостью всё более активного использования цифровых систем управления, начиная с мониторинга урожайности и заканчивая контролем за автоматизированными машинами и оборудованием. Однако с ростом сложности этих систем возникают дополни-

тельные риски, связанные с кибератаками, нестабильностью и сложностью их сопровождения. Применение принципов suckless — минималистичного и простого подхода к проектированию систем — может стать решением этих проблем.

Философия suckless подразумевает использование минимально необходимых технологий для достижения максимального контроля над системой. В условиях агропромышленного комплекса это позволяет создать более надёжные и управляемые системы, где сложность снижена до необходимого минимума, что делает их менее уязвимыми к сбоям и угрозам безопасности.

Принцип минимализма в управлении цифровыми системами

Минималистичный подход, лежащий в основе философии suckless, идеально подходит для агропромышленного комплекса, где избыточные функции в системах управления могут привести к усложнению работы и возникновению дополнительных уязвимостей. Использование простых инструментов, выполняющих строго необходимые функции, позволяет снизить вероятность ошибок и упрощает мониторинг процессов.

Внедрение таких решений может повысить прозрачность системы управления сельскохозяйственными процессами, снизив зависимость от сторонних модулей и сложных программных систем. Например, использование узкоспециализированных программ для мониторинга состояния почвы или контроля работы сельскохозяйственных машин с минимальной функциональностью может обеспечить не только высокую эффективность, но и надёжную защиту от внешних воздействий.

Преимущества UNIX-подхода в агропромышленном комплексе

Использование UNIX-подхода в агропромышленном комплексе позволяет создавать надёжные, гибкие и масштабируемые системы управления процессами. Простота и модульность программного обеспечения значительно уменьшают количество ошибок и уязвимостей, а также повышают производительность системы. Это критично для агропромышленности, где ошибки или сбои в работе цифровых систем могут привести к серьёзным экономическим потерям.

Кроме того, минимизация кода и использование модульных решений способствует более эффективному использованию ресурсов системы, что позволяет сократить затраты на её сопровождение и модернизацию. В результате агропромышленные предприятия могут значительно повысить эффективность управления своими процессами, снижая затраты на инфраструктуру и минимизируя риски, связанные с кибератаками и сбоями в системах.

Оптимизация затрат на внедрение и эксплуатацию

Одним из ключевых преимуществ минималистичных цифровых решений является их экономическая эффективность. Простые системы требуют меньших затрат на внедрение, настройку и дальнейшую эксплуатацию. В агропромышленном комплексе это особенно важно, так как предприятия могут экономить на технологической инфраструктуре, не жертвуя при этом надёжностью и безопасностью процессов.

Улучшение прозрачности и возможности аудита

Простота систем, основанных на философии suckless, позволяет легче проводить аудит их безопасности и повышает прозрачность процессов. Это важ-



но для выполнения нормативных требований и для защиты данных, используемых в агропромышленном комплексе. Системы становятся легче для аудита и мониторинга, что обеспечивает лучшее понимание их функционирования и снижает риски несанкционированного доступа.

**Заключение.**

Применение философии suckless и принципов KISS в системах управления агропромышленного комплекса позволяет оптимизировать управление цифровыми процессами, снизить уязвимости и повысить уровень безопасности.

Стремление к минимализму и устранению избыточной функциональности может привести к снижению числа уязвимостей, упрощению аудита безопасности и увеличению контроля над системой.

Простота и минимализм помогают предприятиям сократить затраты на обслуживание и повысить контроль над операциями. Внедрение таких подходов является перспективным направлением для обеспечения устойчивого и безопасного функционирования цифровых систем в агропромышленном комплексе.

### **Список литературы**

1. Frederick T Grampp, Robert H Morris The UNIX System: UNIX Operating System Security // AT&T Bell Laboratories Technical Journal. 1984. №63 (8). С. 1649-1672.
2. Gianni J Ruiz, Md Minhaz Chowdhury, Shadman Latif A Comparative Study of OS Security // 2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME). 2021. С. 01-06.
3. Denny Cherry Computer Operating System Security // Enterprise-Grade IT Security for Small and Medium Businesses: Building Security Systems, in Plain English. 2022. С. 71-81.
4. Yusuf Perwej, Syed Qamar Abbas, Jai Pratap Dixit, Nikhat Akhtar, Anurag Kumar Jaiswal A systematic literature review on the cyber security // International Journal of scientific research and management 9 (12). 2021. С. 669-710.

### **References**

1. Frederick T Grampp, Robert H Morris The UNIX System: UNIX Operating System Security // AT&T Bell Laboratories Technical Journal. 1984. №63 (8). С. 1649-1672.
2. Gianni J Ruiz, Md Minhaz Chowdhury, Shadman Latif A Comparative Study of OS Security // 2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME). 2021. С. 01-06.
3. Denny Cherry Computer Operating System Security // Enterprise-Grade IT Security for Small and Medium Businesses: Building Security Systems, in Plain English. 2022. С. 71-81.
4. Yusuf Perwej, Syed Qamar Abbas, Jai Pratap Dixit, Nikhat Akhtar, Anurag Kumar Jaiswal A systematic literature review on the cyber security // International Journal of scientific research and management 9 (12). 2021. С. 669-710.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ: ПРИМЕНЕНИЕ В БИОМЕДИЦИНЕ**

Д.Е. Щербакова, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

**Аннотация.** В статье рассматривается использование метаболических моделей для прогнозирования эффективности лекарственных препаратов. Метаболические модели помогают понять, как лекарства воздействуют на метаболические пути в клетках, что важно для разработки новых терапий и оптимизации существующих. Основное внимание уделяется методам моделирования метаболических сетей, таким как анализ баланса потоков и ограниченные модели. Приведены примеры применения этих методов для оценки терапевтических эффектов и возможных побочных реакций лекарственных средств.

**Ключевые слова:** метаболические модели, моделирование, лекарственные препараты, биомедицина, анализ баланса потоков, персонализированная медицина.

## **USING METABOLIC MODELS TO PREDICT DRUG EFFICACY: APPLICATIONS IN BIOMEDICINE**

D.E. Scherbakova, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

**Abstract.** The article discusses the use of metabolic models to predict the efficacy of pharmaceuticals. Metabolic models help to understand how drugs affect metabolic pathways in cells, which is crucial for developing new therapies and optimizing existing ones. The focus is on methods for modeling metabolic networks, such as flux balance analysis and constrained models. Examples are provided of how these methods are applied to evaluate therapeutic effects and potential side effects of medications.

**Keywords:** metabolic models, modeling, pharmaceuticals, biomedicine, flux balance analysis, personalized medicine.

Метаболической сетью называется совокупность метаболических и физических процессов, которые определяют свойства клетки. Метаболические сети – это совокупность химических реакций, метаболических путей и регуляторов взаимодействия. Регуляторы взаимодействия направляют химические реакции метаболизма. Метаболические сети являются мощным инструментом, который используется для моделирования метаболизма, и выявления паттернов сопутствующих заболеваний. А также использование этих сетей дает возможность про-

гнозировать как лекарственные препараты будут взаимодействовать с метаболизмом. Это позволит разработать эффективные методы лечения.

Для анализа и прогнозирования как лекарственные средства будут воздействовать на метаболические сети используют метаболические модели, которые обеспечат ускорить процесс разработки препаратов. Использование метаболических моделей значительно сокращают время на тестирования разработанных лекарственных, тогда как традиционные методы средств значительных временных затрат. Уменьшение времени на тестирование достигается за счет того, что появляется возможность проводить виртуальные эксперименты, что помогает сократить количество необходимых клинических испытаний и повысить эффективность разработки новых лекарств.

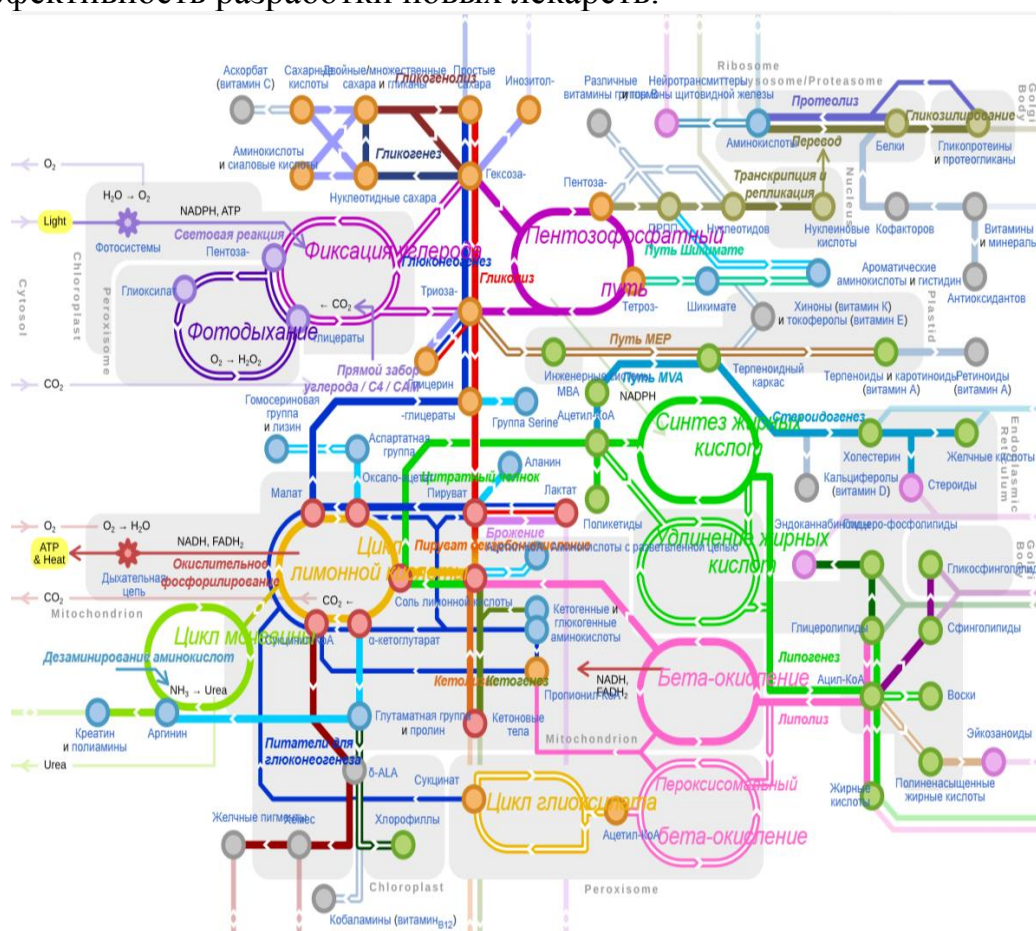


Рисунок 1 – Основные метаболические пути

Описание методов моделирования метаболических сетей представлено ниже.

Анализ баланса потоков (Flux Balance Analysis, FBA) – это метод, основанный на линейной оптимизации, который используется для анализа метаболических сетей в условиях стационарного состояния. Этот метод позволяет предсказать потоки метаболитов через сети на основе заданных ограничений. FBA часто используется для оценки влияния лекарств на метаболизм клеток, что помогает идентифицировать потенциальные терапевтические мишени и побочные эффекты.

Рассмотрим пример использования FBA для анализа влияния препарата на метаболический путь гликолиза. При добавлении препарата, влияющего на активность фермента гликолиза, FBA может предсказать, как изменятся потоки метаболитов в этом пути, и выявить возможные нарушения метаболизма.

Ограниченные модели (Constraint-Based Modeling, CBM) расширяют FBA, позволяя учитывать дополнительные физиологические ограничения, такие как доступность субстратов и изменения в концентрациях метаболитов. Этот подход позволяет проводить более детализированный анализ и учитывать динамические изменения в метаболических путях.

С помощью CBM можно моделировать изменения в метаболических путях при воздействии препарата на клетку, учитывая изменения в концентрациях метаболитов и доступности субстратов. Это помогает более точно предсказать, как препарат будет влиять на клеточный метаболизм.

Эксплетивный метаболический анализ (Explicative Metabolic Analysis, EMA) представляет собой метод анализа метаболических путей и сетей, ориентированный на объяснение и интерпретацию метаболических данных. EMA фокусируется на понимании, как метаболические процессы взаимодействуют между собой и как изменения в этих процессах могут влиять на физиологическое состояние организма. Этот метод используется для глубокого анализа метаболических данных и их значений.

EMA может быть использован для анализа метаболического профиля клеток в ответ на лечение определенным препаратом. Например, при применении EMA можно исследовать, как препарат влияет на метаболический путь гликолиза, определяя изменения в концентрациях ключевых метаболитов и активности связанных ферментов. На основе этих данных можно сделать выводы о том, как используемый лекарственный препарат будет изменять метаболизм организма и какие биологические эффекты будут вызваны.

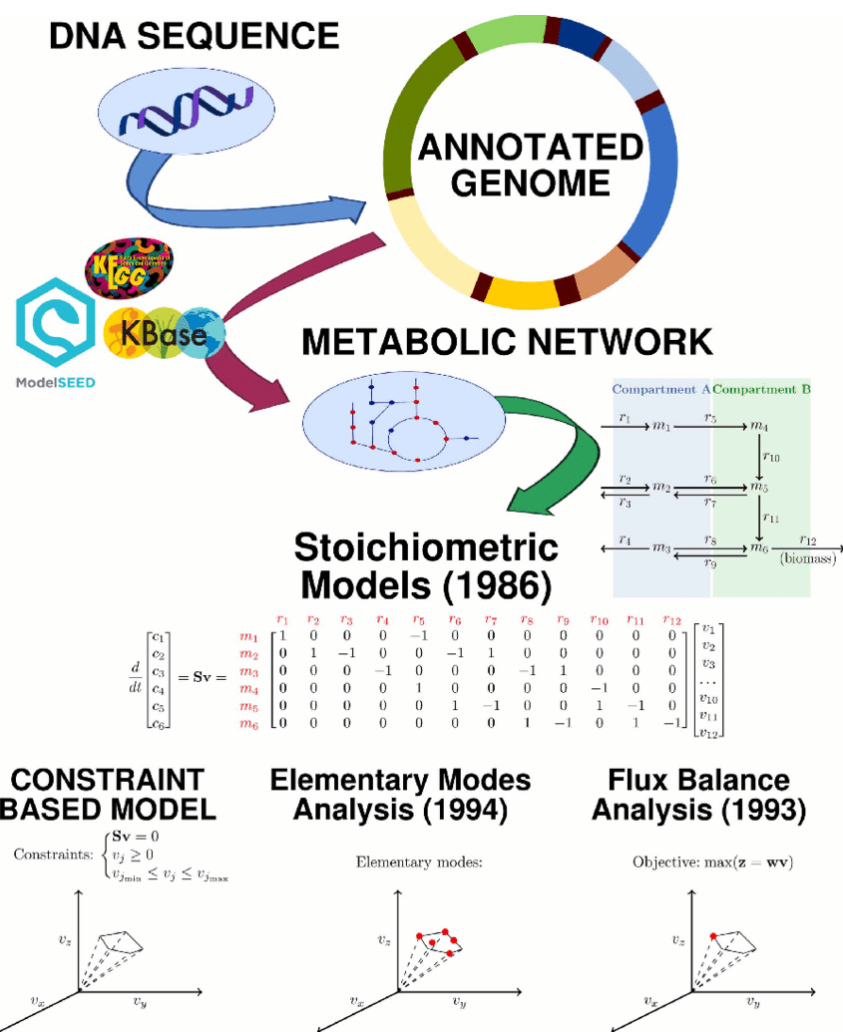


Рисунок 2 – Существующие методы моделирования

Метаболические модели позволяют предсказать насколько будет эффективно использование лекарственных средств с учетом их влияния на метаболические пути. Это позволит смоделировать влияние на потоки метаболитов в клетке и оценить влияние препарата на ключевые метаболические пути.

Так используя метод FBA, появляется возможность предсказать как метформин снижает потребление глюкозы. А также изменяет концентрацию метаболитов в путях гликолиза. Метформин, который используется в этом методе применяется для лечения сахарного диабета и влияет на метаболизм глюкозы.

Использование метаболических моделей позволяет предсказать побочные эффекты лекарственных средств. Например, можно выявить изменения в метаболических путях при воздействии доксауробинина при его воздействии на митохондрии. Доксауробинин вызывает нарушение в цикле трикарбоновых кислот. Моделирование данного процесса позволит понять механизм действия препарата предсказать побочные эффекты.

Выявить сильные и слабые стороны методов моделирования можно, если провести их сравнительный анализ. Так FBA лучше использовать для проведения анализа в стационарном состоянии, а СВМ позволит учесть дополнительные ограничения. Более глубокое понимание о режимах метаболизма даст метод ЕМА.

Исследования метаболических сетей имеет важное значение для понимания сложных биологических систем и их функционирования. Метаболические сети представляют собой мощный инструмент, который позволяет изучать и анализировать обмен веществ в клетках организмов.

Использование методов моделирования и интеграция данных из различных источников открывает большие возможности в оптимизации лечения.

### **Список литературы**

1. Рябов, В. В. Метаболомика и метаболические модели: Принципы и методы. — М.: Наука, 2020. — 384 с.
2. Ших, В. А. Моделирование биологических систем: Методы и приложения. — СПб.: БХВ-Петербург, 2019. — 296 с.
3. Иванов, А. В. Фармакологическое моделирование: Теория и практика. — М.: Физматлит, 2021. — 312 с.
4. Кузнецова, Н. В. Метаболические сети: Анализ и моделирование. — М.: Медицина, 2018. — 280 с.
5. Воронцов, В. Н. Системная биология и её применения в медицинских науках. — СПб.: Наука, 2022. — 260 с.

### **References**

1. Ryabov, V. V. Metabolomics and Metabolic Models: Principles and Methods. — Moscow: Nauka, 2020. — 384 p.
2. Shikh, V. A. Modeling Biological Systems: Methods and Applications. — St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2019. — 296 p.
3. Ivanov, A. V. Pharmacological Modeling: Theory and Practice. — Moscow: Fizmatlit, 2021. — 312 p.
4. Kuznetsova, N. V. Metabolic Networks: Analysis and Modeling. — Moscow: Medicina, 2018. — 280 p.
5. Vorontsov, V. N. Systems Biology and Its Applications in Medical Sciences. — St. Petersburg: Nauka, 2022. — 260 p.

## **ВЛИЯНИЕ ГИПЕРПАРАМЕТРОВ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА КАЧЕСТВО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

А.А. Рогозин, В.В. Шатских

Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ  
(учебный и испытательный), Тамбов

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные этапы обучения модели нейронной сети для определения объектов в реальном времени, а также влияние некоторых гиперпараметров на точность и скорость обучаемой модели на основе архитектуры YOLOv8  
Ключевые слова: нейронная сеть, сверточная нейронная сеть, yolov8.

## **THE EFFECT OF NEURAL NETWORK HYPERPARAMETERS ON THE QUALITY OF OBJECT RECOGNITION**

A.A. Rogozin, V.V. Shatskikh

Interspecific Center for Training and Combat Use of Electronic Warfare Troops  
(training and testing) Tambov

Abstract.. This article discusses the main stages of training a neural network model for determining objects in real time, as well as the influence of some hyperparameters on the accuracy and speed of the model being trained based on the YOLOv8 architecture  
Keywords: neural network, convolutional neural network, yolov8.

Искусственный интеллект (ИИ - artificial intelligence, AI) - это область информатики, в рамках которой разрабатываются компьютерные программы для решения задач, требующих имитации мыслительной деятельности человека. Такие программы могут делать обобщения и выводы, выявлять взаимосвязи и обучаться с учетом накопленного опыта. Системы искусственного интеллекта ни в коем случае не заменяют человека, они расширяют и дополняют его возможности.

Два ключевых понятия в системах искусственного интеллекта - это нейронные сети и машинное обучение. Нейронная сеть по своей сути представляет некую математическую модель и ее программную реализацию, которая в упрощенном виде воссоздает работу биологической нейронной сети человека. А машинное обучение - это набор специальных алгоритмов, благодаря которым воплощается ключевое свойство нейронных сетей - способность самообучения на основе получаемых данных. Чем больший объем информации будет представлен в качестве тренировочного массива данных, тем проще обучающим ал-

горитмам найти закономерности и тем точнее будет выдаваемый результат. Нейронная сеть по своей сути представляет некую математическую модель и ее программную реализацию, которая в упрощенном виде воссоздает работу биологической нейронной сети человека [1].

Пример простейшей нейронной сети: перцептрон. Математически перцептрон можно выразить так (рис. 1)

$$Y = f(x, w, + X_2 W_2 + b)$$

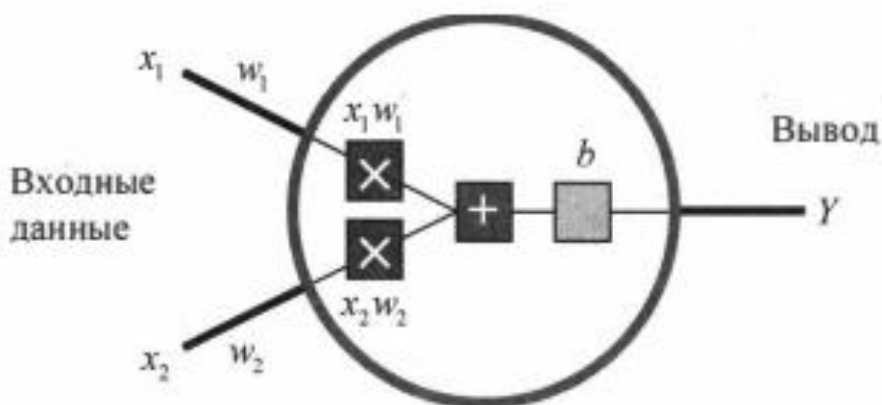


Рисунок 1 – Пример перцептрона

Нейронная сеть дает возможность компьютеру или роботу, мыслить и принимать решения разумно, подобно тому, как думают и действуют люди. Нейронная сеть работает, как и мозг человека, она учится, набирается опыта, а затем на практике использует результаты своего обучения.

Люди давно стремились заставить вычислительные машины мыслить и вести себя так же, как человек, и таким образом научить их решать не свойственные компьютерам задачи — например, играть в шахматы, сочинять стихи и писать музыку.

YOLO – это алгоритм обнаружения объектов в реальном времени, который использует глубокое обучение для распознавания объектов на изображениях и видео. В отличие от других алгоритмов обнаружения объектов, которые выполняют обнаружение в несколько этапов, YOLO выполняет обнаружение в один этап, что делает его намного быстрее, чем другие методы. Алгоритм YOLO делит входное изображение на сетку ячеек и предсказывает ограничивающую рамку и вероятности классов для каждой ячейки. Координаты ограничивающей рамки относятся к координатам ячейки, что означает, что один объект может быть обнаружен в нескольких ячейках.

Ввод: YOLO берет входное изображение или видео и изменяет его размер до фиксированного. Модель глубокого обучения.: YOLO использует глубокую сверточную нейронную сеть (CNN) в качестве своей базовой архитектуры. Сеть обучается на большом наборе данных помеченных изображений, чтобы научиться распознавать объекты. Прогнозирование ограничивающей рамки: Алгоритм YOLO предсказывает ограничивающие рамки для каждого объекта на



входном изображении. Каждая ограничивающая рамка представлена пятью значениями:  $x$ ,  $y$ ,  $w$ ,  $h$  и показателем достоверности.

Координаты  $(x, y)$  представляют центр прямоугольника, в то время как  $w$  и  $h$  представляют ширину и высоту прямоугольника соответственно. Показатель достоверности показывает, насколько алгоритм уверен в том, что в поле находится объект (рис. 2) [2].

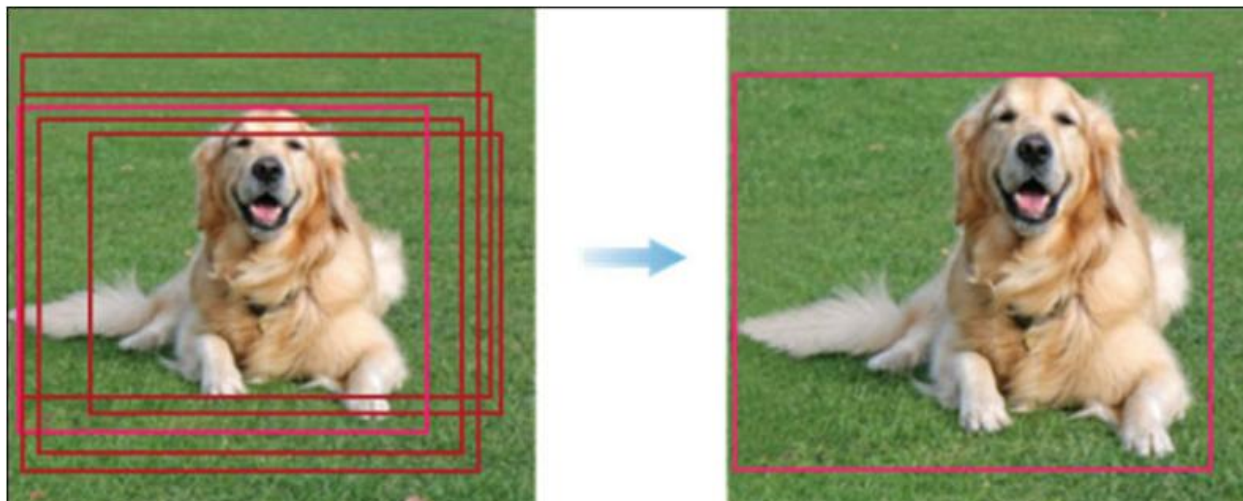


Рисунок 2 – Принцип работы YOLO

Большинство современных детекторов объектов реализуют комбинацию классификации и регрессии ограничивающей рамки. Классификация пытается предсказать класс объекта в области изображения, а регрессия ограничивающей рамки пытается определить область расположения объекта, предсказывая самую узкую рамку, содержащую объект. Рассмотрим эталон ограничительной рамки  $g$ , связанный с меткой класса  $y$ , и гипотезу обнаружения  $x$  ограничительной рамки  $b$ . Поскольку  $b$  обычно включает в себя объект и некоторое количество фона, может быть трудно определить, правильно ли обнаружен объект. Обычно это решается с помощью метрики пересечения по объединению (intersection over union, IoU).

Если IoU не превышает порога для любого объекта,  $x$  считается фоном и обозначается как «отрицательный» пример. Хотя нет необходимости определять положительные/отрицательные примеры для задачи регрессии ограничивающей рамки, порог IoU и также требуется для выбора набора образцов используемого для обучения регрессора. Хотя пороговые значения IoU, применяемые для двух задач, не обязательно должны быть идентичными, на практике это обычное дело. Следовательно, порог IoU и определяет качество детектора. Большие пороги способствуют тому, чтобы обнаруженные ограничивающие рамки были точно совмещены с эталонами. Небольшие пороги вознаграждают детекторы, которые создают свободные ограничивающие рамки с небольшим перекрытием с эталоном. Некоторые примеры гипотез повышения качества показаны на рис. 3 [3].

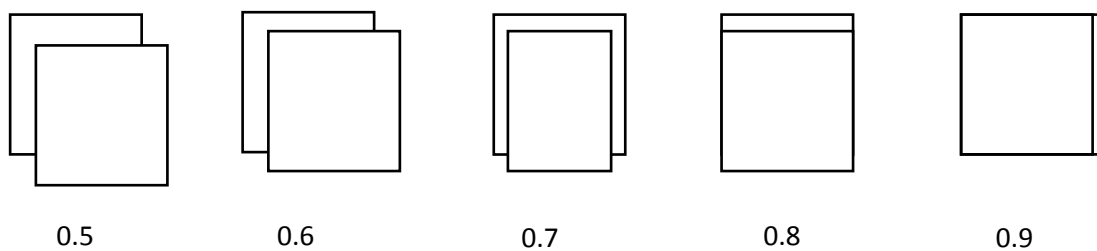


Рисунок 3 – Примеры повышения качества. Числа представляют собой значения IoU между двумя ограничивающими прямоугольниками, указывая, насколько хорошо они совмещены друг с другом

Одним из ключевых способов улучшить качество модели YOLOv8 является оптимизация гиперпараметров. Например, можно настроить параметры обучения, такие как скорость обучения, размер пакета и оптимизатор чтобы достичь лучших результатов. Также можно выбрать другую версию архитектуры YOLOv8, она отличается скоростью обработки изображения и точностью. Результаты влияния различных гиперпараметров на точность модели указано на рис. 4.

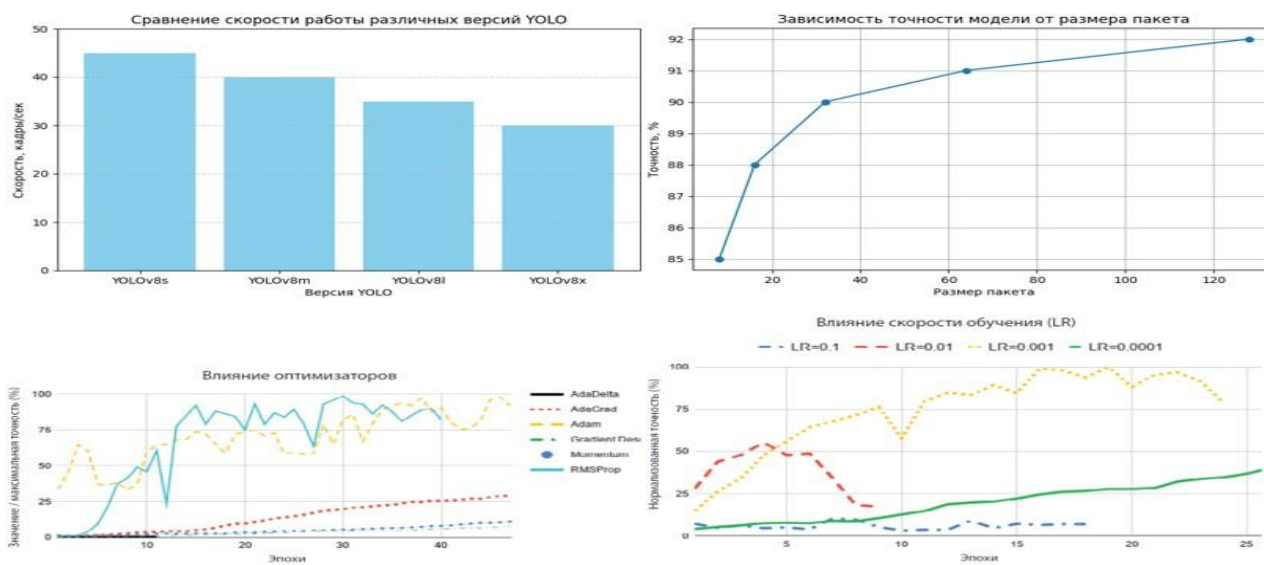


Рисунок 4 – Результаты влияния различных гиперпараметров на точность обучаемой модели

### Список литературы

1. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / ред. Р. Дэвис, М. Терк; пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 690 с.: ил.
2. Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow. — СПб.: Питер, 2023. — 624 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O’Reilly»).
3. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. Самоучитель. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2024. — 448 с.: ил. — (Самоучитель).

## References

1. Computer vision. Modern methods and prospects of development / ed. R. Davis, M. Turk; translated from English by V. S. Yatsenkova. – M.: DMK Press, 2022. – 690 p.: ill.
2. Artificial intelligence and computer vision. Real projects in Python, Keras and TensorFlow. — St. Petersburg: St. Petersburg, 2023. — 624 p.: ill. — (Series "O'Reilly Bestsellers").
3. The basics of artificial intelligence in Python examples. Self-instruction. — 2nd ed., reprint. and additional — St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2024. — 448 p.: ill. — (Tutorial)

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ – НЕОБХОДИМЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ**

В.С. Румянцев, Р.М. Башкиров

Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный), г. Тамбов

Аннотация. В данной статье рассматривается системный анализ как инструмент для защиты информации. Рассматриваются сферы применения системного анализа, а также их цели.

Ключевые слова: система, системология, защита информации, методы защиты.

## **SYSTEM ANALYSIS IS A NECESSARY TOOL FOR INFORMATION PROTECTION**

V.S. Rumyantsev, R.M. Bashkirov

Interspecific Center for Training and Combat use of Electronic Warfare Troops (training and testing), Tambov

Abstract. This article discusses system analysis as a tool for protecting information. The fields of application of system analysis are considered, as well as their goals.

Keywords. System, systemology, information protection, security methods.

До недавнего времени технические средства применялись человеком с тем, чтобы облегчить физическую нагрузку. Внедрение механизмов обеспечивающих повышение эффективности физического труда называли механизацией. По мере расширения областей механизации уменьшалась потребность в мускульной силе, и повышалась умственная. Появление ЭВМ задало темп применению технических средств для повышения эффективности труда. Автоматизация стала продолжением механизации. Если механизация в определении являла собой процессы использования, передачи, преобразования энергии, то автоматизация управляла процессами информации.

С развитием вычислительной техники и методов математики автоматизация распространилась на многие сферы деятельности. В каждой сфере используются процессы направленного функционала, которые можно назвать системой.

Появление понятия систем образовало новый раздел в использовании информации – системологию.

Системология делится на две области:

- теоретическая область
- прикладная область

Теоретическая область состоит из: кибернетики, информологии, теории принятия решений, теории организации.

Прикладная же из системотехники, исследовании операций, инженерной психологии и управления проектами.

В данном случае под системой может пониматься как предприятие в целом, так и какое-либо программное обеспечение. Системы выполняют различные задачи и, как правило, могут быть очень сложными и состоять из множества других подсистем. Отсюда можно сделать вывод, что система – это совокупность взаимосвязанных компонентов (подсистемы, отношения между компонентами), взаимодействующих между собой для выполнения поставленных задач.

Системы могут быть как обычными, так и критически важными. К таким системам можно отнести:

- банковские системы;
- системы телекоммуникации;
- системы управления воздушным и наземным транспортом;
- системы обработки и хранения секретной и конфиденциальной информации.

На самом деле подобных критически важных систем гораздо больше. Объединяет их то, что «для нормального и безопасного функционирования этих систем необходимо поддерживать их безопасность и целостность» [1].

Защита информации в таких системах является одной из важнейших задач.

Перед тем, как приступить к обеспечению защиты информации в системе, предлагается использовать такой инструмент, как системный анализ. Под системным анализом понимается совокупность методологических средств, используемых для подготовки и обоснования решений проблем, связанных с функционированием сложных систем.

Цель системного анализа состоит в том, чтобы выявить первопричину нежелательных событий, возникающих во время работы системы. Кроме того необходимо будет разрабатывать ряд мероприятий, которые либо уменьшают вероятность появления этих событий, либо полностью исправляют возникшую проблему.

Системный анализ можно применять в двух случаях:

1. На этапе проектирования системы;
2. В функционирующей системе.

В первом случае анализ выполняется до наступления нежелательных событий. То есть происходит прогнозирование возможных проблем. Такой анализ называется априорным.

Во втором случае анализ выполняется, как правило, после наступления нежелательных событий и называется апостериорным. Одной из целей данного

анализа является разработка рекомендаций по избеганию подобных проблем в будущем.

В обоих случаях системный анализ включает ряд основных шагов по устранению проблемы:

1. Определение проблемы. Это включает в себя определение масштаба проблемы и выявления проблемных областей. Очень важно собрать всю необходимую информацию о данной проблеме для ее полного понимания;

2. Анализ проблемы. Данный шаг подразумевает анализ всех собранных данных для выявления первопричины проблемы;

3. Разработка потенциального решения. На данном этапе происходит разработка и разбор всех возможных решений проблемы. Определяются их плюсы и минусы;

4. Оценка потенциального решения. Здесь происходит оценка каждого решения. Могут учитываться различные факторы, такие как стоимость, сложность реализации, влияние на другие компоненты системы и многие другие;

5. Реализация решения. Финальный шаг, который включает в себя внедрение выбранного решения и мониторинг его эффективности в течение определенного времени;

6. Составление документации. Необязательный шаг, который подразумевает документирование проблемы и ее решения. Пишутся рекомендации по избеганию подобных проблем в будущем.

Следуя этим шагам, можно обеспечить правильное функционирование системы.

Какие-либо шаги при проведении системного анализа могут добавляться или изменяться. Все зависит от самой системы.

При выполнении системного анализа одной из главных задач является реализация безопасности и целостности системы. В первую очередь, необходимо оценить риски и определить уязвимости системы.

Применение системного анализа позволяет определить факторы, влияющие на производительность и надежность системы, а также выявить угрозы безопасности и возможные пути их решения. Для этого необходимо провести анализ данных, проанализировать существующие угрозы и уязвимости, а также разработать стратегию повышения безопасности системы. Следует понимать, что нарушение информационной безопасности системы может привести к потере данных, нарушению репутации, а также к финансовым потерям.

Как видно, системный анализ помогает определить множество проблем в системе, включая проблемы, связанные с защитой информации.

После применения системного анализа можно приступить к поиску средств защиты информации (СЗИ). Сейчас существуют различные СЗИ. Например, аппаратные и программные средства, физические меры, организованные мероприятия, законодательные меры.

К аппаратным методам защиты можно отнести электронные, электронно-механические и электронно-оптические устройства. Таких средств сейчас создано довольно много. Особую и получающую наибольшее распространение

группу аппаратных средств защиты составляют устройства для шифрования информации.

К программным методам защиты можно отнести особые программы, выполняющие функции защиты данных, например, от вредоносных программ. Чаще всего используют именно программные средства защиты, так как они являются более универсальными и просты в использовании.

Резервное копирование также является одним из основных СЗИ. Оно предназначено для хранения копий данных или программ на каком-либо носителе. Резервное копирование необходимо для восстановления программ или данных в оптимальное состояние после повреждений в результате сбоя или хакерских атак.

К организационным мерам можно отнести обучение пользователей. Пользователи должны быть обучены, как правильно работать с информацией, как обнаруживать и сообщать об угрозах безопасности и какие меры безопасности следует принимать при работе с конфиденциальной информацией.

В заключении можно сказать, что каким бы превосходным не оказался системный анализ, какие СЗИ не использовались бы, полной гарантии безопасности информации быть не может, но при этом сильно увеличится уровень готовности системы к различным проблемам.

### **Список литературы**

1. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 360 с.
2. Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат.лит., 1992. – 544 с.
3. Труды 3-го Международного семинара / под общ. ред. Р.А. Нейдорфа.- Ростов-н/Д: Изд. центр Донск. гос. техн. ун-та, 2012. - 496 с.

### **References**

1. Malinetsky G.G., Potapov A.B. Modern problems of nonlinear dynamics. – М.: Unified URSS, 2002. – 360s.
2. Akhromeeva T.S., Kurdyumov S.P., Malinetsky G.G., Samarsky A.A. Unsteady structures and diffusion chaos. – М.: Nauka. Phys.-mat.lit., 1992. – 544s.
3. Proceedings of the 3rd International Seminar / under the general editorship of R.A. Neidorf.- Rostov-na-Donu: Publishing house of the Don State Technical University, 2012. - 496 p.

## **ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СФЕРЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Д.Г. Таран

Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск радиоэлектронной борьбы (учебный и испытательный), г. Тамбов

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные этапы обучения модели нейронной сети для определения объектов в реальном времени на основе архитектуры YOLOv8.

Ключевые слова: нейронная сеть, сверточная нейронная сеть, сельское хозяйство, yolov8

## **TRAINING OF A NEURAL NETWORK FOR IMAGE PROCESSING IN THE FIELD OF AGRICULTURE**

D.G. Taran

Interspecific Center for Training and Combat use of Electronic Warfare troops (training and testing), Tambov, Russia.

Abstract. This article discusses the main stages of training a neural network model for determining objects in real time based on the YOLOv8 architecture

Keywords: neural network, convolutional neural network, agriculture, yolov8.

С момента изобретения компьютеров их способность выполнять различные задачи значительно расширилась. Их научили слушать и понимать речь, проговаривать текст, распознавать объекты на рисунках и в видеофайлах, управлять беспилотными автомобилями и летательными аппаратами, писать стихи, музыку, распознавать эмоции людей и т. п..

Нейронная сеть по своей сути представляет некую математическую модель и ее программную реализацию, которая в упрощенном виде воссоздает работу биологической нейронной сети человека [1].

Пример простейшей нейронной сети: перцептрон. Математически перцептрон можно выразить так (рис. 1):



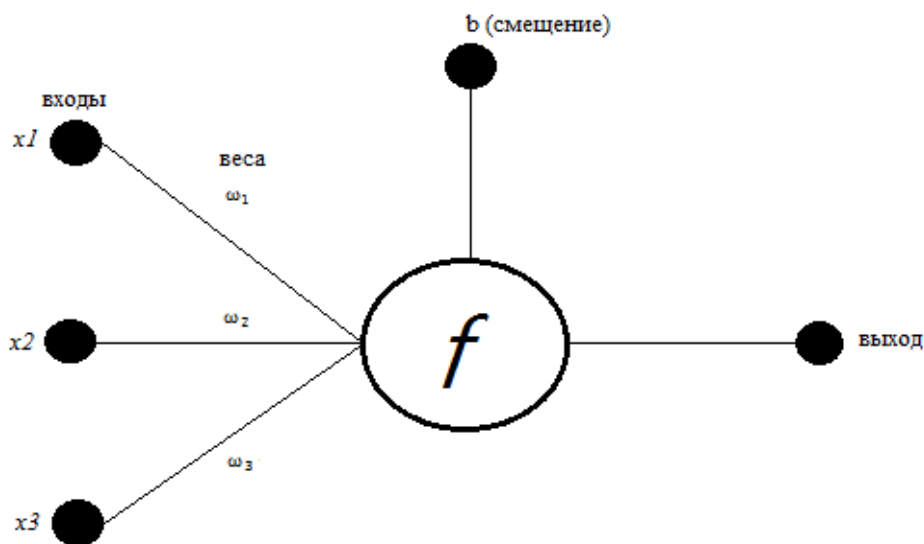


Рисунок 1 - Пример перцептрона

Нейронная сеть дает возможность компьютеру или роботу, управляемому компьютером, мыслить и принимать решения разумно, подобно тому, как думают и действуют люди. Нейронная сеть работает, как и мозг человека, она учится, набирается опыта, а затем на практике использует результаты своего обучения.

Алгоритм YOLOv8 использует для обнаружения объектов сверточные нейронные сети. Это один из самых быстрых алгоритмов обнаружения объектов. К нему имеет смысл прибегать, когда требуется обнаружение объектов в режиме реального времени при незначительной потере точности. Таким образом, он не только классифицирует изображение в категорию, но также может обнаружить на изображении несколько объектов. Этот алгоритм применяет к полному изображению одну нейронную сеть — эта сеть делит изображение на области и показывает ограничивающие рамки, а также указывает в обработанном изображении точность обнаружения объектов для каждой выделенной области показано на рис. 2 [2].

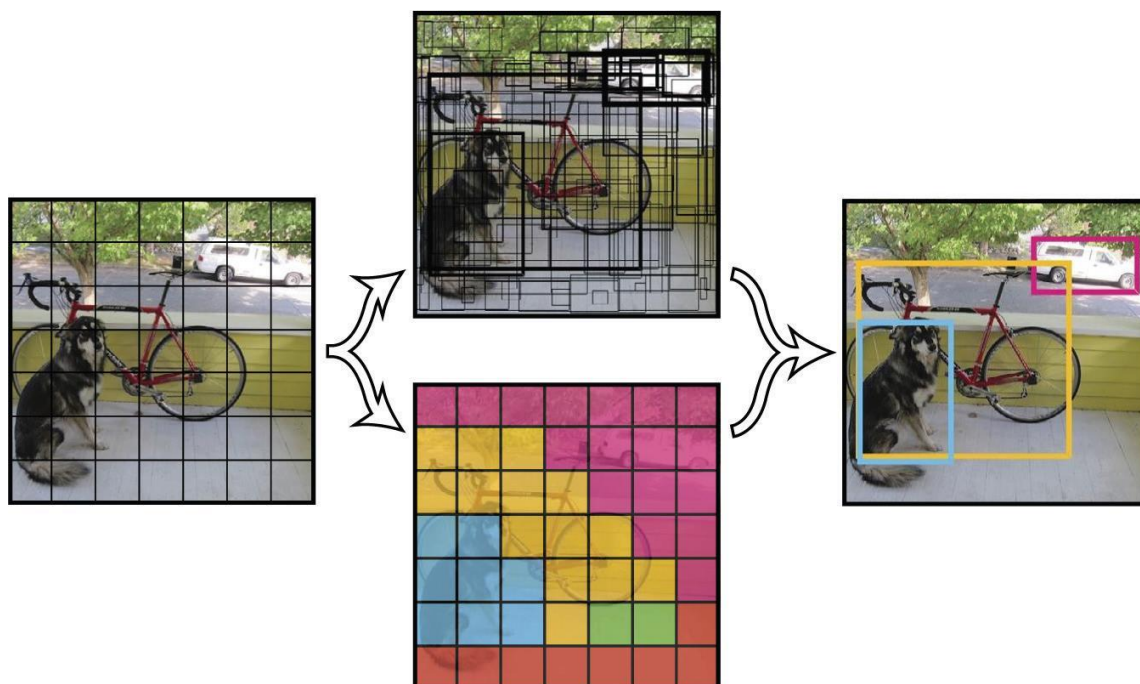


Рисунок 2 - Принцип работы YOLO

Большинство современных детекторов объектов реализуют комбинацию классификации и регрессии ограничивающей рамки. Классификация пытается предсказать класс объекта в области изображения, а регрессия ограничивающей рамки пытается определить область расположения объекта, предсказывая самую узкую рамку, содержащую объект.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), также известные как дроны, представляют собой новую форму самолета или летательного аппарата, который не несет в себе пилота-человека. Они управляются с помощью наземной контрольной станции или автономно с использованием предварительно запрограммированных планов полетов и бортового компьютера, которые используются для аэрофотосъемки и видеосъемки.

С развитием технологий компьютерного зрения и бортовых сенсоров беспилотные летательные аппараты могут быть оснащены различными датчиками и камерами для обнаружения и идентификации объектов в режиме реального времени.

Например, стоит задача определить с помощью камеры на БПЛА участки, где плохо растет сельскохозяйственная культура. Для того чтобы обучить нейронную сеть определять конкретный объект нужно собрать базу данных изображений непросеянных участков в поля. После чего выделить дефекты ограничивающей рамкой в программе LabelImg и когда все изображения будут обработаны можно начинать обучение нейронной (рисунок 3).



Рисунок 3 - Результат обучения нейронной сети

### Список литературы

1. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / ред. Р. Дэвис, М. Терк; пер. с англ. В. С. Яценкова. — М.: ДМК Пресс, 2022. — 690 с.: ил.
2. Искусственный интеллект и компьютерное зрение. Реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow. — СПб.: Питер, 2023. — 624 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).
3. Основы искусственного интеллекта в примерах на Python. Самоучитель. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2024. — 448 с.: ил. — (Самоучитель).

### References

1. Computer vision. Modern methods and prospects of development / ed. R. Davis, M. Terek; translated from the English by V. S. Yatsenkova. — M.: DMK Press, 2022. — 690 p.: ill.
2. Artificial intelligence and computer vision. Real projects in Python, Keras and TensorFlow. — St. Petersburg: St. Petersburg, 2023. — 624 p.: ill. — (Series "O'Reilly Bestsellers").
3. The basics of artificial intelligence in Python examples. Self-instruction. — 2nd ed., reprint. and additional — St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2024. — 448 p.: ill. — (Tutorial).

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

К.А. Слезин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые популярные геоинформационные системы, а также выявлены их основные достоинства и недостатки. Предлагается геоинформационная система, обладающая функциями геометрического моделирования динамики контуров лесных пожаров на местности. Разработан модуль обработки и расчета математических моделей контуров.

Ключевые слова: моделирование, аварии, катастрофы, пожары, геоинформация, информационная система, динамика.

## INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM FOR ASSESSING THE DYNAMICS OF NATURAL CATASTROPHES

K.A. Slezin

Tambov State Technical University

Abstract. In the article some popular geoinformation systems are considered, and their main advantages and disadvantages are revealed. A geoinformation system is proposed that has the functions of geometric modeling of the dynamics of the contours of forest fires in the terrain. A module for processing and calculating mathematical models of contours has been developed.

Keywords: modeling, accidents, catastrophes, fires, geoinformation, information system, dynamics.

В 1990-х гг. интенсивное развитие получили информационные системы, предоставляющие набор функций по представлению и визуализации географических данных. Среди них выделяются системы, способные производить моделирование различных динамических ситуаций. Особыми представителями интеллектуальных ГИС являются такие сервисы как «Яндекс.Карты» и «Google Maps». Их отличительной функцией являются возможность построения маршрутов для транспортных средств и пешеходов, ориентируясь на затруднения движения, а также статистику пользователя, использующего сервис.

Геоинформационная система *Google Earth* [1] является настольной версией *Google Maps*[2] и осуществляет все ее функции в полном объеме. Сервис существует в двух вариантах: веб-приложение (рис. 1); настольное приложение с расширенным функционалом (рис. 2). Отличительной особенностью системы является использование трехмерной модели всего земного шара для визуализации итогового изображения. Сервис предоставляет слой «3D здания» с трехмерными

моделями, добавляемыми разработчиками или самими пользователями посредством сервиса *3D Warehouse*. Недостатками данной системы является относительно большой вес геоданных системы, отсутствие возможности использовать сторонние растровые и векторные слои, расширять систему собственными геоданными, невозможность моделирования различных процессов на местности.

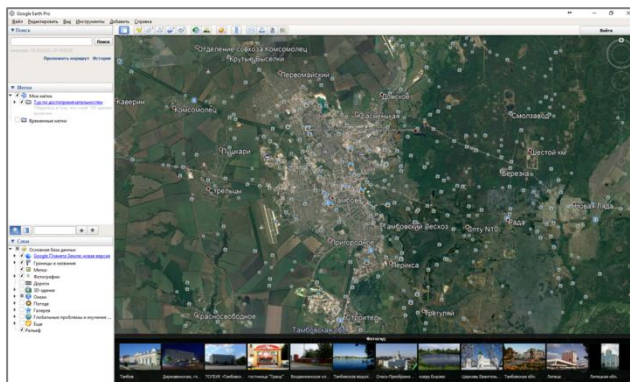


Рисунок 1 – Интерфейс геоинформационной системы *Google Earth*

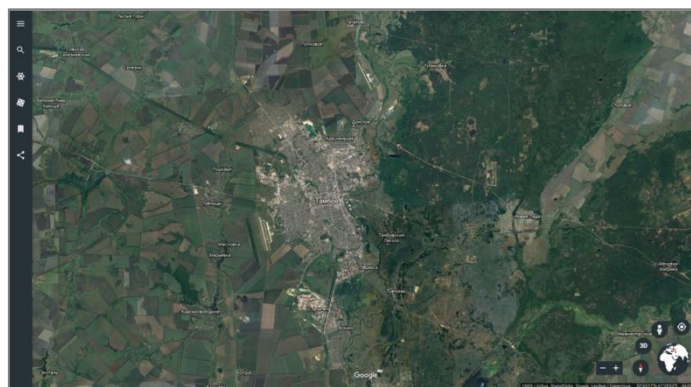


Рисунок 2 – Веб-интерфейс геоинформационной системы *Google Earth*

*2GIS* [3] (рис. 3) – международная геоинформационная система, созданная в 1999 году. Особенность данного сервиса в предоставлении справочной информации о предприятиях и организациях многих городов России, а также нескольких городов за рубежом – на Украине, в Казахстане, Италии, Чехии, Чили, ОЭА, Киргизии, на Кипре. Основным недостатком системы является ограничения на отображаемую область карты, обычно один город, отсутствует возможность использования сторонних геоданных, не поддерживаются функции моделирования процессов на местности.

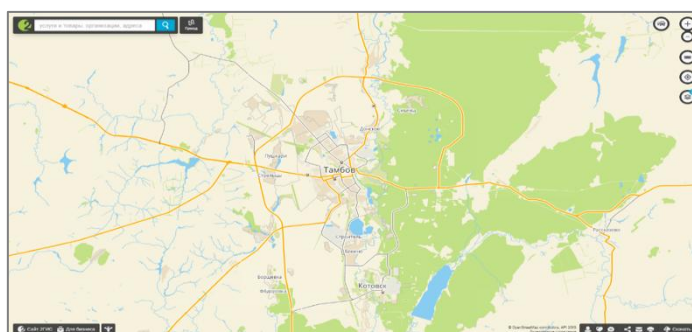


Рисунок 3 – Интерфейс геоинформационной системы *2GIS*

*GRASS* [4] (рис. 4) – система обработки пространственной информации, разрабатываемая с 1982 года при участии правительства США, научно-исследовательских институтов и компаний. Данное средство построено по принципу модульности и интегрирует в себя множество различных модулей, которые решают задачи по визуализации, импорта, экспорта и др. Изначально система была нацелена на работу с командной строкой, однако, на сегодняшний день поддерживается два вида визуального интерфейса. Недостатками средства является отсутствие возможности использования распространенных растровых и векторных слоев, построение маршрутов, а также моделирование различных процессов на местности.

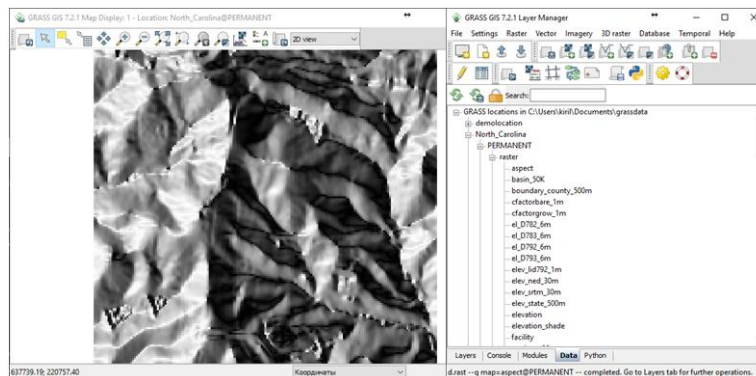


Рисунок 4 – Интерфейс геоинформационной системы *GRASS*

По рассмотренным геоинформационным системам была составлена сводная табл. 1, отражающая достоинства и недостатки данных программных средств.

Таблица 1 – Сводная таблица плюсов и минусов ГИС

№	Система	Плюсы	Минусы
	<i>Google Earth</i> [1, 5, 6, 7, 8]	Открытый доступ Детализация карты 3D-панорамы улиц Работа с маршрутами Поиск информации Просмотр карты под любым углом к горизонту	Нет системы добавления сторонних слоев Пользователи не могут редактировать информацию Нет системы моделирования процессов на местности Закрытый исходный код Отсутствие возможности расширения функций системы сторонними модулями
	<i>2GIS</i> [3, 9, 10, 11, 12]	Открытый доступ Детализация карты Панорамы улиц Работа с маршрутами Поиск информации Большое количество справочной информации об организациях	Нет системы добавления сторонних слоев Малое количество панорам улиц Пользователи не могут редактировать информацию Нет системы моделирования процессов на местности

№	Система	Плюсы	Минусы
			Закрытый исходный код Отсутствие возможности расширения функций системы сторонними модулями
	GRASS [4, 13, 14, 15, 16]	Открытый доступ	Нет системы загрузки слоев из открытых сервисов Нет системы маршрутов Нет системы поиска информации Пользователи не могут делиться информацией Нет системы моделирования процессов на местности Закрытый исходный код Отсутствие возможности расширения функций системы сторонними модулями

Анализ данных, представленных в табл. 1, позволяет сделать вывод о том, что большинство современных общедоступных геоинформационных систем обладают крайне узким набором функций, а также имеют закрытую структуру и не обладают возможностью расширения пользовательским сообществом.

Большинство современных геоинформационных систем имеют архитектуру, приведенную на рис. 5, которая реализует минимальный набор функций по обработке геоданных и видов их представления.

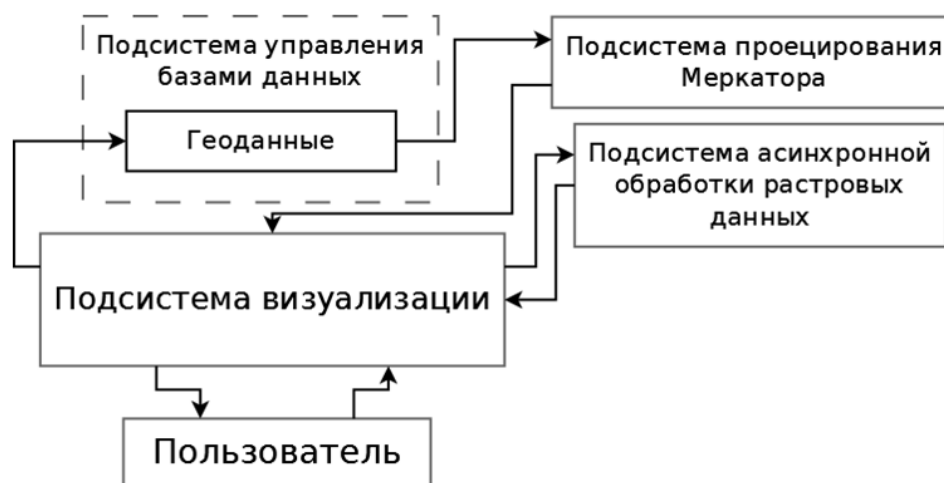


Рисунок 5 – Архитектура ГИС

Однако, данная архитектура не обладает средствами моделирования, а также принятия решений, что не позволяет использовать их при оценке рисков во время техногенных аварий и катастроф, например, лесных пожаров, противодействие которым напрямую связано с возможностью предсказания их развития.

Расширим данную структуру подсистемами знаний, правил, а также поддержки принятия решений, включающей блоки обработки качественной информации, лингвистические и математические модели. Полученная архитектура (рис. 6) позволит обрабатывать качественную информацию об окружающей среде и на основе ее обработки при помощи лингвистических и математических модулей производить моделирование динамических геопроцессов.

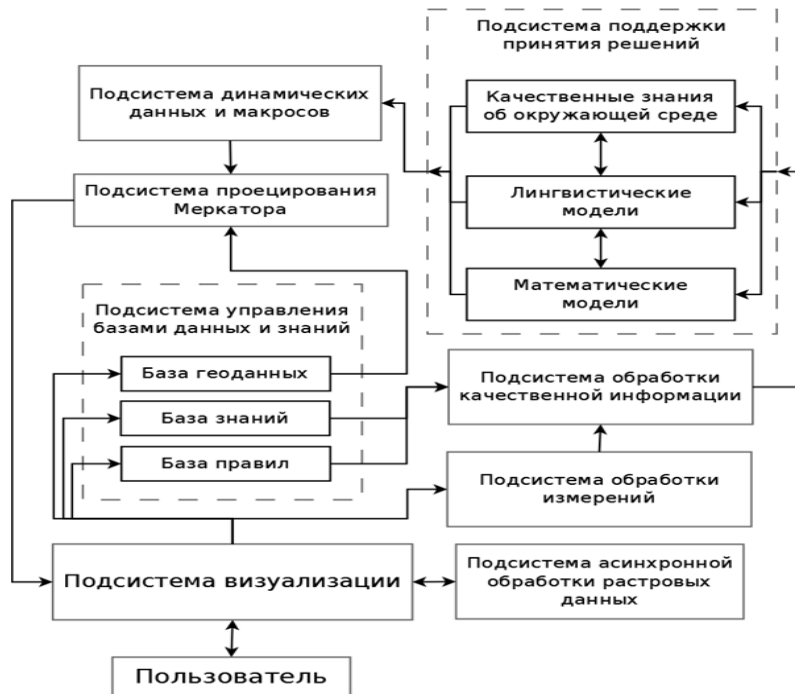


Рисунок 6 – Архитектура ИГИС

Ядро системы предлагается организовать так, чтобы обеспечить наиболее гибкую работу основных элементов систем. Оно представляет из себя набор, состоящий из 15 классов, отвечающих за загрузку и выгрузку данных хранилища, обеспечивающих взаимодействие между имеющимися гео-объектами, предоставляющих доступ к минимальному функционалу всей системы на уровне текстовой командной строки.

Ядро системы предполагает использование интерпретируемого языка программирования для описания моделей динамики контуров пожаров.

Одним из вызывающих наибольший интерес элементов ядра является класс производящий обработку объектов, получаемых в процессе математического моделирования. Код данного модуля представляет собой набор статических и объектных методов.

В работе были рассмотрены достоинства и недостатки некоторых геоинформационных систем. Была предложена архитектура новой интеллектуальной геоинформационной системы моделирования динамики контуров лесных пожаров. На основании описанной архитектуры предлагаемой системы разработана модель ядра приложения. Описаны основные его основные элементы. Разработан класс обработки моделируемых объектов.



### Список литературы

1. Щукова К.Б. Применение веб-сервиса Google Earth для решения задач картографирования в науке о лесе // Современная техника и технологии. – М.: Международный научно-инновационный центр, 2015. №12(52). С. 137-139.
2. Фалейчик Л.М., Кирилук О.К., Помазкова Н.В. Опыт применения ГИС-технологий для оценки масштабов воздействия горнопромышленного комплекса на природные системы юго-востока Забайкалья // Вестник ЗабГУ. 2013. №6. С. 64-79.
3. Демидович Е.М., Масальский Д.А. Разработка геолокационного мобильного приложения // Актуальные проблемы социально-экономического развития предприятий, отраслей, комплексов: сб. науч. работ. – Тула: «Институт экономики и управления», 2015. С. 114-120.
4. Лавреньтьев А.С., Красноперов А.Н. API геоинформационной системы 2GIS // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании: сб. науч. работ. – Ижевск: Ижевский государственных технический университет им. М.Т. Калашникова, 2016. С. 51-54.
5. Гудов А.М., Завозкин С.Ю., Попов А.Ю. Система мониторинга городского пассажирского транспорта // Евразийское Научное Объединение. – 2015. – Т. 1. – №. 3. – С. 4-5.
6. Тлеубаев И. С. Применение географических информационных систем в задачах оптимизации выбора маршрута, мониторинга и прогнозирования движения пассажирского транспорта // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 12-14 ноября 2014 г. Т. 2. Томск, 2014. – Изд-во ТПУ, 2014. Т. 2. С. 30-31.

### References

1. Shchukova K.B. Application of the Google Earth web service to solve the problems of mapping in the science of the forest // Modern technology and technology. - Moscow: International Scientific and Innovation Center, 2015. №12(52). P. 137-139.
2. Faleichik L.M., Kirilyuk O.K., Pomazkova N.V. Experience in applying GIS-technologies for assessing the scale of mining complex impact on natural systems of the southeast of Transbaikalia // Herald of ZabSU. 2013. №6. P. 64-79.
3. Demidovich E.M., Masalsky D.A. Development of the geolocation mobile application // Actual problems of social and economic development of enterprises, industries, complexes: Sat. sci. works. - Tula: "Institute of Economics and Management", 2015. P. 114-120.
4. Lavrentev A.S., Krasnoperov A.N. API geoinformation system 2GIS // Information technology in science, industry and education: Sat. sci. works. - Izhevsk: Izhevsk State Technical University. M.T. Kalashnikov, 2016. P. 51-54.

5. Gudov A.M., Zavozkin S.Yu., Popov A.Yu. Monitoring system of urban passenger transport // Eurasian Scientific Association. – 2015. – T. 1. – №. 3. – P. 4-5.

6. Tleubaev I.S. Application of geographic information systems in problems of optimization of route selection, monitoring and forecasting of passenger traffic // Youth and modern information technologies: a collection of works of the 12th All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Tomsk, November 14, 2014. T. 2. Tomsk, 2014. T. 2. P. 30-31.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ В ГИС НА ПРИМЕРЕ ДИНАМИКИ КОНТУРОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

К.А. Слезин

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые геоинформационные системы, а также выявлены их основные достоинства и недостатки. Описан подход к моделированию динамики лесных пожаров при помощи геометрического представления расширяющихся контуров. Разработана модель равномерно распределяющегося контура. Описаны макросы представления модели для ГИС. Рассмотрен процесс моделирования в ГИС при различных условиях окружающей среды.

Ключевые слова: моделирование, аварии, катастрофы, геоинформация, информационная система, динамика.

## **MODELING OF TECHNOGENIC ACCIDENTS AND DISASTERS IN GIS USING THE EXAMPLE OF FOREST FIRE CONTOUR DYNAMICS**

K.A. Slezin

Tambov State Technical University

Abstract. The article discusses several geographic information systems (GIS) and identifies their main advantages and disadvantages. An approach to modeling forest fire dynamics using a geometric representation of expanding contours is described. A model of uniformly distributed contour expansion is developed. Macros for representing the model in GIS are presented. The process of modeling in GIS under various environmental conditions is examined.

Keywords: modeling, accidents, disasters, geoinformation, information system, dynamics.

С развитием информационных технологий, а также глобальной сети интернет становятся все более популярными системы географического характера. Большинство данных информационных систем предоставляют функции по работе со статическими данными. Особый интерес вызывают геоинформационные системы способные моделировать те или иные динамические процессы. Наиболее часто предоставляются функции по моделированию или расчету маршрутов движения транспортных средств.

В связи с все большим учащением техногенных аварий и катастроф, в частности лесных пожаров, становятся все более актуальными интеллектуальные геоинформационные системы, предоставляющие набор функций по анализу и моделированию данных процессов.

Изучив область геоинформационных систем становится понятно, что средства моделирования природных и техногенных процессов практически отсутствуют в современном множестве программных комплексов.

Особую опасность в последние годы представляют лесные пожары. Ежегодно на земле возникает до 400 тысяч лесных пожаров, повреждающих около 0,5% общей площади лесов и выбрасывающих в атмосферу миллионы тонн продуктов горения. В связи с этим все более актуальной становится область моделирования лесных пожаров с использованием геоинформационных систем.

Говоря о динамике распространения лесных пожаров, чаще всего имеют в виду процессы, распространение которых описывается аппроксимируемыми экспериментальными данными, физикой и химией горения растительности. Однако, существуют подходы, основанные на механике и процессах управления.

Простейшим подходом к получению модели движения контура, состоит в том, что каждая часть контура перемещается на плоскости не зависимо от соседних элементов в направлении внешней нормали к контуру. При этом ее скорость зависит как от различных факторов как окружающей среды, так и природы пожара.

При моделировании динамики пожаров обычно прибегают к геометрической интерпретации. Рассматривается трехмерное пространство, образованное координатами плоскости  $x, y$  и осью времени  $t$ . В этом пространстве последовательность контуров пожара образует расширяющийся конус  $K$  (рис. 1). Задача определения формы контура в конкретный момент времени, сводится к определению угла наклона касательной к фронту в конкретной точке. Для построения замкнутого контура чаще всего используются метод обхода по углу направления фронта. Выбирается некоторый шаг и производится обход окружности с вычислением смещения фронта в каждой точке.

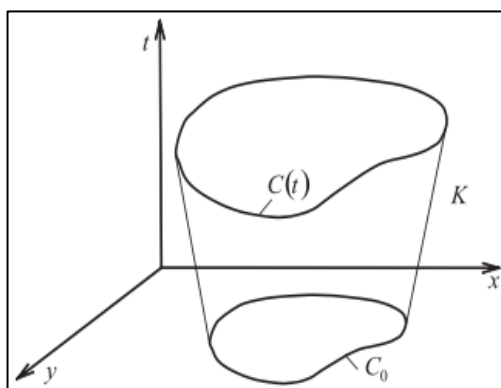


Рисунок 1 – Конус, образованный последовательностью контуров пожара

Контур пожара в каждый момент времени рассматривается как непрерывная дифференцируемая линия на плоскости. В дальнейшем используется два вида уравнений этой линии: заданные в неявном виде  $\varphi(x, y, t) = 0$  и записанные в явном виде, когда уравнение разрешено относительно одной из пространственных переменных например,  $y = f(x, y), (x, y) \in D$ . В каждой точке

контура должно выполняться соотношение  $\frac{d\varphi}{dt} = 0$ , откуда следует уравнение Гамильтона-Якоби

$$\frac{d\varphi}{dt} + v^T \text{grad}\varphi = 0, \quad (1)$$

где  $v = [v_x, v_y]^T$  – вектор скорости,  $\text{grad}\varphi \left[ \frac{d\varphi}{dx}, \frac{d\varphi}{dy} \right]^T$ . Значок  $T$  означает транспонирование.

Таким образом, можно вывести нормальную скорость контура

$$v_n = \frac{(\text{grad}\varphi)^T}{|\text{grad}\varphi|} v, \quad (2)$$

где  $\text{grad}\varphi/|\text{grad}\varphi|$  – единичный вектор нормали к контуру,  $v_n = |v_n|$  – величина нормальной скорости контура. С учетом (2) уравнение движения контура примет вид

$$\frac{d\varphi}{dt} + v_n |\text{grad}\varphi| = 0, \quad (3)$$

причем при  $t = 0$

$$\varphi(x, y, 0) = \varphi_0(x, y), \quad (4)$$

где  $\varphi_0(x, y) = 0$  – уравнение внешней границы области  $D$ .

При задании контура пожара в явном виде

$$y = f(x, t) \quad (5)$$

можно записать:

$$\varphi(x, y, t) = f(x, t) - y, \quad (6)$$

и из (3) следует:

$$\text{grad}\varphi = \left[ \frac{dy}{dx}, -1 \right]^T, |\text{grad}\varphi| = \left[ 1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} + v_n \sqrt{1 + \left( \frac{\partial y}{\partial x} \right)^2} = 0. \quad (8)$$

Уравнение контура можно записать также в виде

$$\varphi(x, y, t) = y - f(x, t) = 0.$$

В этом случае в уравнении (8) второе слагаемое войдет с минусом. Знак этого слагаемого связан с выбором положительного обхода контура. Уравнение (8) соответствует положительному направлению обхода контура по часовой стрелке.

Начальное условие к уравнению (8): при  $t = 0$

$$y(x, 0) = f(x, 0) = f_0(x), \quad (9)$$

причем  $y = f_0(x)$  – уравнение линии  $\varphi_0(x, y) = 0$ , записанное в явном виде.

Уравнение (9) можно получить чисто геометрически, исходя лишь из рассмотренной выше гипотезы, согласно которой каждая точка контура движется в направлении нормали к контуру.

На рисунке 2 изображено положение контура в два близких момента времени  $t$  и  $t + \Delta t$ . Рассмотрим точку  $C$ , которая в момент  $t + \Delta t$  переместилась в положение  $C'$ . Координаты точки  $C$  были  $(x, y(x, t))$ , координаты точки  $C'$ :  $(x + \Delta x, y(x + \Delta x, t + \Delta t))$ .

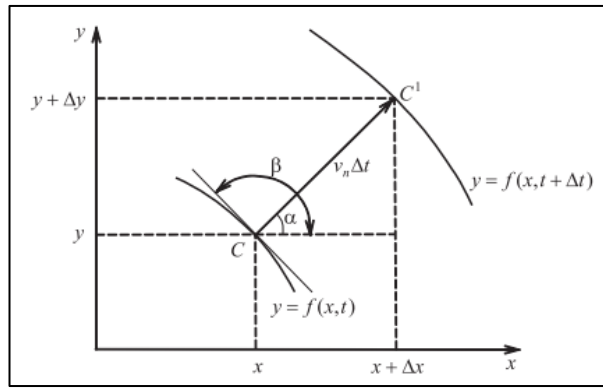


Рисунок 2 – К выводу уравнения движения контура

Рассмотрим подробнее координату  $y$  точки  $C'$ . Из треугольника  $CC'A$   
 $y(x + \Delta x, t + \Delta t) = y(x + v_n \cos \alpha \Delta t, t + \Delta t)$ .

Разложим в ряд правую часть последнего равенства в точке  $(x, y)$ . Ограничиваясь линейными членами, имеем

$$y(x + \Delta x, t + \Delta t) = y(x, t) + \frac{\partial y}{\partial x} v_n \cos \alpha \Delta t + \frac{\partial y}{\partial t} \Delta t.$$

С другой стороны, как видно из рис. 6,

$$y(x + \Delta x, t + \Delta t) = y(x, t) + \Delta y = y(x, t) + v_n \sin \alpha \Delta t.$$

Приравнивая правые части последних двух равенств, получим

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial y}{\partial x} v_n \cos \alpha - v_n \sin \alpha = 0. \quad (10)$$

Но, как видно из рисунка, угол  $\alpha$  связан с углом  $\beta$ , определяемым производной  $dy/dx$ :  $\beta = \arctg(y_x)$ . Имеем

$$\alpha = \beta - \frac{\pi}{2}, \sin \beta = \frac{y_x}{\sqrt{1+y_x^2}}, \cos \frac{1}{\sqrt{1+y_x^2}},$$

и уравнение (10) после подстановки этих значений примет окончательный вид, совпадающий с (8):

$$\frac{\partial y}{\partial x} + v_n \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2} = 0.$$

Если продифференцировать (8) по  $x$  и ввести новую переменную  $z = dy/dx$ , то получим описание движения контура в виде квазилинейного уравнения относительно функции двух переменных

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (v_n \sqrt{1 + z^2}) = 0 \quad (11)$$

с начальным условием  $t = 0, z(x, 0) = z_0(x)$ .

Перепишем уравнение (11) в виде

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} (v_n \sqrt{1 + z^2}) \frac{\partial z}{\partial x} = 0. \quad (12)$$

Если пользоваться понятием производной по направлению, то левую часть уравнения (12) можно рассматривать как производную от функции  $z(x, t)$  в направлении, заданном уравнением

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (v_n \sqrt{1 + z^2}). \quad (13)$$

Для определенности начальный контур всегда будет задаваться как многообразие  $\Lambda_0$  в виде окружности малого радиуса  $r_0$ , уравнение которой имеет вид

$$x = r_0 \cos \omega, y = r_0 \sin \omega, \omega \in [0; 2\pi].$$

Функция, описывающая изменение угла наклона касательной к начальному контуру при  $t = 0$ , имеет вид

$$z_0(x) = \frac{\partial y}{\partial x} = -\frac{x}{\sqrt{r_0^2 + z^2}} = -ctg\omega, \quad (14)$$

А уравнение семейства характеристик –

$$\frac{\partial x}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} (v_n \sqrt{1 + z^2}) \Big|_{z=z_0(x)} = -\frac{\partial v_n}{\partial z} \sqrt{1 + z^2} + v_n \frac{z}{\sqrt{1 + z^2}} = \frac{\partial v_n(z_0(\omega))}{\partial z} \cdot \frac{1}{\sin \omega} + v_n(z_0(\omega)) \cos \omega.$$

Так как  $v_n = v_0 \chi(z)$ , то

$$\frac{\partial v_n(z)}{\partial z} = v_0 \frac{\partial \chi_n}{\partial \omega} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial z}.$$

Последний сомножитель в правой части написанного выражения можно вычислить из соотношения (14)

$$\omega = \arctg(-z),$$

откуда

$$\frac{\partial \omega}{\partial z} = \sin^2 \omega.$$

Следовательно, уравнение семейства характеристик примет вид

$$\frac{\partial x}{\partial t} = F(\omega), \quad (15)$$

где

$$F(\omega) = v_0 \left( -\frac{\partial \chi_n}{\partial \omega} \sin \omega + \chi_n \cos \omega \right), 0 \leq \omega \leq \pi. \quad (16)$$

Отсюда следует, что координата  $x$  контура, соответствующая параметру  $\omega$ , в момент времени  $t$ , имеет вид

$$x(\omega, t) = r_0 \cos \omega + v_0 t \left( -\frac{\partial \chi_n}{\partial \omega} \sin \omega + \chi_n \cos \omega \right). \quad (17)$$

Соответствующую координату можно вычислить из соотношения

$$y(\omega) = \int_0^{x(\omega)} \frac{\partial y}{\partial x} dx. \quad (18)$$

Преобразуем  $dx = \frac{\partial x}{\partial \omega} d\omega$  и вычислим частную производную из (17)

$$y(\omega, t) = \int_0^\omega \cos \omega \left( r_0 + v_0 t \left( \chi_n + \frac{\partial^2 \chi_n}{\partial \omega^2} \right) \right) d\omega.$$

Дважды интегрируя по частям, получим окончательно

$$y(\omega, t) = r_0 \sin \omega + v_0 t \left( \frac{\partial \chi_n}{\partial \omega} \cos \omega + \chi_n \sin \omega \right). \quad (19)$$

Формулы (17) и (19) позволяют в принципе рассчитывать контуры пожаров для любых аналитически или графически заданных идикатрис.

Пусть фигуратриса имеет вид

$$\chi_n(\alpha) = a + b \cos^k \alpha, \quad (20)$$

где

$$a + b = 1, a > b, k \in \{0, 1, 3, 5, \dots\}.$$

Проделав преобразования в соответствии с формулами (17), (20), получим

$$\begin{cases} x(\omega, t) = \{r_0 + v_0 [a + b(\cos^{k-2} \omega \sin^2 \omega + \cos^k \omega)]t\} \cos \omega \\ y(\omega, t) = \{r_0 + v_0 [a + b(1 - k) \cos^k \omega]t\} \sin \omega \end{cases}. \quad (21)$$

Пусть  $k = 0$ . Тогда  $\chi_n(\alpha) = a + b \equiv 1$  и  $x_n = x_0 = \text{const}$ . Из (21) следует, что

$$\begin{cases} x(\omega, t) = (v_0 t + r_0) \cos \omega \\ y(\omega, t) = (v_0 t + r_0) \sin \omega. \\ w \in [0, \pi] \end{cases} \quad (22)$$

где  $v_0$  – скорость ветра,  $t$  – время, прошедшее с начала пожара,  $\omega$  – угол обхода контура.

На основании формулы (22) была построена модель в виде макроса для геоинформационной системы:

$$x: (\{r\} + \{wind\} \cdot \{time\}) \cdot \cos(\{\omega\}),$$

$$y: (\{r\} + \{wind\} \cdot \{time\}) \cdot \sin(\{\omega\}).$$

Т.е. контуры в последовательные моменты времени представляют собой концентрические окружности.

В работе были рассмотрены достоинства и недостатки некоторых популярных ГИС. Предложен подход к моделированию динамики контуров лесных пожаров. Построена одна из простейших моделей контура. Описанная модель была преобразована в макрос для разработанной интеллектуальной геоинформационной системы.

### Список литературы

1. Богданов, К.А. Использование Карт Google Maps в задачах имитационного моделирования / К.А. Богданов // В мире научных открытий. – Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр», 2010. №4-4. – С. 40-41.
2. Демидович, Е.М. Разработка геолокационного мобильного приложения / Е.М. Демидович, Д.А. Масальский // Актуальные проблемы социально-экономического развития предприятий, отраслей, комплексов: сб. науч. работ. – Тула: «Институт экономики и управления», 2015. С. 114-120.
3. Пилипенко, С.А. Алгоритм построения маршрутов в электронных картах на примере сервиса Яндекс.Карты / С.А. Пилипенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. №1(9). – С. 149-151.
4. Аникеева, О.С. Публикация карт в сети Интернет: эволюция картографии / О.С. Аникеева // Наука. Инновации. Технологии. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. №2. С. – 78-85.
5. Доррер, Г.А. Динамика лесных пожаров / Г.А. Доррер; Ин-т вычислительного моделирования СО РАН, М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Сиб. Гос. технологический ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 404 с., 85 илл., 16 табл.



## References

1. Bogdanov, K.A. The Use of Google Maps in Simulation Modeling Tasks / K.A. Bogdanov // In the World of Scientific Discoveries. – Krasnoyarsk: LLC "Scientific-Innovative Center", 2010. No. 4-4. – Pp. 40-41.
2. Demidovich, E.M., Masalsky, D.A. Development of a Geolocation Mobile Application / E.M. Demidovich, D.A. Masalsky // Current Issues of Socio-Economic Development of Enterprises, Industries, and Complexes: Collection of Scientific Works. – Tula: "Institute of Economics and Management", 2015. – Pp. 114-120.
3. Pilipenko, S.A. The Algorithm for Building Routes in Electronic Maps on the Example of Yandex.Maps / S.A. Pilipenko // Scientific Bulletin of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2017. No. 1(9). – Pp. 149-151.
4. Anikeeva, O.S. Publishing Maps on the Internet: The Evolution of Cartography / O.S. Anikeeva // Science. Innovations. Technologies. – Stavropol: North-Caucasian Federal University, 2015. No. 2. – Pp. 78-85.
5. Dorrer, G.A. The Dynamics of Forest Fires / G.A. Dorrer; Institute of Computational Modeling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, Siberian State Technological University. – Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2008. 404 pp., 85 illustrations, 16 tables.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ КЛЮЧЕЙ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ К НЕКОТОРЫМ ДЕСТРУКТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ**

А.С. Плоткин<sup>1</sup>, Е.Д. Кузнецов<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье рассматривается решение проблемы обеспечения устойчивости инфраструктуры ключей в системах распределенных реестров к некоторым деструктивным воздействиям с помощью многофакторной аутентификации. Представлены потенциально возможных деструктивные воздействия, зависящие от недостатков в системах аутентификации, в частности на узлах сети. Проведен анализ возможных методов обеспечения устойчивости от таких деструктивных воздействий.

Ключевые слова: технология распределённых реестров, инфраструктура ключей, многофакторная аутентификация, устойчивость к деструктивным воздействиям.

## **APPLICATION OF MULTI-FACTOR AUTHENTICATION TO ENSURE KEY INFRASTRUCTURE RESILIENCE IN DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY SYSTEMS TO SOME DESTRUCTIVE INFLUENCES**

A.S. Plotkin<sup>1</sup>, E.D. Kuznetsov<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>, Yu.Yu. Gromov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Moscow Polytechnic University

<sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University

<sup>3</sup>Tambov State Technical University

Abstract. The paper considers the solution of the problem of ensuring the resistance of key infrastructure in distributed registry systems to some destructive influences with the help of multi-factor authentication. Potentially possible destructive influences depending on defects in authentication systems, in particular on network nodes, are presented. Possible methods of providing resistance against such destructive influences are analyzed.

Keywords: distributed ledger technology, key infrastructure, multi-factor authentication, resistance to destructive influences.

Системы с применением технологии распределённых реестров (ТРР), как и любые информационные системы, подвержены множеству информационных рисков и деструктивных воздействий (ДВ). Учитывая растущий интерес к данной технологии, а также постоянное совершенствование методов атак и повы-

шение квалификации злоумышленников, риск реализации ДВ на такие системы остаётся высоким.

Одним из ключевых классов ДВ на децентрализованные системы, несмотря на их преимущества в виде повышенной прозрачности и устранения единой точки отказа, является слабая защита инфраструктуры ключей, особенно при использовании однофакторной аутентификации пользователей, отличающейся удобством, но простотой поиска паролей [1], в результате которой у злоумышленников появляется возможность компрометации конфиденциальной информации через взлом одного из узлов системы [2].

В этом контексте особую значимость приобретает обеспечение безопасности доступа к управлению инфраструктурой ключей (ИК) на каждом из узлов сети [3]. В таких условиях важнейшую роль играют методы многофакторной аутентификации (МФА), способные существенно повысить уровень устойчивости к ДВ, направленным на получение доступа к ИК. Эти методы обеспечивают создание нескольких независимых каналов аутентификации, что затрудняет злоумышленникам компрометацию системы [4]. В общем плане МФА можно рассматривать как связь репрезентативных данных, представленных паролем и логином пользователя с фактором личного владения, к примеру, токена или карты доступа. [5]

Для эффективного внедрения методов МФА на узлах систем TRP из общей классификации потенциально возможных ДВ в табл. 1 представлены ДВ, для которых возможно обеспечить устойчивость таким способом [6].

Таблица 1 – Фрагмент классификации потенциально возможных ДВ на ИК в TRP, связанных с аутентификацией

<b>Деструктивное воздействие</b>	<b>Описание</b>	<b>Применение МФА</b>
Атаки на узлы сети	Взлом одного из узлов может скомпрометировать ключевую инфраструктуру	Создание независимых каналов аутентификации снижает вероятность компрометации
Атаки на консенсусные механизмы	Манипуляция процессом принятия решений в децентрализованной сети	Усиленная аутентификация участников процессов консенсуса
Компрометация на стадии генерации ключей	Использование недостаточно случайных генераторов ключей	Применение МФА для доступа к подсистеме генерации ключей
Атаки на стадии распределения и эксплуатации ключей	Перехват или подмена ключей при их передаче между узлами	МФА для подтверждения передачи ключей через несколько каналов
Физический доступ к узлам сети	Злоумышленник получает физический доступ к узлу и компрометирует ключи	Физические методы аутентификации в рамках МФА

В качестве основного метода решения задачи обеспечения безопасности доступа к управлению ИК на каждом из узлов сети целесообразно рассмотреть методы многофакторной аутентификации по трём основным компонентам:

безопасность, удобство использования и развёртываемость, опираясь на сравнительный фреймворк «UDS» [7].

Удобство использования (U) отражает степень простоты и интуитивности для пользователя при прохождении процесса аутентификации. Важно минимизировать количество шагов для пользователя, обеспечить лёгкость восстановления доступа и снизить вероятность ошибок. В контексте ТРР, где каждый участник управляет своими ключами, методы аутентификации должны быть удобными, чтобы не перегружать пользователей сложными операциями.

Развёртываемость (D) оценивает лёгкость и стоимость внедрения метода аутентификации, его совместимость с различными платформами, а также масштабируемость. В распределённых системах, таких как ТРР, где число узлов и участников может быстро увеличиваться, развёртываемость играет критическую роль. Эффективные методы должны быть легко интегрируемыми и масштабируемыми, особенно в условиях децентрализации.

Безопасность (S) ключевой критерий, определяющий защиту от атак и несанкционированного доступа. Методы аутентификации должны быть устойчивы к угрозам, таким как атаки на пароли, фишинг, перехват данных, а также физический доступ. В ТРР защита ключей, хранящихся на каждом узле, напрямую зависит от выбранного метода аутентификации.

Результаты проведенного исследования методов МФА применительно к рассматриваемым ДВ в системах ТРР приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Оценка методов МФА на основе Фреймворка UDS

Метод МФА	Удобство (U)	Развёртываемость (D)	Безопасность (S)
Биометрическая аутентификация	Средняя	Высокая	Высокая
Поведенческая аутентификация	Высокая	Средняя	Высокая
SMS-аутентификация	Высокая	Высокая	Низкая
Аутентификация по устройству	Средняя	Высокая	Средняя

### Выводы

На основании проведенного исследования определены деструктивные воздействия на ИК, в отношении которых может быть обеспечена устойчивость ИК с использованием методов МФА, проведена оценка методов МФА с использованием фреймворка UDS, наиболее подходящих для их использования при обеспечении безопасности доступа к управлению ИК в системах ТРР. Указанные результаты будут учитываться в качестве критериев устойчивости при формировании модели оценки устойчивости ИК в системах ТРР.

### Список литературы

- Новиков А. Л. Организация многофакторной аутентификации пользователей в корпоративной сети // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» №6 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/>

article/n/organizatsiya-mnogofaktornoy-autentifikatsii-polzovateley-v-korporativnoy-seti/ (дата обращения: 09.09.2024)

2. Шишкин С. Р., Ратушняя Е. С., Басыров И. И., Богач Е. В., Устинова Е. В. Оценка проблем и поиск путей решения при использовании технологии блокчейн в авторизации пользователей // Инновации и инвестиции. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-problem-i-poisk-putey-resheniya-pri-ispolzovanii-tehnologii-blokcheyn-v-avtorizatsii-polzovateley> (дата обращения: 09.09.2024).

3. Панков К. Н. Использование криптографических средств для сквозных цифровых технологий на примере систем распределенного реестра // Технологии информационного общества. Материалы XII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2018. С. 365-366.

4. Файзулин Р.Ф., Демичев М.С., Маркевич И.В., Оголь А.Р., Бондарев А.С. Двухфакторная аутентификация – современные реалии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvuhfaktornaya-autentifikatsiya-sovremennye-realii> (дата обращения: 09.09.2024).

5. Голуб В. А. Системы контроля доступа: Учебно-методическое пособие к курсу “Методы и средства защиты информации”. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. – 15 с.

6. Плоткин А.С., Кесель С.А., Репин М.М., Федоров Н.В. Анализ уязвимостей систем управления ключами в распределенных реестрах на примере блокчейн IBM // Вопросы кибербезопасности. - 2021. - №1(41). - С. 58-68.

7. Bonneau, J., Herley, C., Oorschot, P. C. van, & Stajano, F. (2012). The Quest to Replace Passwords: A Framework for Comparative Evaluation of Web Authentication Schemes. 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy.

### References

1. Novikov A. L. Organization of multi-factor authentication of users in a corporate network // International scientific journal “VESTNIK NAUKI” No. 6 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-mnogofaktornoy-autentifikatsii-polzovateley-v-korporativnoy-seti/> (date of reference: 09/09/2024).

2. Shishkin Sergey Ruslanovich, Ratushnyaya Ekaterina Sergeevna, Basyrov Ildar Ilshatovich, Bogach Egor Vladimirovich, Ustinova Evgeniya Vadimovna Assessment of problems and search for solutions when using blockchain technology in user authorization // Innovations and Investments. 2023. No. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-problem-i-poisk-putey-resheniya-pri-ispolzovanii-tehnologii-blokcheyn-v-avtorizatsii-polzovateley> (date of reference: 09/09/2024).

3. Pankov K. N. The use of cryptographic tools for end-to-end digital technologies on the example of distributed registry systems // Technologies of the Information Society. Materials of the XII International Industrial Scientific and Technical Conference. 2018. pp. 365-366.

4. Fayzulin R.F., Demichev M.S., Markevich I.V., Ogol A.R., Bondarev A.S. Two-factor authentication – modern realities // Actual problems of aviation and cosmonautics. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvuhfaktornaya-autentifikatsiya-sovremennye-realii> (date of reference: 09/09/2024).

5. Golub V. A. Access control systems: A teaching aid for the course “Methods and means of information security”. – Voronezh: VSU Publishing, 2004. – 15 p.

6. Plotkin A.S., Kesel S.A., Repin M.M., Fedorov N.V. Vulnerability analysis of key management systems in distributed registries on the example of IBM blockchain // Voprosy cybersecurity. - 2021. - №1(41). - C. 58-68.

7. Bonneau, J., Herley, C., Oorschot, P. C. van, & Stajano, F. (2012). The Quest to Replace Passwords: A Framework for Comparative Evaluation of Web Authentication Schemes. 2012 IEEE Symposium on Security and Privacy.

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИЕМОВ АРТ-ТЕРАПИИ В РАБОТЕ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В.А. Карташова, И.Б. Потапова

МБДОУ «Детский сад общеразвивающего вида № 199»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих теорий концепции работы с использованием приемов арт-терапии, которые обеспечивают оптимальную реализацию коррекционной работы, направленной на коррекцию поведения детей дошкольного возраста путем привлечения к творческой деятельности. Предложено несколько упражнений в рамках проведения данной работы.

Ключевые слова: арт-терапия, упражнение, коррекционная работа.

## **SYSTEM ANALYSIS OF THE USE OF ART THERAPY TECHNIQUES IN THE WORK OF A PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTION**

V.A. Kartashova, I.B. Potapova

MBDOU "Kindergarten of general developmental type No. 199"

Abstract. The article presents the results of the analysis of existing theories of the concept of work using art therapy techniques, which ensure the optimal implementation of correctional work aimed at correcting the behavior of preschool children by involving them in creative activities. Several exercises are proposed as part of this work.

Keywords: art therapy, exercise, correctional work.

Основным методом коррекции детско-родительских отношений является арт-терапия. Арт-терапия — метод психотерапии, использующий для лечения и психокоррекции художественные приёмы и творчество, такие как рисование, лепка, музыка, фотография, кинофильмы, книги, актёрское мастерство, создание историй и многое другое. Метод наиболее подходит также и детям с особыми образовательными потребностями.

Надо отметить, что семейные занятия, с использованием упражнений арт-терапии носят невербальный характер, поэтому члены семьи не относятся к ним как к терапии в общем понимании. Они обычно выбирают другие способы взаимодействия и перестраивают отношения между друг другом.

Более того, на занятиях выявляются проблемы, которые ранее либо игнорировались, либо вовсе не замечались. Теперь же родители детей с особыми образовательными потребностями начинают замечать проблемы взаимодействия и анализировать их. Но самое важное достоинство упражнений арт-терапии — уравнивание возможностей родителей и детей. Что дает возможности послед-

ним раскрывать свой потенциал и показывать чувства, что открывает для взрослых совсем другую сторону взаимодействий.

Формы работы:

1. Создание художественно-творческих проектов (семейных проектов).
2. Диалоги, выставки работ, импровизированное обсуждение картин, сочинение рассказов, интервью с художниками.
3. Диагностическое наблюдение и поддержка, оказание помощи в разрешении конфликтных ситуаций.

Работа с использованием упражнений арт-терапии в коррекционной работе позволяет получить следующие позитивные результаты:

1. Облегчает процесс коммуникации для замкнутых, стеснительных или слабо-ориентированных на общение детей с ограниченными возможностями.
2. Дает возможность невербального контакта (опосредованного продуктом арт-терапии), способствует преодолению коммуникативных барьеров и психологических защит.
3. Создает благоприятные условия для развития произвольности и способности к саморегуляции. Эти условия обеспечиваются за счет того, что изобразительная деятельность требует планирования и регуляции деятельности на пути достижения целей.
4. Оказывает дополнительное влияние на осознание ребенком своих чувств, переживаний и эмоциональных состояний, создает предпосылки для регуляции эмоциональных состояний и реакций.
5. Существенно повышает личностную ценность, содействует формированию позитивной "Я-концепции" и повышению уверенности в себе за счет социального признания ценности продукта.

Об эффективности упражнений арт-терапии можно судить на основании положительной динамики в развитии и активизации участия в занятиях, усиления интереса к результатам собственного творчества, увеличения времени самостоятельных занятий. Многочисленные данные показывают, что дети с ограниченными возможностями нередко открывают в себе творческие возможности и после прекращения занятий, с использованием упражнений арт-терапии продолжают самостоятельно увлеченно заниматься разными видами творчества, навыки которых они приобрели в процессе занятий.

Рассмотрим два упражнения арт-терапии, которые можно использовать в работе в дошкольном образовательном учреждении.

Пальчиковые краски.

Цель: развитие мелкой моторики обеих рук координации движения рук, глазомер, элементарных творческих способностей, чувство цвета, сенсорная стимуляция (в особенности речевая зона головного мозга).

Необходимые материалы: специализированные пальчиковые краски, плотная бумага, салфетки для рук, взамен можно использовать гуашь (при отсутствии у ребенка аллергии) или приготовленные пальчиковые краски своими руками.



Ход занятия: познакомить ребенка с пальчиковыми красками, показать, как ими пользоваться. В зависимости от развития ребенка оказывать необходимую помощь при выполнении задания. Перед ребенком можно поставить любую задачу, исходя от ваших целей. Например, можно попросить нарисовать дом, природу, дерево или просто что-то абстрактное. Здесь важен сам процесс, это очень хорошая стимуляция для основных сенсоров—тактильных, зрительных. Использование пальчиковых красок с добавлением крупы развивает тактильное восприятие, повышает настроение, детям очень нравится рисовать руками, вне зависимости от нарушений, которые они имеют. Каждый ребенок любит это делать и всегда рад рисовать таким способом. Для дополнительной стимуляции в краску можно добавить немного поваренной соли, можно использовать как крупную, так и мелкую фракцию и применять их одновременно в разных цветах.

#### Монотипия

Цель: развитие у детей творческое мышление, воображение, умение создавать дополнительный смысл имеющемуся объектам.

Необходимые материалы: для выполнения рисунков в технике монотипия можно использовать гуашевые, акварельные, акриловые, масляные и другие краски. Краска наносится на поверхность так же различными инструментами: кистью, валиком, тампоном. Поверхность, на которую наносится краска, чтобы сделать потом оттиск может быть: альбомная бумага, картон, пластмассовая доска, стекло, металлическая пластина и т.д.

Ход упражнения: Рисунок наносится сначала на ровную и гладкую поверхность, а потом он отпечатывается на другую поверхность. То, что отпечаталось дополняется новыми деталями. Краска наносится на одной из половин листа бумаги. При последующем складывании листа пополам мы получаем почти такой же отпечаток и на другой его части. После высыхания ребенку предлагается посмотреть на оба оттиска и дополнить каждый из них деталями таким образом, чтобы получилось два полноценных рисунка. В завершении провести обсуждение полученных рисунков (полученный материал может быть использован и для диагностики актуального состояния).

#### Выводы

Таким образом, использование упражнений арт-терапии не только актуально на сегодняшний день, но и полезно в рамках организации коррекционной работы детьми в дошкольном образовательном учреждении. Искусство позволяет достичь положительные изменения в эмоциональном, интеллектуальном и личностном развитии человека. Необходимость использования упражнений арт-терапии в коррекционной деятельности по работе с детьми дошкольной образовательной организации доказана и не вызывает никакого сомнения.

### Список литературы

1. Алехина С. В. Принципы взаимодействия в контексте изменений образовательной практики / С. В. Алехина // Психологическая наука и образование. – 2020. – № 1. – С. 5–14.

2. Алехина С. В. Развитие образования в свете нового Закона «Об образовании в Российской Федерации» / С. В. Алехина // Бюллетень Учебно-методического объединения вузов РФ по психолого-педагогическому образованию. – 2021. – № 1. – С. 3–4.
3. Алехина Е. В. АРТ-терапия : история и современность / Е. В. Алехина. – Воронеж, 2022. – 33 с.
4. Асмолов А. Историческая культура и педагогика толерантности / А. Асмолов // Мемориал. – 2021. – № 24. – С. 61–63.
5. Байбородова, Л. В. Взаимодействие школы и семьи : учеб.-метод. пособие / Л. В. Байбородова. – Ярославль : Академия развития: Академия холдинг, 2022. – 224 с.
6. Битянова М. Р. Организация психологической работы в школе / М. Р. Битянова. – Москва : Совершенство, 2022. – 298 с.
7. Вульф Б. З. Педагогика как наука и учебный предмет / Б. З. Вульф // Педагогика. – 2023. – № 8. – С. 100–102.
8. Выгорбина А. Специфика воспитательной работы педагога / А. Выгорбина // Педагогика. – 2021. – № 5. – С. 36–40.
9. Дорохова Т. Педагогика в контексте отечественной истории / Т. Дорохова // Социальная педагогика. – 2023. – № 1. – С. 35–38.

### References

1. Alekhova S. V. Principles of interaction in the context of changes in educational practice / S. V. Alekhova // Psychological science and education. - 2020. - No. 1. - P. 5-14.
2. Alekhova S. V. Development of education in light of the new Law "On Education in the Russian Federation" / S. V. Alekhova // Bulletin of the Educational and Methodological Association of Universities of the Russian Federation for Psychological and Pedagogical Education. - 2021. - No. 1. - P. 3-4.
3. Alekhova E. V. ART therapy: history and modernity / E. V. Alekhova. - Voronezh, 2022. - 33 p.
4. Asmolov A. Historical culture and pedagogy of tolerance / A. Asmolov // Memorial. - 2021. - No. 24. - P. 61-63.
5. Baiborodova, L. V. Interaction of school and family: teaching aid / L. V. Baiborodova. - Yaroslavl: Development Academy: Academy Holding, 2022. - 224 p.
6. Bityanova M. R. Organization of psychological work at school / M. R. Bityanova. - Moscow: Perfection, 2022. - 298 p.
7. Vulfov B. Z. Pedagogy as a science and academic subject / B. Z. Vulfov // Pedagogy. - 2023. - No. 8. - P. 100-102.
8. Vygorbina A. Specifics of the educational work of a teacher / A. Vygorbina // Pedagogy. – 2021. – No. 5. – P. 36–40.
9. Dorokhova T. Pedagogy in the context of national history / T. Dorokhova // Social pedagogy. – 2023. – No. 1. – P. 35–38.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАССЫЛКОЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ**

Ф.М. Пыршев<sup>1</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>1</sup>, П.И. Карасев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>МИРЭА - Российский технологический университет

Аннотация. Данная работа посвящена сравнительному анализу программного обеспечения для защиты от нежелательной рассылки по электронной почте. В работе рассмотрены 5 приложений: Apache SpamAssassin, Kaspersky Internet Security, MailWasher, SPAMfighter и Norton 360 Standard. Был использован тестовый набор данных, содержащий 4993 электронных писем. Результаты показали, что продукт от компании Kaspersky является наиболее оптимальным решением.

Ключевые слова: информационная безопасность, спам, электронная почта, сравнительный анализ, программное обеспечение.

## **EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT METHODS FOR COMBATING SPAM IN COMPUTER NETWORKS**

F.M. Pyrshev<sup>1</sup>, Y.Y. Gromov<sup>1</sup>, P.I. Karasev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tambov State Technical University

<sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University

Abstract. This work is devoted to a comparative analysis of software for protection against unsolicited e-mail. The paper considers 5 applications: Apache SpamAssassin, Kaspersky Internet Security, MailWasher, SPAMfighter and Norton 360 Standard. A test dataset containing 4,993 emails was used. The results showed that the Kaspersky product is the most optimal solution.

Keywords: information security, spam, e-mail, comparative analysis, software.

В наше время, когда электронная почта является неотъемлемой частью нашей жизни, одной из основных проблем, с которой мы сталкиваемся, является нежелательная рассылка. Этот вид почтовой корреспонденции может стать настоящей головной болью, отнимая время и энергию, и нанося ущерб работе и личной жизни. Для борьбы с нежелательными сообщениями было создано множество антиспам-приложений. В данной работе будет проведен сравнительный анализ пяти из них: Apache SpamAssassin, Kaspersky Internet Security, MailWasher, SPAMfighter и Norton 360 Standard [1].

Прежде, чем приступить непосредственно к анализу, необходимо провести краткий обзор на сами приложения и методиках сравнения.

Apache SpamAssassin (SA) – это бесплатное клиент-серверное средство с открытым исходным кодом, которое используется для фильтрации спама на почтовых серверах. Оно использует различные технологии для определения спама, такие как Байесовскую фильтрацию, обработку DNSBL, Sender Policy Framework, DomainKeys, DKIM и другие методы распознавания спама. SpamAssassin также предоставляет множество настраиваемых параметров для улучшения работы фильтрации спама.

Kaspersky Internet Security (KIS) – это линейка программных продуктов для защиты компьютера от различных видов угроз в интернете, включая защиту от спама. Данное приложение использует технологии машинного обучения для идентификации и блокирования спам-сообщений. Кроме того, Kaspersky Internet Security имеет множество дополнительных функций, таких как защита от вредоносных программ, фишинга и т.д.

MailWasher (MW) – это антиспам-программа, которая работает как промежуточное звено между почтовым сервером и пользователем. MailWasher позволяет пользователям просматривать и удалять спам-сообщения до их загрузки на компьютер. Программа использует комбинацию пользовательских фильтров, баз данных и байесовскую фильтрацию.

SPAMfighter (SF) – это ПО для фильтрации спама, которое используется на почтовых серверах и на компьютерах пользователей. Программа основана на едином фильтре, который позволяет пользователям помогать друг другу, сообщая о спама. Например, когда несколько пользователей сообщают об одной и той же рассылке, то она блокируется для всех. SPAMfighter использует технологии машинного обучения и анализа текстовых сообщений для определения спама. Кроме того, приложение имеет функции блокировки адресов отправителей и проверки черных списков.

Norton 360 Standard (NS) – это комплексное приложение для защиты компьютера от различных видов угроз в интернете, включая защиту от спама. Norton использует технологии машинного обучения и анализа текстовых сообщений для идентификации и блокирования спам-сообщений. Приложение также имеет множество дополнительных функций, таких как защита от вирусов, фишинга и вредоносных программ [2].

Для каждого продукта был выделен отдельный сервер, на котором производилось тестирование. В качестве МТА использовался Postfix. Для сравнения эффективности, мы будем использовать тестовый датасет из 4993 электронных сообщений, которые были классифицированы как спам или не спам. Помимо этого, будет сравниваться ценовая категория и сколько памяти программа требует для работы [3].

Из результатов эффективности в табл. 1 можно сделать вывод, что все пять ПО имеют высокую точность классификации электронных сообщений. Разница между ними может вызвана внутренней настройкой.

Таблица 2 - Результаты метрик

Название	Точность	Полнота	F-мера
SA	0,98	0,92	0,95
KIS	0,99	0,93	0,96
MW	0,95	0,84	0,89
SF	0,97	0,93	0,95
NS	0,96	0,85	0,90

В табл. 2 видно, что продукты Kaspersky и Norton имеют наивысшее потребление оперативной памяти. Это связано с тем, что они являются комплексными антивирусными программами, то есть помимо функции антиспам они также занимаются, например, обеспечением безопасного соединения в интернете. Остальные же программы используют достаточно малое потребление ресурсов компьютера.

Таблица 3 - Количество потребляемой памяти

Название	Расход памяти
SA	~40 MB
KIS	~150 MB
MW	~75 MB
SF	~35 MB

Исходя из табл. 3, можно заметить, что Apache SpamAssassin является единственной полностью бесплатной программой. Все остальные относятся к условно-бесплатным или полностью платным (Kaspersky Internet Security и Norton 360 Standard). По сравнению с другим ПО (помимо SpamAssassin), Norton имеет наименьшую цену.

Таблица 4 - Ценовая категория

Название	Цена
SA	Бесплатно (Open Source)
KIS	1709 рублей (1 год)
MW	Lite – Бесплатно Pro – 2968,71 рублей (1 год)
SF	Lite – Бесплатно Exchange Module – 1 897 рублей (1 год)
NS	1299 рублей (1 год)

Также можно заметить, что Apache SpamAssassin является единственной полностью бесплатной программой. Все остальные относятся к условно-бесплатным или полностью платным (Kaspersky Internet Security и Norton 360 Standard). По сравнению с другим ПО (помимо SpamAssassin), Norton имеет наименьшую цену.

#### Выводы

Таким образом, выбор наилучшего ПО зависит от индивидуальных потребностей пользователя или компании. Если вы хотите получить в комплекте не только качественный антиспам-продукт, то Kaspersky является наиболее оптимальным решением. Данный программный продукт на момент написания статьи имеет сертификаты ФСТЭК и ФСБ.

Однако, если у вас есть отдельный почтовый сервер и вы ищете стабильно работающее ПО, то как минимум стоит обратить внимание на Apache

SpamAssassin, который потребляет не так много ресурсов машины и работает ничуть не хуже средства выше.

### **Список литературы**

1. Brunton F. Spam: A Shadow History of the Internet. - MIT Press, 2015. - 296 с.
2. Частикова В.А. Обзор актуальных проблем основных методов фильтрации спама и анализ их эффективности / В.А. Частикова, К.В. Козачёк // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2021. – Вып. 3 (286).
3. Абдуллаев В.Г. Защита от спама в Интернет пространстве / В.Г. Абдуллаев // Радиоэлектроника и информатика. 2014. № 2 (65).

### **References**

1. Brunton F. Spam: A Shadow History of the Internet. - MIT Press, 2015. - 296 p.
2. V.A. Chastikova, K.V. Kozachek Review of current problems of the main spam filtering methods and analysis of their effectiveness // Bulletin of the Adygea State University. 2021. No. 3 (286).
3. Abdullaev V.G. Protection from spam in the Internet space // Radioelectronics and informatics. 2014. № 2 (65).

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

В.А. Карташова, И.Б. Потапова

МБДОУ «Детский сад общеразвивающего вида № 199»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа региональной модели инклюзивного образования Воронежской области. Рассмотрена система работы различных учреждений, а также проблемы, которые требуют разрешения.

Ключевые слова: инклюзивное образование, система, тьютор, сопровождение, возможности, ресурсный класс, ресурсная группа.

## **SYSTEM ANALYSIS OF THE REGIONAL MODEL OF INCLUSIVE EDUCATION IN THE VORONEZH REGION**

V.A. Kartashova, I.B. Potapova

MBDOU "Kindergarten of general developmental type No. 199"

Abstract. The article presents the results of the analysis of the regional model of inclusive education in the Voronezh region. The system of work of various institutions, as well as problems that require resolution are considered.

Keywords: inclusive education, system, tutor, support, opportunities, resource class, resource group.

В настоящее время важным представляется создание нормативной основы для обеспечения процесса обучения детей с ОВЗ в общеобразовательных учреждениях Воронежской области.

На базе трёх общеобразовательных школ (№№ 30, 67, 97) и детских садов Воронежа (№ 33, 133, 167), а также учреждения дополнительного образования детей «Реальная школа» создана областная инновационная площадка «Отработка модели интегрированного (инклюзивного) образования детей с ограниченными возможностями здоровья и детей-инвалидов на базе общеобразовательной школы, дошкольного образовательного учреждения, учреждения дополнительного образования детей».

Департаментом образования администрации городского округа город Воронеж в шести средних общеобразовательных школах – по одной в каждом районе (№№ 68, 43, 67, 14, 4, 9) – планируется создать условия для обучения детей-инвалидов.

**Однако в сфере реализации инклюзивного образования остаётся немало проблем, которые требуют комплексного решения:**

- отсутствие финансового обеспечения инклюзивного обучения детей с ОВЗ, низкий уровень заработной платы работников психолого-педагогических служб учреждений образования, муниципальных центров;
- отсутствие нормативной базы получения семейного образования и механизма осуществления финансовой компенсации родителям, дети которых обучаются по данной форме;
- несовершенство (в ряде муниципальных образований – отсутствие) системы психолого-педагогического сопровождения детей с ОВЗ при интегрированном обучении и слабая материально-техническая база этих служб.

**Гарантии получения образования для любого гражданина России, независимо от каких-либо характеристик, в том числе состояние здоровья, закреплено в Законе РФ «Об образовании в РФ» и включают:**

- право родителей выбирать форму обучения детей (п.1 ст.52 Закона об образовании);
- определение компетенции органов государственной власти и органов местного самоуправления по обеспечению реализации права на получение образования (п.1 ст.31 Закона об образовании);
- порядок приема в образовательное учреждение (п.1 ст.16 Закона об образовании).

**Образовательная модель «Ресурсный класс»** активно развивается в Воронежской области. Планируется применять данную модель к другим нозологическим группам детей с ОВЗ. Региональная модель инклюзивного образования Воронежской области представлена образовательными организациями, вузами, Институтом развития образования, учреждениями социальной защиты, среди которых реабилитационные центры для детей и подростков, учреждениями здравоохранения («Центры ментального здоровья»), организациями дополнительного образования. Сетевыми партнерами являются общественные организации, благотворительные фонды, родительские объединения, коммерческие предприятия и организации.

Для развития инклюзивного образования требуется научно-методическое сопровождение образовательного процесса, обучение специалистов, разработка нормативно-правовых документов, регулирующих инклюзивное образование. Для решения этих задач в Воронежском государственном педагогическом университете был создан Ресурсный центр поддержки инклюзивного образования ВГПУ.

Одна из постоянных форм работы Ресурсного центра поддержки инклюзивного образования — это видеоконференции и вебинары с участием экспертов по инклюзивному образованию и работе с людьми с инвалидностью. Деятельность Центра представлена в участии в различных общественных советах и организациях Воронежа и РФ - общественная палата Воронежской области, ВРООИ «Искра Надежды», Общероссийская общественная организация «Национальная родительская ассоциация социальной поддержки семьи и защиты



семейных ценностей», Координационный совет по делам детей-инвалидов и других лиц с ограничениями жизнедеятельности при Комиссии ОП РФ по социальной политике, трудовым отношениям и качеству жизни граждан, Совет межрегиональной общественной организации «Ассоциация РАВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ», Общественный совет при Воронежской городской Думе по вопросам семей, воспитывающих детей с ментальной инвалидностью.

**В Ресурсном центре поддержки инклюзивного образования ВГПУ** работает постоянно действующее методическое объединение учителей, реализующих инклюзивную практику. Для них систематически проводятся семинары по различным вопросам инклюзивного обучения, мастер-классы, консультации с сотрудниками Центра.

Одним из главных направлений работы по дальнейшему развитию инклюзивного образования в Воронежской области было выделено развитие сетевого взаимодействия образовательных организаций, реализующих инклюзивную практику. В этих условиях встает вопрос о кооперации, объединении образовательных ресурсов различных образовательных организаций, о создании образовательных сетей. Ресурсный центр поддержки инклюзивного образования ВГПУ установил рабочие контакты с несколькими образовательными организациями, которые в результате совместной работы выделились в качестве ресурсных центров инклюзивного образования. Отдельный ресурс составляют специальные (коррекционные) образовательные учреждения, оказывающие консультационные услуги по организации коррекционной программы для детей с ОВЗ в массовых школах и детских садах, а также услуги коррекционной помощи. Отдельным направлением деятельности Ресурсного центра поддержки инклюзивного образования ВГПУ является волонтерское движение. Волонтерская деятельность занимает большое место в формировании личностно-профессиональной позиции педагога, работающего с детьми с ОВЗ. Данное направление деятельности осуществляется совместно с различными общественными организациями, такими как ВРООИ «Искра надежды» и ВРОДО «Искра».

Поэтапность включения студентов в волонтерскую деятельность обеспечивает формирование психологической готовности к работе с детьми с ОВЗ. Волонтеры ежегодно проводят ряд городских мероприятий: инклюзивный творческий марафон «Мы вместе», инклюзивный фестиваль творчества детей и молодежи «В кругу друзей», инклюзивный спортивный праздник «Неолимпийские игры», «Уроки доброты» в школах города, «Школа самоадвокатов» для молодых людей с инвалидностью и много других. Ресурсный центр поддержки инклюзивного образования ВГПУ реализует программу «Социокультурная реабилитация детей с ограниченными возможностями здоровья» совместно с городским Дворцом творчества детей и молодежи, реабилитационным центром «Парус надежды» и общественной организацией «Искра надежды». В рамках программы проводятся фестивали, концерты, выставки, творческие встречи, мастер-классы с участием детей с ограниченными возможностями здоровья.

Студенты гуманитарного, психолого-педагогического факультетов и факультета искусств и художественного образования являются непосредственными

ми организаторами данных мероприятий, волонтерами в проведении, ведущими, аниматорами и т.д.

Представленная специфика образовательного пространства Воронежской области диктует свои требования к подготовке специалистов для реализации подобных инклюзивных подходов в образовательных организациях. С 2015 учебного года в ВГПУ открыта программа магистратуры по направлению подготовки «Психолого-педагогическое образование» и профилю «Педагогика и психология инклюзивного образования». В рамках образовательной политики Воронежской области и реализации программы «Аутизм. Маршруты помощи» в образовательной программе выделен отдельный модуль «Инклюзивное образование детей с расстройствами аутистического спектра (РАС)». Он представлен курсами: «Дифференциальная диагностика нарушений психического развития», «Особенности обучения и воспитания детей с РАС» и «Основы прикладного поведенческого анализа».

**Большое внимание уделено тьюторской подготовке студентов-магистрантов**, данная задача решается в курсе «Тьюторское сопровождение обучающихся с нарушениями развития» и при прохождении учебной и производственной (педагогической) практик. Другим направлением подготовки является бакалавриат и магистратура по направлению «Психология и социальная педагогика».

Очевидно, что включение детей с ОВЗ в обычную образовательную среду требует обеспечения не только технических, но методических и организационных условий для совместного обучения детей с разными возможностями и образовательными потребностями.

#### **Рекомендации и вопросы, нуждающиеся в решении**

Необходимо создать новые условия и структуры для обеспечения достойной самостоятельной жизни людей с ментальной инвалидностью в Российской Федерации. Принимаемые государством программы по доступной среде и адаптации инвалидов не направлены на нужды лиц с ментальной инвалидностью. Усилия отдельных общественных организаций позволяют лишь на короткое время забыть детям и подросткам об их проблемах: они стараются реализовать себя в творчестве, спорте. Многие общественные организации родителей детей с ментальной инвалидностью применяют эффективные практики организации образования, трудовой занятости, социального обслуживания, но подобная работа не доходит до органов власти в форме социального заказа и не закрепляется на законодательном уровне.

**Основными направлениями работы учителя ресурсного класса поделилась Наталья Лахина, учитель РК МБОУ СОШ №92.** Эксперт рассказала, как формируется программа и расписание для каждого ученика ресурсной комнаты и что нужно для адаптации материала. Педагог, который прошел обучение, консультирует других учителей. Кроме того, во всех муниципальных органах образования есть координатор региональной программы «Особый Ребенок».

## **Примеры внедрения инклюзивного образования в школах г. Воронежа**

В Воронежской области ведётся работа по включению детей с ограниченными возможностями здоровья в среду здоровых сверстников и созданию условий для их совместного обучения в образовательных учреждениях города и области, которая была активизирована после проведения в Парламентском центре 1 марта 2011 года заседания «круглого стола» на тему «Перспективы развития инклюзивного образования в Воронежской области», привлечено внимание к данной проблеме не только органов власти, но и широкой общественности и средств массовой информации. **ВРООИ «Искра Надежды» удалось начать реализовывать право на поступление «особенных детей»** в детские сады и школы, обратить внимание органов управления образованием Воронежской области на соблюдение законодательства при сдаче выпускных экзаменов и организации дистанционного обучения инвалидов. Удалось изменить идеологию работы психолого-медико-педагогической комиссии, сделав упор на сопровождение детей с ОВЗ при получении ими образовательных услуг.

В практике ВРООИ «Искра Надежды» оказания практической помощи семьям в решении вопросов реализации права на образование. Директора образовательных учреждений общего типа не желают принимать детей с синдромом Дауна, ссылаясь на то, что в их учреждениях нет условий для обучения и воспитания таких детей, забывая о том, таким детям в первую очередь необходим особый педагогический подход, а не специальные технические средства, и о том, что ни в одном нормативном акте Российской Федерации нет синдрома Дауна, как противопоказания для посещения образовательного учреждения общего типа. В РФ существует практика обращения в суд родителей детей с синдромом Дауна, принятия решений судами, возлагающих обязанность на руководителей зачислить ребенка в образовательные учреждения общего типа, так как показателем для зачисления ребенка является не наличие или отсутствие диагноза, а готовность к обучению.

### **Инклюзивное образование в Воронеже на сегодняшний день**

Дети с особыми образовательными потребностями, их родители и законные представители имеют весьма общие представления о праве на получение образования, о возможности обучаться совместно с детьми с нормальным ходом развития в общеобразовательных учреждениях.

К общим проблемам в сфере получения образования детьми с ментальной инвалидностью относят низкий уровень знаний, даваемых в коррекционных учреждениях, частую сменяемость преподавателей, неясность их требований, направленность всего процесса обучения только на приобретение знаний. Недостаточно времени уделяется формированию жизненных, профессиональных, коммуникативных компетенций.

### **Список литературы**

1. Семина Л. И. Учимся диалогу. Толерантность: объединения и усилия / Л. И. Семина // Семья и школа. – 2019. – № 11–12. – С. 36–40.

2. Соколов А. А. Педагог в новых условиях / А. А. Соколов // Открытая школа. – 2021. – № 5. – С. 22–24.
3. Солдатова Л. А. Социальная инклюзия старшего поколения и параметры ее оценки в современном российском обществе / Л. А. Солдатова // Социально-гуманитарные знания. – 2021. – № 2. – С. 260–268.
4. Суворов А. В. Инклюзивное образование и личностная инклюзия / А. В. Суворов // Психологическая наука и образование. 2021. № 3. С. 27-30.
5. Тимохина Т. В. Этапы развития профессиональной подготовки педагогов инклюзивного образования / Т. В. Тимохина // Инновации в образовании. – 2020. – № 5. – С. 122–130.
6. Хитрюк В. В. Инклюзивное образовательное пространство: позиции участников / В. В. Хитрюк // Открытая школа. – 2019. – № 3 (134). –С. 50–55.
7. Чепель Т. Л. Эффективность образовательного процесса в условиях инклюзивной практики: итоги мониторинговых исследований / Т. Л. Чепель, Т. П. Абакирова, С. В. Самуйленко // Психологическая наука и образование. – 2021. – № 1. – С. 33–40.
8. Ярая Т. А. Мониторинг состояния инклюзивного высшего образования / Т. А. Ярая, Л. О. Рокотянская // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2019. – № 3. – С. 3–11.
9. Ярская В. Н. Инклюзия как важный принцип социальной работы / В. Н. Ярская // Отечественный журнал социальной работы. 2019. № 4. С. 41–46.

### References

1. Semina L. I. Learning Dialogue. Tolerance: Unification and Efforts / L. I. Semina // Family and School. - 2019. - No. 11-12. - P. 36-40.
2. Sokolov A. A. Teacher in New Conditions / A. A. Sokolov // Open School. - 2021. - No. 5. - P. 22-24.
3. Soldatova L. A. Social Inclusion of the Older Generation and Parameters for Its Assessment in Modern Russian Society / L. A. Soldatova // Social and Humanitarian Knowledge. - 2021. - No. 2. - P. 260-268.
4. Suvorov A. V. Inclusive Education and Personal Inclusion / A. V. Suvorov // Psychological Science and Education. – 2021. – No. 3. – P. 27–30.
5. Timokhina T. V. Stages of development of professional training of teachers of inclusive education / T. V. Timokhina // Innovations in education. – 2020. – No. 5. – P. 122–130.
6. Khitryuk V. V. Inclusive educational space: positions of participants / V. V. Khitryuk // Open school. – 2019. – No. 3 (134). –P. 50–55.
7. Chepel T. L. Efficiency of the educational process in the context of inclusive practice: results of monitoring studies / T. L. Chepel, T. P. Abakirova, S. V. Samoilenko // Psychological science and education. 2021. No. 1. P. 33–40.
8. Yaraia T. A. Monitoring the state of inclusive higher education / T. A. Yaraia, L. O. Rokotyanskaya // Standards and monitoring in education. – 2019. – No. 3. – P. 3–11.
9. Yarskaya V. N. Inclusion as an important principle of social work / V. N. Yarskaya // Domestic journal of social work. – 2019. – No. 4. – P. 41–46.

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ РЕЧЕВОГО ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ**

В.А. Карташова, И.Б. Потапова

МБДОУ «Детский сад общеразвивающего вида №199»

Аннотация. Речевое творчество необходимо рассматривать, как самостоятельную деятельность детей по построению связных высказываний, вызванных восприятием произведений искусства, стимулирующих использование детьми разнообразных выразительных языковых средств, передающих впечатления ребенка от художественной информации. Предложена игра в рамках проведения данной работы.

Ключевые слова: речевые кубики, игровые технологии, образование, творчество, речь, искусство.

## **SYSTEM ANALYSIS OF THE USE OF GAME TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF CHILDREN'S SPEECH CREATIVITY**

V.A. Kartashova, I.B. Potapova

MBDOU "Kindergarten of general developmental type No. 199"

Abstract. Speech creativity should be considered as an independent activity of children in constructing coherent statements caused by the perception of works of art, stimulating the use of various expressive linguistic means by children, conveying the child's impressions of artistic information. A game is proposed as part of this work.

Keywords: speech cubes, game technologies, education, creativity, speech, art.

Речевое творчество необходимо рассматривать, как самостоятельную деятельность детей по построению связных высказываний, вызванных восприятием произведений искусства, стимулирующих использование детьми разнообразных выразительных языковых средств, передающих впечатления ребенка от художественной информации.

Ведущая роль творчества определяется тем, что оно открывает новые для ребенка ценности познания, преобразования, переживания, которые обогащают его мир, способствуют проявлению творческих качеств личности, что соответствует принципам ФГОС.

Рассмотрим развитие речевого творчества детей на примере использования наглядного материала «Речевые кубики», главной задачей которых является развитие речевого творчества детей в ходе игры.

Необходимо отметить, что данная игра предполагает использование следующих возможностей: развитие активного словарного запаса, грамматическо-

го строя речи, интонационную выразительность, умение выстроить последовательность и, что немаловажно, желание и смелость высказываться.

В ходе игры дети сами подбирают различные слова — синонимы и антонимы, придумывают рифмованные выражения и произносят их во всех интонациях.

Кроме того, вместе со своими героями (изображенных на кубиках) дети легко могут сменить статичное положение игры в динамичное: выполнять изображенное действие на кубике.

В руках специалистов — педагогов, психологов, логопедов — кубики раскроют свой функционал с разных сторон и «заговорят» по-разному.

Специальная подборка рисунков на оранжевых кубиках позволит решить большой круг дополнительных профессиональных задач.

Смысловая направленность (7 кубиков):

- красные:
- семья (возраст и пол);
- профессии;
- незнакомцы (персонажи из незнакомого мира);
- синие:
- время суток и погода;
- место действия;
- зеленые:
- волшебные предметы;
- транспорт.

Красные кубики обозначают персонажей («кто?»).

Зеленые кубики обозначают предметы, которые движутся (транспорт) либо действуют иным способом (волшебные предметы).

Синие кубики преимущественно отвечают на вопросы «где?» и «когда?», а также на вопрос «что?».

Оранжевые кубики – особенные, у них свое предназначение – придать речи выразительность.

Дети бросают кубики и ловят его в ладошки, не показывая никому, что у них выпало. Игроки должны угадать картинку.

Для этого они задают ему вопросы.

Два варианта – игроки задают развернутые вопросы, на который водящий отвечает только «да» и «нет», другой вариант – водящий может отвечать развернуто на вопросы: какой предмет, для чего он нужен.

Таким образом, благодаря данной игре у детей появляется возможность развить свое творчество в высказываниях, рифмах в достаточно интересной форме, что в свою очередь является хорошим показателем развития как речи, так и творчества детей.

### Список литературы

1. Мясникова В. М. Деятельность школьных социальных служб в рамках образования / В. М. Мясников // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2023. – Т. 27. – С. 12–16.

2. Никитина Л. Функции и роль педагога / Л. Никитина // Воспитание школьника. – 2020. – № 8. – С. 30–36.
3. Никитина Л. Основные направления и методы социально-педагогической работы / Л. Никитина // Воспитание школьников. – 2021. – № 9. – С. 13–15.
4. Никитина Л. Узловые моменты профессии / Л. Никитина // Воспитание школьников. – 2021. – № 7. – С. 20–22.
5. Опаловская Л. Новое время – новая профессия: педагог / Л. Опаловская // Воспитание. – 2023. – № 11. – С. 89 – 92.
6. Павленок П. Д. Теория, история и методика работы / П. Д. Павленок – Москва: Дашков и К, 2021. – 220 с.
7. Петренко И. В. Профессия творчества / И. В. Петренко // Полярная правда. – 2019. – № 31. – С. 9.
8. Поляков С. Д. Проблемы и перспективы социального воспитания: опыт прогноза / С. Д. Поляков // Вопросы воспитания. – 2019. – № 4. – С. 20–27.

### References

1. Myasnikova V. M. Activities of school social services within the framework of education / V. M. Myasnikov // Scientific and methodological electronic journal "Concept". - 2023. - Vol. 27. - Pp. 12-16.
2. Nikitina L. Functions and role of the teacher / L. Nikitina // Education of a schoolchild. - 2020. - No. 8. - Pp. 30-36.
3. Nikitina L. Main directions and methods of social and pedagogical work / L. Nikitina // Education of schoolchildren. - 2021. - No. 9. - Pp. 13-15.
4. Nikitina L. Key points of the profession / L. Nikitina // Education of schoolchildren. - 2021. - No. 7. - Pp. 20-22.
5. Opalovskaya L. New time - new profession: teacher / L. Opalovskaya // Education. - 2023. - No. 11. - P. 89 - 92.
6. Pavlenok P. D. Theory, history and methods of work / P. D. Pavlenok - Moscow: Dashkov i K, 2021. - 220 p.
7. Petrenko I. V. The profession of creativity / I. V. Petrenko // Polar truth. - 2019. - No. 31. - P. 9.
8. Polyakov S. D. Problems and prospects of social education: an experience of forecasting / S. D. Polyakov // Issues of education. - 2019. - No. 4. - P. 20-27.

## СЕКЦИЯ 2

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

DOI: 10.58168/CISMP2024\_239-244

УДК 004.052.2

### ЭВРИСТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТОПОЛОГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Д.А. Ачкасов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

**Аннотация.** В работе рассматриваются алгоритмы оптимизации, основанные на применении эвристик, таких как алгоритм муравьиной колонии и генетический алгоритм. Эвристические методы позволяют находить решения задач, которые сложно или невозможно решить обычными методами в силу их вычислительной сложности. Применительно к технике эвристики можно использовать: для оптимизации параметров при проектировании электронной аппаратуры, для оптимизации маршрутов протекания энергии в распределенных энергетических системах и вообще в приложениях, требующих глобальной оптимизации маршрутов.

**Ключевые слова:** эвристические алгоритмы, биоинспирированные алгоритмы, роевой интеллект, глобальная оптимизация, оптимизация топологии, печатный платы.

### HEURISTIC ALGORITHMS FOR OPTIMIZING THE TOPOLOGY OF ELECTRICAL CONNECTIONS

D.A. Achkasov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

**Abstract.** The paper considers optimization algorithms based on the use of heuristics and swarm intelligence, such as the ant colony algorithm and the genetic algorithm. Heuristic methods allow finding solutions to problems that are difficult or impossible to solve by conventional methods due to their computational complexity. In relation to the technique, heuristics can be used: to optimize parameters when designing electronic equipment, to optimize energy flow routes in distributed energy systems and, in general, in applications requiring global route optimization.

**Keywords:** heuristic algorithms, bioinspired algorithms, swarm intelligence, global optimization, topology optimization, printed circuit boards.



## Введение

Эвристические алгоритмы, применительно к роевому интеллекту, представляют собой методы с участием множества простых агентов, каждый из которых реализует набор простых правил. Анализ поведения агентов позволяет найти квазиоптимальное решение задачи за некоторое число итераций алгоритма. Общие этапы применения роевых алгоритмов таковы:

- инициализация агентов;
- миграция агентов в соответствии с набором простых правил;
- завершение итерации, проверка условия окончания алгоритма.

В качестве условия завершения может быть использовано достижение заданного числа итераций, либо условие стагнации, когда наилучшее решение не изменяется на протяжении многих итераций. Качество работы алгоритма выражается в понятии минимума/максимума целевой функции.

Основная проблема подобных алгоритмов роевого интеллекта состоит в нахождении баланса между диверсификацией поиска и скоростью сходимости алгоритма. Если алгоритм быстро сходится, результат может оказаться в локальном минимуме целевой функции и не достичь более оптимального результата [1]. В данной статье рассматривается два алгоритма – муравьиной колонии и традиционный волновой алгоритма Ли, модифицированный при помощи генетического алгоритма.

### Муравьиный алгоритм

Алгоритм муравьиной колонии позволяет находить короткие пути при поиске маршрута на графах, в частности для задачи коммивояжера. Целевая функция в данном случае – пройденное расстояние. Муравей появляется в заданной вершине графа и перемещается в одну из других вершин. Вероятности перемещения муравья между вершинами задаётся формулой

$$P_i = \frac{f_i^p l_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q f_k^p}, \quad (1)$$

где  $P_i$  – вероятность перехода,  $l_i$  – величина обратная расстоянию,  $f_i$  – количество феромона на переходе,  $q$  и  $p$  – коэффициент.

В этой формуле  $f_i^p l_i^p$  это «желание» муравья, а  $\sum_{k=0}^N l_k^q f_k^p$  – нормирующее значение. При переходе между вершинами на пути остаётся феромон, после чего выбирается следующий граф. Таким образом муравей проходит некоторым путём по всем графам и на всех переходах остаётся феромон. После этого итерация завершается. При этом феромон означает, что такой путь будет выбран следующим муравьём с большей вероятностью. Важно заметить, что нельзя на каждой итерации начинать маршрут из одной и той же вершины графа. В противном случае алгоритм может найти локальный минимум целевой функции.

Применительно к трассировке печатных плат этот алгоритм должен быть адаптирован. Для проведения печатной дорожки между двумя элементами схемы нужно разбить плату на клетки. Таким образом задачу можно представить как граф. Алгоритм работает следующим образом:

1. Инициализация муравьёв и начальных уровней феромонов.
2. Поиск пути. На этом шаге каждый муравей строит путь.

2.1 Муравей в начальной ячейке. При этом остальные ячейки помечены как не посещённые.

2.2 Для данной вершины определяются соседние клетки.

2.3 В соответствии с формулой (1) определяется вероятность перемещения муравья в любую из соседних клеток.

2.4 Муравей перемещается в следующую клетку. Прошлая помечается как пройденная. Далее повторяется с шага 2.2, если алгоритм ещё не пришел к конечной точке пути.

3. Путь, сформированный каждым муравьём оценивается с точки зрения показателя качества, вычисляемого в соответствии с целевой функцией задачи.

4. Определяется маршрут, обладающий наилучшим качеством.

5. Происходит обновление феромона по следующей формуле:

$$f_i^{t+1} = (1 - m)f_i^t + \sum_{k=0}^N \Delta f_i^k, \quad (2)$$

Где:  $\Delta f_i^k$  – изменение уровня феромона на  $i$ й клетке  $k$ -м муравьём, а  $m$  – коэффициент, определяющий испарения феромона.

Алгоритм повторяется до тех пор, пока его не пройдёт заданное количество итераций, либо не перестанет расти показатель качества. Конфигурация найденного пути определяет рисунок токопроводящей дорожки для соответствующего межсоединения на печатной плате. Таким образом, в процессе работы муравьиного алгоритма происходит построение одного проводника на монтажной области печатной платы. В источнике [2] представлены результаты программной реализации алгоритма и результат трассировки печатной платы, полученный с использованием заданного алгоритма.

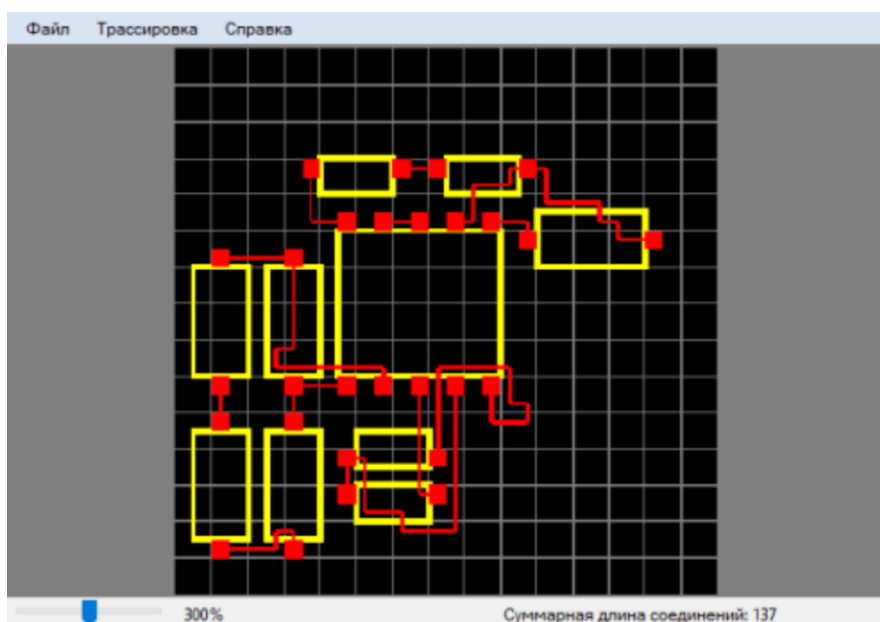


Рисунок 1 – Токопроводящий рисунок, полученный с использованием алгоритма муравьиной колонии

При увеличении размерности популяции муравьев, происходит улучшение качества получаемых решений задачи трассировки, но при этом возрастает время работы алгоритма.

## Гибридный алгоритм на основе генетического алгоритма и волновой функции

Современные автотрассировщики зачастую используют более классические методы, такие как волновой алгоритм. Волновой алгоритм обладает несомненными достоинствами – он даёт гарантированно неплохой результат за известное время. Однако его работу так же можно улучшить, используя эвристики. Генетический алгоритм представляет собой метод оптимизации, основанный на принципах естественного отбора и эволюции. Такие алгоритмы используются для решения сложных оптимизационных задач и включают несколько ключевых этапов, которые обеспечивают их эффективность.

Цель генетического алгоритма заключается в максимизации или минимизации заданной целевой функции (функции приспособленности). Эта функция оценивает качество решений, представленных в виде хромосом (наборов параметров). Чем выше значение функции, тем более "приспособленной" считается особь. Итерация алгоритма включает в себя следующую последовательность действий:

1. Инициализация популяции. Процесс начинается с инициализации популяции, которая представляет собой случайный набор хромосом. Размер популяции может варьироваться в зависимости от сложности задачи и доступных вычислительных ресурсов. Инициализация обеспечивает разнообразие, что важно для эффективного поиска оптимального решения.

2. Процесс отбора. Отбор является критически важным этапом, который определяет, какие особи будут использованы для создания следующего поколения. Существует несколько методов отбора. Отбор по колесу рулетки, когда вероятность выбора особи пропорциональна её приспособленности. Так же существует турнирный отбор: случайным образом выбирается несколько особей, и из них выбирается наиболее приспособленная.

3. Кроссинговер (скрещивание): две родительские хромосомы обмениваются частями для формирования потомков.

4. Мутация: Случайное изменение одного или нескольких генов, что предотвращает преждевременное схождение алгоритма к локальным минимумам.

5. Проверяется условие завершения.

Применение генетического алгоритма для задач трассировки может быть осуществлено в гибридном варианте, вместе с волновым алгоритмом Ли. С учетом особенностей задачи трассировки электрических соединений может быть использована структура хромосомы, но при этом кодируется не реальное размещение соединения по областям, а процедура его построения на коммутационном поле. В таком случае кодом может быть двоичное число. Работа [3] показывает, что замена классического волнового алгоритма гибридным алгоритмом даёт лучшие результаты, если проводить сравнение по критерию равномерное распределение цепей по коммутационному полю.

## Заключение

Эвристические алгоритмы оптимизации, такие как алгоритм муравьиной колонии и генетический алгоритм, демонстрируют значительный потенциал в решении сложных задач оптимизации топологии электрических соединений. Их способность находить квазиоптимальные решения в задачах высокой сложности, гибкость и адаптивность открывают новые горизонты в области проектирования электронных устройств и систем. Особенно перспективным является применение этих алгоритмов в области трассировки печатных плат. Алгоритм муравьиной колонии, адаптированный для задач трассировки, позволяет эффективно находить оптимальные пути для проведения токопроводящих дорожек, учитывая сложную топологию платы. Генетический алгоритм, особенно в гибридном варианте с волновым алгоритмом Ли, показывает улучшенные результаты при распределении цепей по коммутационному полю. Применение этих методов в микроэлектронике может привести к оптимизации топологии интегральных схем, что потенциально повысит производительность и снизит энергопотребление устройств. Более того, гибридный подход, сочетающий генетический алгоритм и волновой алгоритм, открывает новые возможности для оптимизации [4]. Такой гибрид может объединить сильные стороны обоих методов, обеспечивая улучшенный баланс между глобальным и локальным поиском, повышенную скорость сходимости и большую устойчивость к попаданию в локальные оптимумы. Это особенно важно при проектировании сложных электронных устройств, где требуется одновременно оптимизировать множество параметров. Дальнейшие исследования могут включать разработку более специализированных гибридных алгоритмов, сочетающих преимущества различных эвристических методов, а также интеграцию методов машинного обучения для повышения эффективности трассировки. Таким образом, эвристические алгоритмы оптимизации топологии электрических соединений представляют собой мощный инструмент, способный революционизировать процессы проектирования печатных плат и интегральных схем, что в конечном итоге будет способствовать технологическому прогрессу в электронной промышленности.

## Список литературы

1. Тертерян А.С., Бровка А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
2. Трассировка межсоединений печатных плат электронных средств на основе муравьиного алгоритма / Шарафеев И. И., Никитин А. В, Халилов Т. М. // Современные материалы, техника и технология: Сборник научных статей 9-й Международной научно-практической конференции. – 2019. – Т. 2. – С. 412-416.
3. Лебедев, О. Б. Генетический алгоритм глобальной трассировки / О. Б. Лебедев // Интеллектуальные системы и Интеллектуальные САПР (CAD-

2004): Труды Международных научно-технических конференций в 3 томах. – 2004. – С. 70-75.

4. Юрьев, Н.Ю. Анализ эксперимента по созданию токопроводящих дорожек печатных плат / Н.Ю. Юрьев, В.В. Лавлинский, Н.С. Бокарева // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 77-84.

### References

1. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multicriteria problems using local qualitative importance of criteria// Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, No. 1. - P. 107-114.

2. Routing interconnections of printed circuit boards of electronic devices based on the ant algorithm / I. I. Sharafiev, A. V. Nikitin, T. M. Khalilov // Modern materials, engineering and technology: Collection of scientific articles of the 9th International Scientific and Practical Conference. - 2019. - Vol. 2, - P. 412-416.

3. Lebedev, O. B. Genetic algorithm of global tracing / O. B. Lebedev // Intelligent systems and Intelligent CAD (CAD-2004): Proceedings of International scientific and technical conferences in 3 volumes. – 2004. – P. 70-75.

4. Yuryev, N.Yu. Analysis of the experiment on creating conductive tracks of printed circuit boards / N.Yu. Yuryev, V.V. Lavlinsky, N.S. Bokareva // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13, No. 2. - P. 77-84.

## **МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА КРИПТОГРАФИЧЕСКОГО ХЕШИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

А.Г. Абрасимовская, И.С. Голубятников

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассмотрены способы оцифровки химических соединений с последующим выбором оптимального метода хеширования, отвечающего необходимым условиям для поставленных задач. Материал нацелен на создание базы тестовых данных для обучения нейросети для автоматического анализа состава различных веществ.

Ключевые слова: хемоинформатика, линейная нотация, InChI, криптографическое хеширование, SHA-2, Python.

## **METHODS OF ALGORITHM IMPLEMENTATION CRYPTOGRAPHIC HASHING OF CHEMICAL CONNECTIONS**

A.G. Abrasimovskaya, I.S. Golubyatnikov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses ways to digitize chemical compounds with the following choice of the optimal hashing method that meets the necessary conditions for the tasks set. The material is aimed at creating a database of test data for training a neural network for automatic analysis of the composition of various substances.

Keywords: chemoinformatics, linear notation, InChI, cryptographic hashing, SHA-2, Python.

### **Введение**

На современном рынке информационных технологий для сельского хозяйства большую популярность приобретают беспилотные авиационные системы (БАС) с встроенной нейронной сетью для принятия различного рода решений на основе качественно-количественных показателей окружающей среды. В этом свете фрагментальная реализация тех или иных алгоритмов для последующего построения или обучения системы с искусственным интеллектом обретает значение для общего понимания существующих проблем на пути к реализации готового программно-технического продукта.

Следующим этапом после создания БАС для зондирования местности на предмет состояния посевов [1] является создание систем для автоматизации

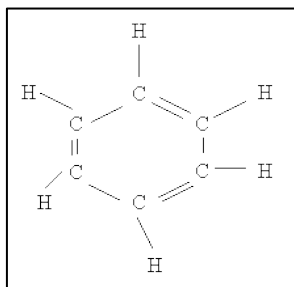
анализа пригодности местности для возделывания тех или иных культур. Для успешной реализации такого рода систем необходимым условием является существование программного обеспечения, способного на основе полученных данных о составе почвы и атмосферного воздуха дать прогноз о релевантности разработки местности.

Одной из ключевых функций проектируемого ПО является оцифровка и упорядочивание полученных химических данных. Рассмотрим существующие методы хемоинформатики и выберем оптимальный, отвечающий поставленным задачам.

## 1 Международный химический идентификатор (InChI)

Самым распространенным видом внутреннего представления структур химических соединений являются молекулярные графы (см. рис. 1). При необходимости, данная модель может быть дополнена сведениями о трёхмерных координатах атомов, а также о их динамике во времени.

Рисунок 1 – Пример молекулярного графа



К простейшим типам внешнего представления относятся линейные нотации. Пионером в данном направлении стал Вильгельм Висвессер, в 1948г запатентовавший линейное представление молекул для компьютерного анализа - Wiswesser line notation (WLN). [2]

Алфавит нотации Висвессера состоит из латинских букв, цифр и символов «&», «/», «-» и пробела. С учетом валентности атомов и ближайшего окружения, всем химическим элементам, основным типам связей, циклов и фундаментальных групп присвоены буквенные обозначения, образуя достаточно обширный и в некотором роде избыточный словарь.

Настоящее время большой популярностью пользуется Упрощенная Молекулярная Система Ввода Входной Строки (SMILES). Данная система относится к нотации однозначного описания состава и структуры соединения, в основе которой лежит кодировка ASCII. [3]

В такой записи неводородные атомы пишутся согласно обозначения в периодической системе химических элементов. Для элементов органической химии (B, C, N, O, S и пр.) скобки могут быть опущены, а также допускается отсутствие указания количества присоединенных атомов водорода, количество которых полагается равным минимальной нормальной валентности элемента.

Однако, наряду с SMILES используются такие линейные нотации как СИБИЛ (Sybyl Line Notation), SMARTS (расширенная нотация SMILES для работы с базами данных), ROSDAL. Поэтому в 2005г Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC) было принято решение об унификации кодировки химических структур и разработана универсальная линейная нотация International Chemical Identifier (InChI) [4] (см. рис. 2).

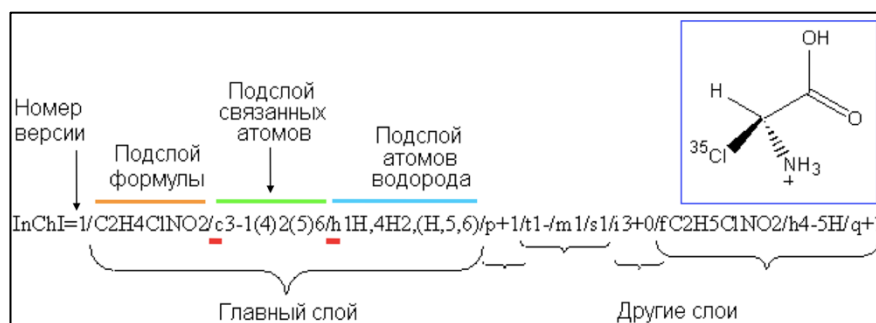


Рисунок 2 -Модульная структура InChI

Такая запись облегчает поиск информации в интернете, но ее главным недостатком является нефиксированная, и, зачастую, большая длина записи. Поэтому на основе InChI одновременно была разработана линейная нотация InChIKey, длина которой составляет 27 символов, что значительно упрощает ее индексацию в базах данных (см. рис. 3).

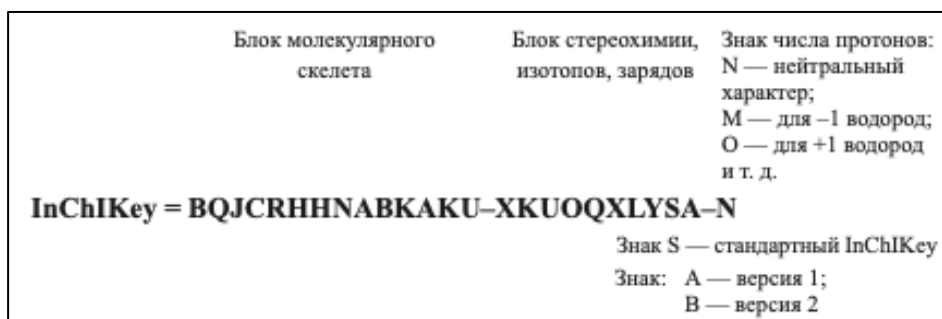


Рисунок 3 – Модульная структура InChIKey

Запись InChIKey создается на основе записи InChI методом хеширования второй алгоритмом криптографического хеширования Secure Hash Algorithm 2 (SHA-2).

## 2 Алгоритм криптографического хеширования SHA-2

Хеширование подразумевает под собой кодировку входного сообщения произвольной длины в битовую строку фиксированной длины, для последующего заполнения базы данных.



SHA-2 представляет собой семейство однонаправленных хеш-функций, включающее в себя алгоритмы SHA-224, SHA-256, SHA-384, SHA-512, SHA-512/256 и SHA-512/224 (см. табл. 1).

Таблица 1 - Основные характеристики хеш-функций семейства SHA-2

Хеш-функция	Длина дайджеста сообщения (бит)	Длина блока (бит)	Макс длина сообщения (бит)	Длина слова (бит)	Количество итераций в цикле	Скорость (MiB/s)
<i>SHA-256, SHA-224</i>	256/224	512	$2^{64} - 1$	32	64	139
<i>SHA-512, SHA-384, SHA-512/256, SHA-512/224</i>	512/384/256/224	1024	$2^{128} - 1$	64	80	154

Семейство SHA-2 разработано Агентством Национальной Безопасности США и опубликовано Национальным институтом стандартов и технологий (NIST) в федеральном стандарте обработки информации FIPS PUB 180-2 в августе 2002г. В этот стандарт также вошла хеш-функция SHA-1, разработанная в 1995г, однако, уже в 2005г она была признана небезопасной из-за высокого риска коллизий. [5]

В настоящее время данное семейство претерпело большое количество доработок, в виду чего остается одним из самых популярных способов хеширования, отвечающих современным требованиям безопасности. [6] Тем не менее, специалистам в области информационной безопасности уже удалось реализовать успешные методы конструирования коллизий для SHA-256 и SHA-512. [7]

Для реализуемого алгоритма наиболее оптимальной будет являться функция SHA-256 в виду скорости ее работы, а также достаточной длине дайджеста сообщения.

Принцип работы SHA-2 заключается в разбиении исходного дополненного сообщения на блоки, которые, в свою очередь, разбиваются на 8 слов. Каждый блок пропускается через цикл с 64 или 80 итерациями, на каждой из которых 2 из 8 слов преобразуются, а остальные слова задают функцию преобразования. Сумма конечных результатов обработки каждого блока является значением хеш-функции.

### 3 Примерный код функции

Для разработки кода функции был выбран высокоуровневый язык Python, в виду того, что он достаточно часто эксплуатируется в качестве языка написания нейросетей.

Рассмотрим код, преобразующий запись InChI в InChIKey с использованием алгоритма SHA-256. Результат записывается в динамическую таблицу соответствий InChI – InChIKey, для формирования базы знаний для обучения.

```
# Библиотека hashlib позволяет использовать хеш-функции, включая
SHA-256
import hashlib

def inchi_to_inchikey(inchi):
    # Преобразуем InChI в InChIKey с помощью SHA-256
    hash_object = hashlib.sha256(inchi.encode('utf-8'))
    hash_digest = hash_object.hexdigest()

    # В соответствии с форматом InChIKey, разбиваем хэш на части
    inchikey = f"{hash_digest[:14]}-{hash_digest[14:18]}-
{hash_digest[18:22]}-{hash_digest[22:26]}-{hash_digest[26:]}"

    return inchikey

# Динамическая таблица для хранения InChI и соответствующих
InChIKey
inchi_key_table = []

# Пример записи InChI
inchi_examples = [
    "InChI=1S/H2O/h1H2",
    "InChI=1S/CH4/h1H4",
    "InChI=1S/C2H6O/c1-2-3/h2H,1H3"
]

for inchi in inchi_examples:
    inchikey = inchi_to_inchikey(inchi)
    inchi_key_table.append((inchi, inchikey))

# Вывод результатов
for inchi, inchikey in inchi_key_table:
    print(f"InChI: {inchi} -> InChIKey: {inchikey}")
```

Представленная функция будет полезна для создания различных наборов данных, которые могут быть использованы для обучения нейросети по обработке химических данных.

#### Заключение

Данный материал является первым шагом на пути к созданию нейросети для обработки полученным химических данных. Выбор описанных выше мето-

дов обработки информации обусловлен их популярностью, а также наличием действительного сертификата качества. Представленная функция на языке Python может быть использована в качестве инструмента для создания базы тестовых данных для машинного обучения.

### Список литературы

1. Газета «Коммерсантъ». – URL: [tps://www.kommersant.ru/doc/6096816?ysclid=m1y5tcs8o037445764](https://www.kommersant.ru/doc/6096816?ysclid=m1y5tcs8o037445764) (дата обращения: 07.10.2024).
2. Гелберг, Алан. Некролог: Уильям Джозеф Висвессер (1914-1989). // Журнал химической информации и компьютерных наук. – 1990. - №35. – С. 38-40.
3. Вейнингер, Дэвид. SMILES, химический язык и информационные системы. 1. Введение в методологию и правила кодировки. // Журнал химической информации и компьютерных наук. – 1988. – Т. 28, № 1. – С. 31-36.
4. Международный химический идентификатор (InChI) // Международный союз теоретической и прикладной химии. – URL: <http://www.iupac.org/inchi/> (дата обращения: 07.10.2024).
5. Фергюсон Нильс, Шнайер Брюс. Практическая криптография. — М. : Диалектика, 2004. — 432 с. — 3000 экз. — ISBN 5-8459-0733-0, ISBN 0-4712-2357-3.
6. Титов, М. Ю. Пути повышения эффективных способов защиты информации в беспилотных летательных аппаратах двойного назначения / М. Ю. Титов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.
7. Мендель Ф., Над Т., Шлэффер М. Улучшение локальных коллизий: новые атаки на сокращенный SHA-256 (англ.) // Достижения в криптологии - EUROCRYPT 2013: 32-я ежегодная международная конференция по теории и применению криптографических методов, Афины, Греция, 26-30 мая 2013 г. Труды / Т. Йоханссон, П. К. Нгуен – Шпрингер Берлин, Гейдельберг, 2013. – С. 262-278. – 736 с. – ISBN 978-3-642-38347-2 – doi:10.1007/978-3-642-38348-9\_16.

### References

1. The newspaper "Kommersant". – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6096816?ysclid=m1y5tcs8o037445764> (date of access: 07.10.2024).
2. Gelberg, Alan. Obituary: William Joseph Wiswesser (1914-1989). // Journal of Chemical Information and Computer Science. – 1990. - No.35. – pp. 38-40.
3. David Weininger. SMILES, a chemical language and information system. 1. Introduction to methodology and encoding rules // J. Chem. Inf. Comput. Sci.. — 1988. — Т. 28, № 1. — P. 31—36.
4. International Chemical Identifier (InChI) // INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). – URL: <http://www.iupac.org/inchi/> / (date of access: 07.10.2024).
5. Ferguson Niels, Schneier Bruce. Practical Cryptography: Designing and Implementing Secure Cryptographic Systems. — Moscow: Dialectics, 2004. — 432 p. — 3000 copies. — ISBN 5-8459-0733-0, ISBN 0-4712-2357-3.

6. Titov, M. Yu. Ways to improve effective ways of protecting information in dual-purpose unmanned aerial vehicles / M. Yu. Titov // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.

7. Mendel F., Nad T., Schläffer M. Improving Local Collisions: New Attacks on Reduced SHA-256 (англ.) // Advances in Cryptology – EUROCRYPT 2013: 32nd Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques, Athens, Greece, May 26-30, 2013. Proceedings / T. Johansson, P. Q. Nguyen — Springer Berlin Heidelberg, 2013. — P. 262—278. — 736 p. — ISBN 978-3-642-38347-2 — doi:10.1007/978-3-642-38348-9\_16.

## ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ АЛГОРИТМОВ SHA-1 И СЕМЕЙСТВА SHA-2

А.Г. Абрасимовская<sup>1</sup>, И.С. Голубятников<sup>1</sup>, М.А. Сиваш<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>Военный университет радиоэлектроники

Аннотация. В данной статье рассматривается понятие хеширования. Особое внимание уделяется алгоритмам SHA-1 и семейству SHA-2, включая детали их структуры и применения. Представлен анализ параметров стойкости этих алгоритмов, с акцентом на сравнение их устойчивости к коллизионным атакам и атакам нахождения прообраза. Обоснованный вывод о снижении надежности SHA-1 и преимуществе алгоритмов SHA-2 позволяет сформировать четкое представление о текущих угрозах и актуальных решениях в области криптографии.

Ключевые слова: хеширование, SHA-1, SHA-2, стойкость алгоритмов, коллизионные атаки, атака нахождения прообраза.

## EVALUATION OF THE DURABILITY OF THE SHA-1 AND SHA-2 FAMILY ALGORITHMS

A.G. Abrasimovskaya<sup>1</sup>, I.S. Golubyatnikov<sup>1</sup>, M.A. Sivash<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Military university of radio electronics

Abstract. This article discusses the concept of hashing. Special attention is paid to the SHA-1 algorithms and the SHA-2 family, including details of their structure and application. An analysis of the resistance parameters of these algorithms is presented, with an emphasis on comparing their resistance to collision attacks and preimage finding attacks. The reasoned conclusion about the decrease in the reliability of SHA-1 and the advantage of SHA-2 algorithms allows us to form a clear understanding of current threats and relevant solutions in the field of cryptography.

Keywords: hashing, SHA-1, SHA-2, algorithm persistence, collision attacks, preimage finding attack.

### Введение

Криптографическая функция хеширования – алгоритм, преобразующий сообщение произвольного размера в массив битов фиксированного размера, именуемого хеш-значением сообщения или дайджестом. [1]

Показатели качества криптографической функции являются:

- детерминированность – результатом преобразования одинакового сообщения должен быть одинаковый дайджест;

- необратимость – высокая трудоемкость восстановления сообщения из дайджеста;
- отсутствие коллизий – каждому сообщению должен соответствовать уникальный дайджест;
- присутствие «лавинного» эффекта – любое изменение сообщения должно приводить к полному изменению дайджеста.

## 1 Алгоритмы криптографического шифрования SHA-1 и семейство SHA-2

Аббревиатура SHA расшифровывается как Secure Hash Algorithm. Разработан Агентством Национальной Безопасности (АНБ) США в 1990х годах. Первая спецификация SHA-1 была опубликована в 1993г, однако вскоре была отозвана в виду большого количества обнаруженных дефектов. Релиз обновленной спецификации пришелся на 1995г, а спецификации 1993г неофициально было присвоено название SHA-0 [2].

Функции семейства SHA-2 были разработаны АНБ США в 2001г и опубликованы Национальным институтом стандартов и технологий (NIST). В настоящее время популярной функцией этого семейства является SHA-256, используемая в протоколе TLS, ключах SSH, для проверки транзакций и доказательства выполнения работы в криптовалютах и пр [3].

Достаточно большое количество различных функций хеширования в семействе обусловлено различным сочетанием измененных векторов инициализации, усеченных выходов и различной длиной слов. Так, алгоритм SHA-512 похож на SHA-256, с различием в длине слова.

В рассматриваемых алгоритмах преобразования производятся со следующими элементами:

- для преобразований используются шестнадцатеричные цифры;
- слово соответствует фиксированной двоичной строке, которая преобразуется в шестнадцатеричную;
- целое между 0 и максимальной длиной слова может рассматриваться как слово;
- блок – последовательность слов.

Размеры основных элементов для рассматриваемых алгоритмов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Размеры основных элементов

Алгоритм	Сообщение, бит	Блок, бит	Слово, бит	Дайджест, бит
SHA-1	$<2^{64}$	512	32	160
SHA-256	$<2^{64}$	512	32	256
SHA-512	$<2^{128}$	1024	64	512

SHA-256 оперирует 32-битными словами, в то время как SHA-512 – 64-битными. Поэтому вычисление SHA-256 занимает в 2-4 раза меньше времени

чем SHA-512 на 32-разрядных процессорах, а SHA-512 работает в 1,5 раза быстрее SHA-256 на 64-разрядных [4].

## 2 Параметры оценки стойкости алгоритмов хеширования

Самыми важными типами атак на криптографические функции считаются атаки нахождения прообраза и коллизионные атаки.

Атаки нахождения прообраза – поиск исходного сообщения по исходному дайджесту.

Коллизионная атака – поиск двух разных сообщений с одинаковыми дайджестами.

В виду неограниченности поиска одним хеш-значением, коллизионная атака является более простой, поэтому уровень стойкости криптографической функции хеширования измеряется в битах и представляет собой вычислительную сложность реализации коллизионной атаки [5].

## 3 Сравнительная оценка стойкости SHA-1 и SHA-2

Уровень стойкости зависит от размера вычисляемого дайджеста. Так, максимальная сложность атаки нахождения прообраза и коллизионной атаки будет вычисляться по формулам (1) и (2) соответственно [6].

$$k = 2^n \quad (1)$$

$$k = 2^{n/2} \quad (2)$$

где  $n$  – размер хеша в битах.

Уровни стойкости рассматриваемых хеш-функций представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Уровень стойкости хеш-функции

Атака	Сложность коллизионной атаки	Сложность атаки нахождения прообраза	Уровень стойкости, бит
SHA-1	$2^{80}$	$2^{160}$	80
SHA-256	$2^{128}$	$2^{256}$	128
SHA-512	$2^{256}$	$2^{512}$	256

В виду более короткого дайджеста, SHA-1 отличается высоким быстродействием. Однако, это упрощает процесс полного перебора. В этом свете длина дайджеста следующего поколения была увеличена.

Таким образом, из-за низкой стойкости SHA-1 была признана небезопасной. Наиболее стойкой считается SHA-512, однако, она проигрывает в быстродействии. Поэтому оптимальным вариантом считается SHA-256, так как современные вычислительные мощности пока не могут осуществить достаточное количество переборов для обращения хеша такого размера [7].

## Заключение

Выбор длины дайджеста сильно зависит целей использования, соответственно, от этого же зависит и стойкость самой хеш-функции. В этой связи изу-

чение вопроса требует дальнейшей проработки с учетом конкретных исходных данных, характеризующих условия применения криптографических алгоритмов.

Разработка алгоритмов шифрования будет продолжаться, так как наука и техника стремительно развивается, предоставляя новые методы и подходы, а также наращивая вычислительные мощности.

### Список литературы

1. Титов, М. Ю. Пути повышения эффективных способов защиты информации в беспилотных летательных аппаратах двойного назначения / М. Ю. Титов // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.

2. Соединенные Штаты Америки. Федеральный стандарт обработки информации (FIPS). "Стандарт безопасного хэширования": [опубликован Национальным институтом науки и технологий, апрель 1993 года].

3. Mycryptopedia. Просвещение мира о криптовалюте. – URL: <https://www.mycryptopedia.com/sha-256-related-bitcoin/> (дата обращения: 07.10.2024).

4. Моисеев, В.С. Об одном подходе к обеспечению активной защиты информационных систем / В.С. Моисеев, П.И. Тутубалин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. - 2011. - No 2. - С. 129-135.

5. Тутубалин, П.И. Оптимизация выборочного контроля целостности информационных систем / П.И. Тутубалин // Информация и безопасность. - 2012. - Т. 15. - No 2. - С. 257-260.

6. Шнайер Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си. — М.: Триумф, 2002. — 816 с. — 3000 экз. — ISBN 5-89392-055-4.

7. Нильс Фергюсон, Брюс Шнайер. Практическая криптография. — М. : Диалектика, 2004. — 432 с. — 3000 экз. — ISBN 5-8459-0733-0, ISBN 0-4712-2357-3.

### References

1. Titov, M. Yu. Ways to improve effective ways of protecting information in dual-purpose unmanned aerial vehicles / M. Yu. Titov // Modeling of systems and processes. - 2024. – Vol. 17, No. 2. – pp. 82-92. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-2-82-92. – EDN IQOQPI.

2. United States of American. Federal Information Processing Standard (FIPS). "Secure Hash Standard": [published by National Institute of Science и Technology, April 1993].

3. Mycryptopedia. Educating the World on Cryptocurrency. – URL: <https://www.mycryptopedia.com/sha-256-related-bitcoin/> (date of access: 07.10.2024).



4. Moiseev, V.S. On one approach to ensuring active protection of information systems / V.S. Moiseev, P.I. Tutubalin // Bulletin of Kazan State Technical University named after A.N. Tupolev. - 2011. - No. 2. - pp. 129-135.

5. Tutubalin, P.I. Optimization of selective control of the integrity of information systems / P.I. Tutubalin // Information and security. - 2012. - Vol. 15. - No. 2. - pp. 257-260.

6. Schneier B. Applied cryptography. Protocols, algorithms, source texts in C. — M.: Triumph, 2002. — 816 p. — 3000 copies. — ISBN 5-89392-055-4.

7. Nils Ferguson, Bruce Schneier. Practical Cryptography: Designing and Implementing Secure Cryptographic Systems. — M. : Dialectics, 2004. — 432 p. — 3000 copies. — ISBN 5-8459-0733-0, ISBN 0-4712-2357-3.

## **ИЗМЕРЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДЕ: МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ЗНАЧИМОСТЬ**

Д.Р. Абдулатипов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе проведён всесторонний анализ темы измерения примесей в воде, включая изучение различных методов и технологий, используемых для оценки качества водных ресурсов. Рассмотрены существующие подходы к мониторингу и анализу загрязняющих веществ, а также их влияние на здоровье человека и экосистему. Особое внимание уделено современным технологиям, которые позволяют повысить точность и эффективность измерений.

Ключевые слова: измерение примесей, вода, методы, технологии, качество.

## **MEASURING IMPURITIES IN WATER: METHODS, TECHNOLOGIES AND SIGNIFICANCE**

D.R. Abdulatipov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the topic of measuring impurities in water has been conducted, including the study of various methods and technologies used to assess the quality of water resources. Existing approaches to monitoring and analyzing pollutants have been examined, as well as their impact on human health and ecosystems. Special attention has been given to modern technologies that enhance the accuracy and efficiency of measurements.

Keywords: measuring impurities, water, methods, technologies, quality.

### **Введение**

Качество воды представляет собой ключевой аспект для здоровья человека и экосистемы в целом. Вода является основой жизни на планете, и её чистота непосредственно влияет на здоровье населения, состояние экосистем и устойчивость природных ресурсов. Примеси в воде могут иметь как естественное, так и антропогенное происхождение. Естественные загрязнители могут возникать из-за эрозии почвы, разложения органических веществ или вулканической активности, в то время как антропогенные примеси чаще всего связаны с человеческой деятельностью, такой как промышленное производство, сельское хозяйство и несанкционированные сбросы отходов. Поэтому мониторинг примесей в воде становится важной задачей для учёных, экологов и контролирующих органов.

В данной работе мы проанализируем важность и методы измерения примесей в воде, а также рассмотрим современные технологии, способствующие улучшению качества водных ресурсов.

Значимость измерения примесей в воде

Оценка примесей в воде необходима для нескольких ключевых целей:

**Анализ качества воды:** Понимание содержания различных веществ в воде позволяет оценить её пригодность для питья, сельского хозяйства и других нужд. Например, превышение предельно допустимых концентраций определённых загрязняющих веществ может сделать воду непригодной для употребления, что может привести к массовым заболеваниям.

**Защита здоровья населения:** Контроль за уровнем токсичных веществ, таких как тяжёлые металлы (свинец, ртуть, кадмий) и пестициды, помогает предотвратить заболевания, связанные с потреблением загрязненной воды. Исследования показывают, что многие хронические заболевания, включая рак и болезни почек, могут быть связаны с длительным воздействием загрязнителей, содержащихся в воде.

**Сохранение экосистем:** Оценка примесей помогает выявлять источники загрязнения и разрабатывать стратегии для их устранения, что содействует сохранению биоразнообразия и здоровья водоёмов. Загрязнение водоёмов может привести к гибели водных организмов, изменению экосистемных процессов и даже к исчезновению отдельных видов.

**Устойчивое управление водными ресурсами:** В условиях растущего дефицита пресной воды и изменения климата контроль за качеством воды становится особенно актуальным. Эффективное управление водными ресурсами включает в себя не только оценку количества доступной воды, но и её качества.

Методы измерения примесей в воде

Существует несколько методов и технологий для оценки примесей в воде, среди которых:

#### 1. Химические методы

**Спектрофотометрия:** Этот метод основывается на измерении поглощения света определёнными веществами в воде. Он позволяет определять концентрацию различных химических соединений, таких как нитраты, фосфаты и тяжёлые металлы. Спектрофотометрия является высокоточным методом, который широко используется в лабораторных условиях, а также в полевых исследованиях.

**Хроматография:** Этот метод применяется для разделения и анализа сложных смесей. Он позволяет выявлять и количественно оценивать органические и неорганические вещества. Хроматография, например, может использоваться для анализа пестицидов и фармацевтических соединений в воде, что особенно важно для оценки загрязнения водоёмов.

#### 2. Физические методы

**Электрохимические методы:** Используют электрические свойства воды для определения концентрации ионов, таких как хлорид и фторид. Эти методы часто применяются для быстрого анализа и могут быть интегрированы в порта-

тивные устройства, что делает их удобными для использования в полевых условиях.

Оптические методы: Включают использование лазеров и других источников света для определения свойств воды и наличия загрязнителей. Например, флуоресцентная спектроскопия может использоваться для обнаружения органических загрязняющих веществ и определения их концентрации, что позволяет быстро реагировать на загрязнения.

### 3. Биологические методы

Биомониторинг: Этот метод включает использование живых организмов, таких как водоросли или микроскопические рачки, для оценки качества воды. Изменения в их популяциях могут указывать на наличие токсичных веществ. Например, снижение численности определённых видов может свидетельствовать о высоком уровне загрязнения, что позволяет оперативно принимать меры по очистке водоёмов.

### Современные технологии

С развитием технологий появились новые подходы к измерению примесей в воде:

Портативные анализаторы: Эти устройства позволяют проводить анализ воды на месте, что значительно ускоряет процесс контроля качества. Портативные анализаторы могут быть использованы как в лабораториях, так и в полевых условиях, что делает их незаменимыми для экологов и исследователей.

Удалённый мониторинг: Использование сенсоров и IoT (интернета вещей) для постоянного мониторинга качества воды в реальном времени. Данные передаются в облачные системы для анализа и принятия решений. Это позволяет не только оперативно реагировать на изменения в качестве воды, но и собирать большие объёмы данных для дальнейшего анализа и прогнозирования.

Моделирование и прогнозирование: Современные программные решения позволяют моделировать распространение загрязняющих веществ в водоёмах и прогнозировать их влияние на экосистему и здоровье человека. Это помогает в планировании мероприятий по охране водных ресурсов и минимизации воздействия загрязняющих факторов.

### Вывод

Измерения примесей в воде является важной задачей, которая требует применения различных методов и технологий. Своевременное и точное измерение качества воды позволяет защищать здоровье человека и экосистему, а также принимать меры по предотвращению загрязнения. В условиях глобальных изменений климата и увеличения антропогенной нагрузки на водные ресурсы, вопросы мониторинга и контроля качества воды становятся особенно актуальными. Эффективные стратегии управления водными ресурсами, основанные на данных о качестве воды, могут значительно улучшить состояние окружающей среды и обеспечить устойчивое развитие для будущих поколений.

### Список литературы

1. Лебедев, В. А. Качество воды и методы его оценки / В. А. Лебедев. – Москва: ГЕОС, 2018. – С. 40-45.
2. Кузнецов, Н. В. Экологический мониторинг водных ресурсов / Н. В. Кузнецов. – Москва: Творческий союз, 2020. – С. 12-15.
3. Сидоров, А. И. Технологии очистки сточных вод / А. И. Сидоров. – Санкт-Петербург: Наука, 2019. – С. 20-22.
4. Петров, И. Н. Проблемы и методы оценки качества вод / И. Н. Петров. – Екатеринбург: Экология, 2021. – С. 45-46.
5. Громова, Е. В. Основы экологии водных ресурсов / Е. В. Громова. – Москва: Высшая школа, 2017. – С. 29-34.

### References

1. Lebedev, V. A. Water Quality and Methods of Assessment / V. A. Lebedev. – Moscow: GEOS, 2018. – P. 40-45.
2. Kuznetsov, N. V. Ecological Monitoring of Water Resources / N. V. Kuznetsov. – Moscow: Creative Union, 2020. – P. 12-15.
3. Sidorov, A. I. Technologies for Wastewater Treatment / A. I. Sidorov. – St. Petersburg: Nauka, 2019. – P. 20-22.
4. Petrov, I. N. Problems and Methods of Water Quality Assessment / I. N. Petrov. – Yekaterinburg: Ecology, 2021. – P. 45-46.
5. Gromova, E. V. Fundamentals of water resources ecology / E. V. Gromova. – Moscow: Vysshaya shkola, 2017. – P. 29-34.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ГОТОВОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

М.М. Благовещенская, А.М. Аднодворцев

ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, г. Москва  
ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация: Рассмотрены вопросы автоматизации маркировки QR-кодом пищевой продукции. Для её достижения была разработана и внедрена автоматизированная система маркировки и распознавания готовой продукции с использованием системы компьютерного зрения. Продемонстрированы особенности маркировки QR-кодом на линиях упаковки сыров.

Ключевые слова: QR-коды, честный знак, маркировка продукции, автоматизированная система маркировки.

## **AUTOMATED SYSTEM FOR TRACKING FINISHED FOOD PRODUCTS USING A COMPUTER VISION SYSTEM**

M.M. Blagoveshchenskaya, A.M. Adnodvortsev

Rosbiotech, Moscow  
MIREA - Russian Technological University, Moscow

Abstract. The issues of automation of QR-code marking of food products are considered. To achieve it, an automated system of marking and recognition of finished products using a computer vision system was developed and implemented. The features of QR-code marking on cheese packaging lines are demonstrated.

Keywords. QR codes, honest sign, product labeling, automated labeling system.

Основная задача, которую ставит перед собой государство в рамках внедрения цифровой маркировки — это защита здоровья и граждан, повышение уровня их безопасности. В 2021 г в России рынок контрафактной продукции вырос на 10% и составил 6,5 трлн рублей. Основная доля контрафакта приходится на онлайн. Основными категориями поддельных товаров в 2021 году стали одежда, обувь, кроссовки и детские игрушки: 40% из всего числа контрафакта приходится на продукты, 60% — на непродовольственные товары [1-7]. В результате внедрения системы маркировки с продовольственного рынка России должны уйти организации, уклоняющиеся от налогов и занимающиеся контрафактом. Государство получит дополнительную прибыль в виде налогов. Рост качественной продукции в магазинах страны будет способствовать росту эко-

номики, а следовательно, повышению уровня экономического развития страны и уровня жизни населения. Очевидные преимущества от маркировки получит конечный потребитель. Помимо возможности приобретать только легальный и качественный товар, он будет иметь возможность давать прямую обратную связь по нелегальным товарам контролирующим органам.

Инструмент общественного контроля реализуется в виде специального приложения, и им можно будет пользоваться с помощью смартфона. Единая система маркировки обеспечит достоверность того, что товар был произведен на такой-то фабрике, был доставлен через такие-то каналы товародвижения и был продан на кассе в таком-то магазине. Продовольственная безопасность — элемент национальной безопасности государства [8, 10]. При этом для её достижения необходима разработка и внедрение автоматизированных систем маркировки и распознавания готовой продукции с использованием системы компьютерного зрения. Разработка такой системы дает возможность производителям организовать работу производства в системе «Честный знак», убрать, существенно уменьшить долю некачественной продукции на рынке, повысить уровень продовольственной безопасности в РФ.

Вместе с тем, прослеживаемость товарной продукции на предприятии — элемент собственной внутренней безопасности в сфере продаж. В своём общем виде она формирует динамику движения продукции от производства до конечного потребителя, магазина. В этом смысле внедрение системы распознавания продукции — элемент экономической безопасности предприятия. При этом для её достижения необходима разработка и внедрение автоматизированной системы распознавания готовой продукции с использованием системы компьютерного зрения и применения ИИ.

В России работают несколько систем маркировки:

Среди прочих работающих систем можно перечислить:

- ЕГАИС, предназначенную для контроля оборота алкогольной продукции.
- ЕГАИС учёта древесины и сделок с ней.
- ЕГАИС «Маркировка», предназначенная для учёта оборота продукции, изготовленной из натурального меха.
- ФГИС «Меркурий», предназначенную для обеспечения оборота продукции, подлежащей ветеринарному контролю.
- Система голографической маркировки цифровой аудиовизуальной продукции.

С ноября 2019 года молочная продукция прослеживается обеими системами — и ФГИС «Меркурий», и «Честный знак», начат эксперимент по их совместному использованию и интеграции.

Производитель заказывает в системе «Честный ЗНАК» коды для маркировки товарных единиц, затем производит их печать на принтере и наносит на товар. При ввозе товара на территорию РФ импортер заблаговременно заказывает коды в системе и маркирует ими все изделия до пересечения таможенной границы.

Передача товаров от производителя или импортера оптовой организации осуществляется с оформлением электронных УПД, заверенных КЭП. При получении партии товара оптовик сверяет коды маркировки с электронным документом. При их соответствии подтверждает документ. В случае расхождений оформляется возврат. Магазин проверяет коды продукции в УПД и сверяет их с фактическими данными.

Для исследования перспектив решения данной проблемы была рассмотрена, исследована и проанализирована линия по упаковке сыра, поскольку данные варианты упаковки одни из самых актуальных. Работа линии по маркировке продукции осуществляется в два этапа: социализация и агрегация

Социализация. Этикетки с кодами маркировки предварительно печатаются на Социализация принтере. Затем рулон этикеток устанавливается в аппликатор, который автоматически наносит их на продукт.

Агрегация. После укладки продукта в транспортную упаковку оператор ручным сканером считывает коды на всех продуктах в коробе. После успешного считывания заданного количества кодов маркировки ПО агрегации отправляет задание на принтер, который печатает групповую этикетку с кодом агрегации. Сканер считывает код агрегации сразу после печати этикетки, и ПО агрегации осуществляет привязку кодов маркировки продуктов к коду агрегации.

Разработано программное обеспечение данной системы, которое включает: сервис логики, модуль обмена с ГИС МТ, модуль обмена с ERP, набор интерфейсов пользователя (GUI), модуль печати ID-Print или Программное обеспечение соответствует обязательным требованиям.

Основные этапы маркировки и считывания кодов: маркировка готовых изделий; маркировка шок-боксов; маркировка гофрокоробов; маркировка паллет. Предложенный подход в решении поставленной цели может быть использован в качестве рекомендуемого алгоритма действий при разработке автоматизированной системы прослеживания готовой пищевой продукции с использованием системы компьютерного зрения.

### **Список литературы**

1. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Мокрушин С.А., Аднодворцев А.М., Веселов М.В. Автоматизация управления качеством производства шоколадных конфет с использованием видеоконтроля // РОГОВСКИЕ ЧТЕНИЯ: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 27-35.

2. Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Благовещенский И.Г., Носенко А.С., Аднодворцев А.М., Веселов М.В. Анализ структуры и описание работы на кондитерских предприятиях существующих систем контроля и управления // Роговские чтения. Секция "Автоматизация технологических процессов и производств": сборник докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 68-75.

3. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Ахремчик О.Л., Мокрушин С.А., Аднодворцев А.М., Веселов М.В. Создание информационного



WEB-приложения для продвижения кондитерских изделий // Роговские чтения. Секция "Автоматизация технологических процессов и производств": сборник докладов научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2023. С. 96-100.

4. Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Холопов В.А., Благовещенский И.Г., Веселов М.В., Аднодворцев А.М. Проблемы управления технологическими процессами производства кондитерских изделий и пути их преодоления // Современные проблемы автоматизации технологических процессов и производств. сборник научных докладов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова. Курск, 2023. С. 97-104.

5. Аднодворцев А.М., Благовещенская М.М., Благовещенский И.Г., Головин В.В., Благовещенский В.Г., Бунеев А.В. Использование системы технического зрения для контроля маркировки готовой пищевой продукции в бутылках // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. Сборник научных докладов III Международной специализированной конференции - выставки. Курск, 2022. С. 13-25.

6. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Головин В.В., Аднодворцев А.М. Интеллектуальная оптимизация производства на основе использования инновационных продуктов и технологий // Информатизация и автоматизация в пищевой промышленности. Сборник научных докладов Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 140-144.

7. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Шкапов П.М., Носенко А.С., Аднодворцев А.М. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства // Фундаментальные и прикладные задачи механики. Материалы Международной научной конференции. В 2-х частях. Москва, 2022. С. 162-169.

8. Аднодворцев А.М., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Веселов М.В., Нгонганг Р.Д. Создание интеллектуальных систем принятия решений на базе технологий сверточных нейронных сетей // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. Сборник научных докладов III Международной специализированной конференции - выставки. Курск, 2022. С. 25-32.

9. Сумерин В.А., Благовещенская М.М., Аднодворцев А.М. QR-коды и маркировка пищевой продукции // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. Сборник научных докладов III Международной специализированной конференции - выставки. Курск, 2022. С. 312-319.

## References

1. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Mokrushin S.A., Adnodvortsev A.M., Veselov M.V. Automation of quality management in the production of chocolate sweets using video monitoring. ROGOVSKIE CHTENIYA. collection of reports from a scientific and practical conference with international participation. Kursk, 2023. pp. 27-35.
2. Blagoveshchensky V.G., Krasnov A.E., Blagoveshchensky I.G., Nosenko A.S., Adnodvortsev A.M., Veselov M.V. Analysis of the structure and description of the work of existing control and management systems at confectionery enterprises. Rogov Readings. Section "Automation of Technological Processes and Production". collection of reports from a scientific and practical conference with international participation. Kursk, 2023. pp. 68-75.
3. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Akhremchik O.L., Mokrushin S.A., Adnodvortsev A.M., Veselov M.V. Creation of an information WEB application for promoting confectionery products. Rogov Readings. Section "Automation of Technological Processes and Production". Collection of reports of the scientific and practical conference with international participation. Kursk, 2023. Pp. 96-100.
4. Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Kholopov V.A., Blagoveshchensky I.G., Veselov M.V., Adnodvortsev A.M. Problems of control of technological processes of production of confectionery products and ways of their overcoming. Modern problems of automation of technological processes and productions. collection of scientific reports of the scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 100th anniversary of the birth of Igor Konstantinovich Petrov. Kursk, 2023. Pp. 97-104.
5. Adnodvortsev A.M., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky I.G., Golovin V.V., Blagoveshchensky V.G., Buneev A.V. Use of the machine vision system for control of marking of finished food products in bottles. Factory of the future: transition to advanced digital, intelligent production technologies, robotic systems for the food industry. Collection of scientific reports of the III International specialized conference - exhibition. Kursk, 2022. P. 13-25.
6. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Golovin V.V., Adnodvortsev A.M. Intelligent optimization of production based on the use of innovative products and technologies. Informatization and automation in the food industry. Collection of scientific reports of the All-Russian scientific and technical conference. Kursk, 2022. P. 140-144.
7. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Shkapov P.M., Nosenko A.S., Adnodvortsev A.M. Adaptive control system with an identifier for non-stationary production processes. Fundamental and applied problems of mechanics. Proceedings of the International scientific conference. In 2 parts. Moscow, 2022. Pp. 162-169.

8. Adnodvortsev A.M., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Veselov M.V., Ngongang R.D. Creation of intelligent decision-making systems based on convolutional neural network technologies. Factory of the future: transition to advanced digital, intelligent production technologies, robotic systems for the food industry. Collection of scientific reports of the III International specialized conference - exhibition. Kursk, 2022. P. 25-32.

9. Sumerin V.A., Blagoveshchenskaya M.M., Adnodvortsev A.M. QR codes and labeling of food products. Factory of the Future: Transition to Advanced Digital, Intelligent Production Technologies, Robotic Systems for the Food Industry. Collection of scientific reports of the III International Specialized Conference - Exhibition. Kursk, 2022. P. 312-319.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА ПО РЕМОНТУ ТЕЛЕФОНОВ**

И.А. Баркалов, Е.В. Баркалова, А.С. Коньякова, М.Р. Пьяных

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье приведен краткий обзор процесса создания чата с интеграцией ChatGPT для улучшения взаимодействия с сотрудниками в рамках сервисного центра по ремонту телефонов. Для создания чата необходимо было разработать интерфейс, с помощью которого можно взаимодействовать с голосовым помощником. Внедрение голосового помощника ChatGPT и его дальнейшее развитие позволяют значительно улучшить процесс обслуживания клиентов, сделав ответы на запросы более автоматизированными и эффективными, а также оптимизировать операционные процессы. Дальнейшее развитие проекта может включать в себя расширение функциональности чата, оптимизацию работы с API и улучшение пользовательского интерфейса, что позволяет сделать взаимодействие с голосовым помощником еще более удобным и эффективным для пользователей.

Ключевые слова: телефон, центр, проектирование чата, процесс, оптимизация

## **DESIGNING A VOICE ASSISTANT FOR A PHONE REPAIR SERVICE CENTER**

I.A. Barkalov, E.V. Barkalova, A.S. Konyakova, M.R. Pyanykh

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article provides a brief overview of the process of creating a chat with ChatGPT integration to improve interaction with employees within the framework of a phone repair service center. To create a chat, it was necessary to develop an interface with which you can interact with the voice assistant. The introduction of the ChatGPT voice assistant and its further development can significantly improve the customer service process, making responses to requests more automated and efficient, as well as optimize operational processes. Further development of the project may include expanding the chat functionality, optimizing work with the API and improving the user interface, which makes interaction with the voice assistant even more convenient and effective for users.

Keywords: phone, center, chat design, process, optimization

### **Введение**

В современном мире технологий создание голосовых помощников становится всё более востребованным в различных сферах деятельности. Они играют важную роль в улучшении взаимодействия с сотрудниками, оптимизации опе-

рациональных процессов и повышении уровня сервиса. В данном отчете представлен процесс создания чата с интеграцией ChatGPT для улучшения взаимодействия с сотрудниками в рамках сервисного центра по ремонту телефонов.

### **Основные понятия**

Первым этапом создания чата была разработка интерфейса для взаимодействия с голосовым помощником ChatGPT. Для этого был создан файл `chat_items.xml`, определяющий внешний вид и структуру сообщений в чате. Данный интерфейс предусматривает использование двух `TextView`: серого цвета для сообщений от ChatGPT и голубого для сообщений пользователя [1]. Это обеспечивает наглядное отображение сообщений и ясное понимание, кто именно отправил каждое сообщение. Далее файл `chat_items.xml` я использовал на своём ранее созданном фрагменте `fragment_voice_assistant.xml`. Туда мы добавили `EditText`, который нужен для ввода сообщений и отправки их для общения с ChatGPT.

Для взаимодействия с голосовым помощником ChatGPT необходимо было подключиться к его API. Процесс подключения включал в себя получение API-ключа, который предоставляет доступ к функциональности модели обработки естественного языка [2]. API-ключ получается через регистрацию на веб-сайте OpenAI и создание проекта для получения ключа. Данное API в нашем приложении работает следующим образом: пользователь создает запрос в чате с ChatGPT, после чего это сообщение обрабатывается и через код отправляет на <https://api.openai.com/v1/completions>, далее запрос обрабатывается там с помощью Django (набор инструментов для создания API и веб-сервисов) и после уже уходит на сервера OpenAI, где ChatGPT генерирует ответ. После в обратном порядке приходит ответ, который отображается пользователю в моём приложении. Работа API ChatGPT представлена на рис. 1.

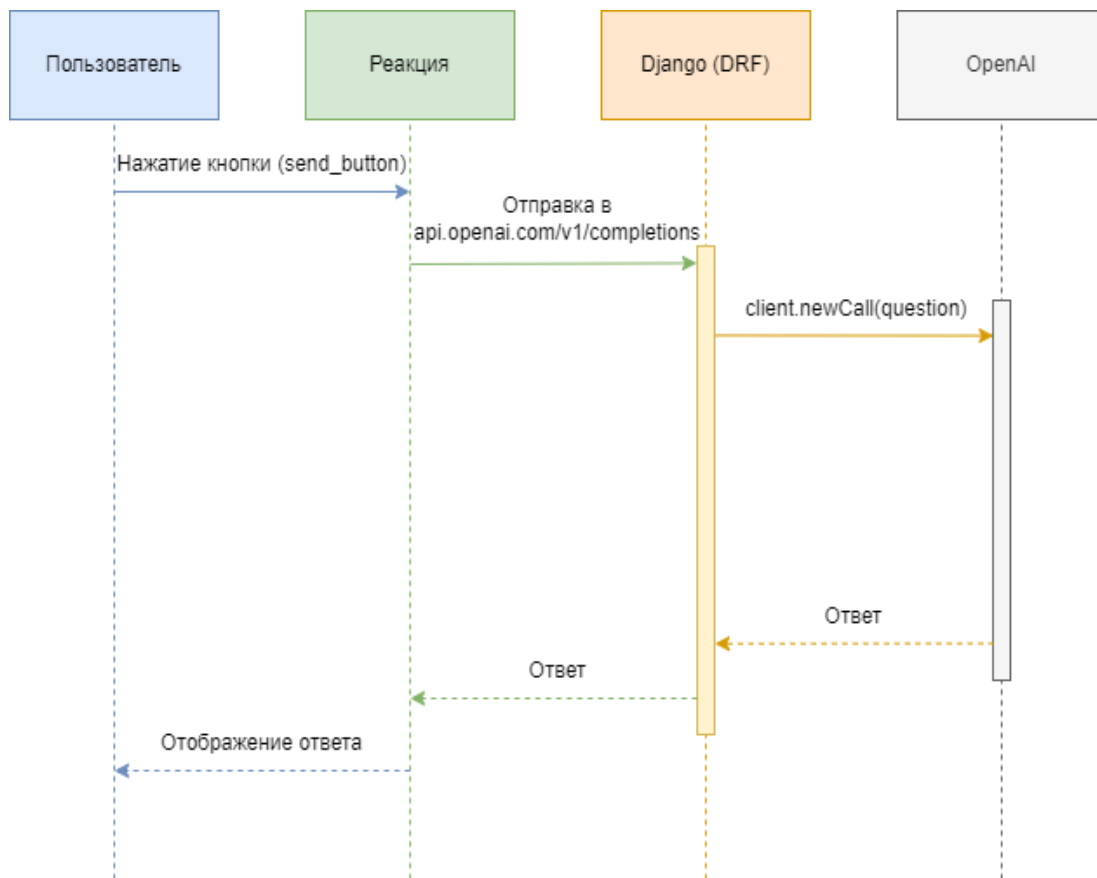


Рисунок 1 – Диаграмма последовательности взаимодействия слоев приложения

С использованием полученного API-ключа был разработан код для отправки запросов к API ChatGPT и получения текстовых ответов. Данный скрипт взаимодействует с моделью обработки естественного языка, отправляя текстовые сообщения и получая ответы, которые затем интегрируются в пользовательский интерфейс чата [3]. В данный код нужно было ввести саму модель ChatGPT которую мы хотим использовать, в нашем случае это gpt-3.5-turbo-instruct, так же надо было ограничить количество символов для ввода в один prompt – 4000 и ввести сам ключ. Данный код представлен на рис. 2.

```

1 usage
void callAPI(String request) {
    JSONObject jsonBody = new JSONObject();
    try {
        jsonBody.put( name: "model", value: "gpt-3.5-turbo-instruct");
        jsonBody.put( name: "prompt", request);
        jsonBody.put( name: "max_tokens", value: 4000);
        jsonBody.put( name: "temperature", value: 0);
    } catch (JSONException e) {
        throw new RuntimeException(e);
    }
}

RequestBody body = okhttp3.RequestBody.create(jsonBody.toString(), okhttp3.MediaType.parse("application/json"));
Request question = new Request.Builder()
    .url("https://api.openai.com/v1/completions")
    .header( name: "Authorization", value: "Bearer <API ключ>")
    .post(body)
    .build();

client.newCall(question).enqueue(new Callback() {
    @Override
    public void onFailure(@NonNull Call call, @NonNull IOException e) {
        addResponse("Не удалось загрузить ответ из-за" + e.getMessage());
    }

    @Override
    public void onResponse(@NonNull Call call, @NonNull Response response) throws IOException {
        if (response.isSuccessful()) {
            try {
                JSONObject jsonObject = new JSONObject(response.body().string());
                JSONArray jsonArray = jsonObject.getJSONArray( name: "choices");
                String result = jsonArray.getJSONObject( index: 0).getString( name: "text");
                addResponse(result.trim());
            } catch (JSONException e) {
                throw new RuntimeException(e);
            }
        } else {
            addResponse("Не удалось загрузить ответ из-за" + response.body().string());
        }
    }
}
}

```

Рисунок 2 – Код работы API ChatGPT

Также мы добавили обработчики событий для работы с чатом, они нужны для того, чтобы пользователь видел ошибку в случае неисправности работы приложения. Работа обработчиков ошибок представлена на рис. 3.

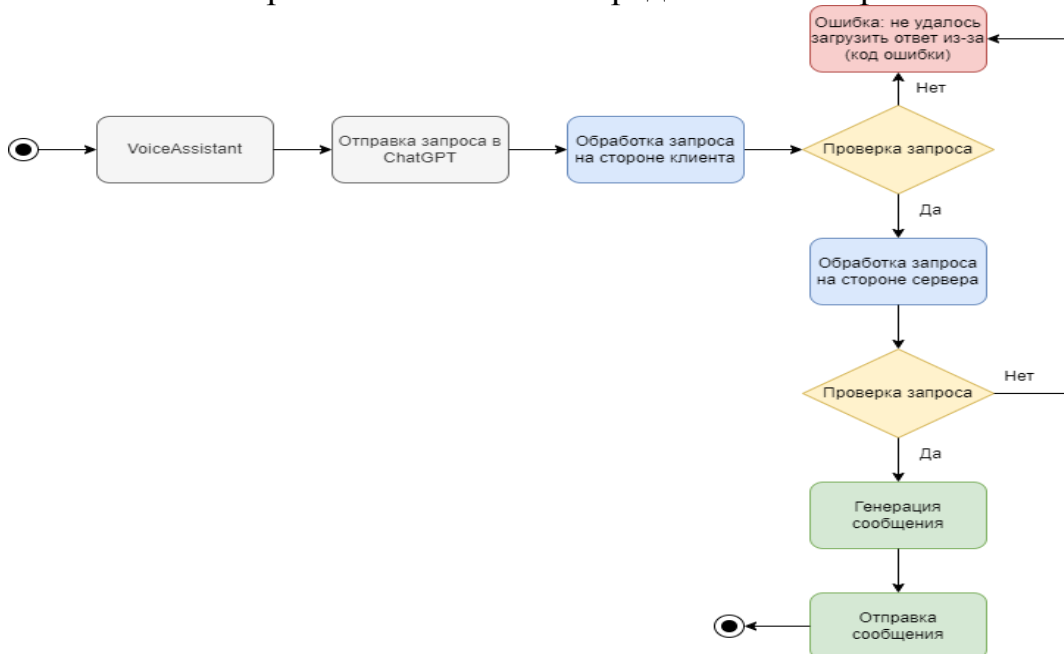


Рисунок 3 – Диаграмма состояний процесса регистрации

Полученные ответы от ChatGPT успешно интегрируются в пользовательский интерфейс чата, обеспечивая плавное и непрерывное взаимодействие с голосовым помощником [4]. Это позволяет пользователям получать информативные и содержательные ответы на свои вопросы, улучшая качество обслуживания и повышая удовлетворенность сотрудников.

### **Заключение**

В результате создания чата с интеграцией API ChatGPT был создан эффективный инструмент для улучшения взаимодействия с сотрудниками в рамках сервисного центра по ремонту телефонов [5]. Интеграция голосового помощника ChatGPT позволяет автоматизировать ответы на запросы клиентов, оптимизировать операционные процессы и повышать качество обслуживания. Дальнейшее развитие проекта может включать в себя расширение функциональности чата, оптимизацию работы с API и улучшение пользовательского интерфейса для более удобного взаимодействия с голосовым помощником.

### **Список литературы**

1. Калла Д. Изучение и анализ ChatGPT и его влияния на различные области исследований //Международный журнал инновационной науки и исследовательских технологий. – 2023. – Т. 8. – №. 3.
2. Сысоев П. В., Филатов Е. М. ChatGPT в исследовательской работе студентов: запрещать или обучать? //Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2023. – Т. 28. – №. 2. – С. 276-301.
3. Клаус, Х. Использование искусственного интеллекта в качестве рабочего инструмента на примере ChatGPT и его влияние на будущее преподавание и обучение / Х. Клаус, Х. Мирко // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий: Сборник материалов IX Международной научно - практической очно-заочной конференции, Оренбург, 07 апреля 2023 года. – Оренбург: Оренбургский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики", 2023. – С. 535-546. – EDN PPAEUY.
- Айбергенов А. С. Проектирование водостока в городах //Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика. – 2017. – С. 376-382.
4. Казанцев Т. ChatGPT и революция искусственного интеллекта. – Litres, 2023.
5. Зуев, Е. А. Работа с помощью ChatGPT / Е. А. Зуев, М. А. Ефремов // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 28 февраля 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 39-42. – EDN IWKKIM.

### **References**

1. Kalla D. et al. Study and analysis of ChatGPT and its impact on different fields of study //International journal of innovative science and research technology. – 2023. – Т. 8. – №. 3.



2. Sysoev P. V., Filatov E. M. ChatGPT in students' research work: should I ban or teach? //Bulletin of the Tambov University. Series: Humanities. – 2023. – vol. 28. – No. 2. – pp. 276-301.

3. Klaus, H. The use of artificial intelligence as a working tool on the example of ChatGPT and its impact on future teaching and learning / H. Klaus, H. Mirko // Problems and prospects of the introduction of innovative telecommunication technologies : Collection of materials of the IX International Scientific and practical full-time conference, Orenburg, April 07, 2023. Orenburg: Orenburg branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volga State University of Telecommunications and Informatics", 2023. – pp. 535-546. – EDN PPAEUY. Aibergenov A. S. Design of a drain in cities //Innovative technologies in transport: education, science, practice. - 2017. – pp. 376-382.

4. Kazantsev T. ChatGPT and the revolution of artificial intelligence. – Litres, 2023.

5. Zuev, E. A. Work with ChatGPT / E. A. Zuev, M. A. Efremov // Modern information technologies and information security : collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Technical Conference, Kursk, February 28, 2023. – Kursk: Southwestern State University, 2023. – pp. 39-42. – EDN IWKKIM.

## **ПРОГРАММНАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПИЩЕВОЙ 3D ПЕЧАТИ**

И.Г. Благовещенский, М.М. Благовещенская

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация: Рассмотрены вопросы технической и программной реализации системы автоматизированного контроля и управления технологическими процессами пищевой 3D печати шоколадом. Представлены программные компоненты и библиотеки, вошедшие в состав разработанного модуля визуального контроля органолептических показателей качества печатаемого продукта.

Ключевые слова: техническая и программная реализация, система автоматизированного контроля, технологические процессы, пищевая 3D печать.

## **SOFTWARE AND TECHNICAL IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF FOOD 3D PRINTING**

I.G. Blagoveshchensky, M.M. Blagoveshchenskaya

MIREA – Russian Technological University, Moscow

Abstract. The issues of technical and software implementation of the automated control and management system of technological processes of food 3D printing with chocolate are considered. Software components and libraries included in the developed module of visual control of organoleptic indicators of the quality of the printed product are presented.

Keywords: technical and software implementation, automated control system, technological processes, food 3D printing.

Исследование посвящено технической и программной реализации системы автоматизированного контроля и управления ТП пищевой 3D печати шоколадом. Для отладки методов автоматизированного контроля и управления процессом пищевой 3D печати были разработаны программные модули. Разработка проводилась на языке Python в среде программирования PyCharm CE [1 – 3]. Первичная обработка изображений реализована при помощи библиотеки компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV [4 – 6]. Рассмотрены программные компоненты и библиотеки, вошедшие в состав разработанного модуля визуального контроля органолептических показателей качества печатаемого продукта.

Сконфигурирована и обучена нейронная сеть для детекции поверхностных дефектов вошедшая в этот модуль. Разработка и обучение нейронных сетей проводилась на основании анализа предметной области, подробного изучения фундаментально-прикладной литературы и современных методик [7 - 9]. Тренировка моделей проводилось на графическом процессоре GPU Nvidia GeForce GTX 1050 Ti под управлением операционной системы Windows 10.

Проработана и реализована конфигурация рекуррентной нейронной сети, лежащей в основе системы принятия управленческих воздействий. Представлена структура обучающих данных.

Разработана база данных в MySQL для возможности функционирования АСКУ ТП 3D печати шоколадом. В БД также учтена возможность накопления информации о новых результатах печати, с целью проведения дальнейших исследований технологического процесса пищевой 3D печати, в том числе и с новыми материалами. Такой подход позволяет до обучать нейронные сети на основе вновь приобретённого опыта.

Предложен способ интеграции автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) в систему 3D принтера и подобрана модель управляющего микрокомпьютера для её реализации. В качестве материнской платы 3D принтера была выбрана ВТТ SKR Mini E3 V3, а в качестве её базовой прошивки Marlin 2.0. В качестве визуальных датчиков выступают 2 видеокамеры NCM-198F R1.3.

Разработана архитектура ПО, и детально описан принцип работы всех компонентов входящих в АСКУ ТП 3D печати. Для управления всей системой был разработан графический пользовательский интерфейс, позволивший проводить точную настройку технологического процесса путём управления алгоритмами контроля.

Разработанная АСКУ ТП 3D печати имеет модульное строение и является универсальной, что позволяет адаптировать её для новых материалов.

### **Список литературы**

1. Благовещенская М. М., Благовещенский И.Г., Назойкин Е.А. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей. // Пищевая промышленность. 2015. № 7.
2. Благовещенская М.М., Шаверин А.В., Благовещенский И.Г. Автоматизация контроля показателей вкуса шоколадных изделий на основе использования нейронных сетей // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. № 8. 2012.
3. Благовещенский В. Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Владислав Германович, 2021. – 219 с.

4. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Холопов В.А., Зеленова Е.Н. Применение на производстве нейронной сети YOLO для определения качества пищевой продукции // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. – 2023. – С. 66-72.

5. Благовещенский, И. Г. Автоматизированная экспертная система контроля в потоке показателей качества помадных конфет с использованием нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения: специальность 05.13.07: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Иван Германович, 2015. – 229 с. – EDN SGUENP.

6. Благовещенский, И. Г. Методологические основы создания экспертных систем контроля и прогнозирования качества пищевой продукции с использованием интеллектуальных технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2018. – 443 с.

7. Благовещенский И.Г., Носенко С.М. Экспертная интеллектуальная система мониторинга процесса формования помадных конфет с использованием системы технического зрения // Пищевая промышленность, 2015. № 6.

8. Благовещенский И.Г., Троицкий А.К. Теоретические основы использования системы технического зрения в системе автоматического управления технологическими процессами / И.Г. Благовещенский, А.К. Троицкий // Материалы первой международной НПК «Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины». - М.: Изд. комплекс МГУПП, 2012. с. 165-172.

9. Благовещенский И. Г., Шибанов Э. Д., Загородников К. А. Оптимизация 3D-печати на примере использования шоколадной глазури // Пищевая промышленность. – 2020. – № 12. – С. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.

### References

1. Blagoveshchenskaya M. M., Blagoveshchensky I. G., Nazoikin E. A. Methodology for automatic assessment of the quality of food products based on the theory of artificial neural networks. // Food Industry. 2015. No. 7.

2. Blagoveshchenskaya M. M., Shaverin A. V., Blagoveshchensky I. G. Automation of control of taste indicators of chocolate products based on the use of neural networks // Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. No. 8.

3. Blagoveshchensky V. G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Blagoveshchensky Vladislav Germanovich, 2021. - 219 p.

4. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Kholopov V.A., Zelenova E.N. Application of the YOLO neural network in production to determine the quality of food products // *Factory of the future: transition to advanced digital, intelligent production technologies, robotic systems for food industries*. - 2023. - P. 66-72.

5. Blagoveshchensky, I.G. Automated expert system for monitoring the flow of quality indicators of pomade candies using neural network technologies and computer vision systems: specialty 05.13.07: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Blagoveshchensky Ivan Germanovich, 2015. - 229 p. - EDN SGUENP.

6. Blagoveshchensky, I. G. Methodological foundations for creating expert systems for monitoring and forecasting the quality of food products using intelligent technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, 2018. - 443 p.

7. Blagoveshchensky I.G., Nosenko S.M. Expert intelligent system for monitoring the process of molding fondant candies using a machine vision system // *Food Industry*, No. 6, 2015. No. 6.

8. Blagoveshchensky I.G., Troitsky A.K. Theoretical foundations for using a machine vision system in an automatic process control system // *Materials of the first international scientific and practical conference "Planning and ensuring training and retraining of personnel for the food industry and medicine"*. - M.: Publishing complex of MGUPP, 2012. pp. 165 - 172.

9. Blagoveshchenskiy I. G., Shibanov E. D., Zagorodnikov K. A. Optimization of 3D print on the example of use of chocolate glaze // *Food processing industry = Pischevaya promyshlennost'*. – 2020. – № 12. – P. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ОБНАРУЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

О.М. Барсуков<sup>1</sup>, М.Д. Туголуков<sup>1</sup>, А.С. Кравченко<sup>2</sup>,  
С.Л. Сахаров<sup>2</sup>, А.Н. Потапов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассмотрен подход к оперативному обнаружению беспилотных летательных аппаратов и мониторинга обстановки в реальном режиме времени. Механизм обнаружения основывается на территориально распределенных датчиках, передающих информацию в центр мониторинга обстановки.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, мониторинг частотного диапазона, каналы управления.

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR DETECTING UNMANNED AERIAL VEHICLES**

O.M. Barsukov<sup>1</sup>, M.D. Tugolukov<sup>1</sup>, A.S. Kravchenko<sup>2</sup>, S.L. Saharov<sup>2</sup>,  
A.N. Potapov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> VUNTS of the Air Force “VVA named after Prof. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”  
(Voronezh)

<sup>2</sup> Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov  
(Voronezh)

Abstract. The article considers an approach to the operational detection of unmanned aerial vehicles and monitoring of the situation in real time. The detection mechanism is based on geographically distributed sensors that transmit information to the situation monitoring center.

Keywords: unmanned aerial vehicles, frequency monitoring range, control channels.

В современном мире актуальной задачей стала борьба с БПЛА (беспилотными летательными аппаратами). БПЛА имеют низкую себестоимость и высокую эффективность. Они просты в управлении и эффективны для ведения разведки, корректировки огня артиллерии, в качестве боевых самолетов. Использование беспилотных летательных аппаратов – новая характерная черта современных вооруженных конфликтов. Так как они имеют малые размеры и низкую заметность их сложно обнаружить. По этой причине появляется необходимость использования устройств обнаружения БПЛА. Проведенный анализ данных характеристик БПЛА, позволяет заметить схожесть использования частот каналов управления БПЛА (433, 910-925, 2300-2400, 4800-4900, 5200, 5700 МГц). По-

этому, для повышения эффективности обнаружения БПЛА рационально будет использовать устройство на определенных частотах.

Целью данной работы является выработка рекомендаций по использованию специальных технических решений в обнаружении каналов управления и телеметрии БПЛА.

Исходя из данных, полученных в результате анализа работы беспилотных летательных аппаратов, характеристик сигналов и анализа частотного спектра можно сделать вывод, что для лучшего обнаружения и идентификации БПЛА необходимо использовать приемники, которые могут принимать сигналы управления и телеметрии, которые расположены вблизи от 433 МГц и 2.4 ГГц. Одним из таких устройств является SDR - приемник, который основывается на принципе оцифровки принятого радиосигнала и дальнейшей его обработке в цифровой форме, он прост в использовании, обладает высокой гибкостью, возможностью изменять параметры приема программным путем. SDR приемники обеспечивают большую пропускную способность, что позволяет принимать одновременно несколько сигналов на разных частотах. Но самостоятельно такой приемник перекрыть весь частотный диапазон не сможет из-за ограниченного диапазона рабочих частот. (0,1 – 1,7 ГГц). Поэтому для перекрытия всего спектра частот на которых работает БПЛА необходимо дополнительно использовать приемники, работающие в диапазоне частот от 0,4 до 6 ГГц, такие как HackRF One полудуплексный приемо – передатчик (20 МГц – 6 ГГц), USRB 210 полный дуплекс (70 МГц – 6 ГГц).

Для размещения на местности приемников для обнаружения БПЛА необходимо провести расчет дальности обнаружения. Необходимо определить максимальное расстояние, при котором приёмным устройством HackRF One возможно обнаружение БПЛА. Приемник работает в диапазоне частот 433, 910-925, 2300-2400, 4800-4900, 5200, 5700 МГц, так как БПЛА может работать на одном из этих диапазонов. Исходя из имеющихся данных для определения дальности радиосвязи, для расчета будем использовать метод, основанный на формуле потери в свободном пространстве. Рассчитаем потери на трассе в зависимости от расстояния между БПЛА и НКУ для разных частот (433, 910-925, 2300-2400, 4800-4900, 5200, 5700 МГц).

$L(d)[дБ] = 10\gamma \log(d) + (20 - 10)\gamma \log(d_0) + 20\log(f) + 32,45$ , (1)  
где:  $L(d_0)$  – средние потери на трассе прямой видимости при эталонном расстоянии  $d_0$  в свободном пространстве;  $d$  – это расстояние между передатчиком и приемником;  $\gamma$  – экспонента потери на трассе, которая зависит от окружающей среды;  $X_\sigma$  – логарифмически нормальное замирание вследствие затенения.

Результаты расчетов представлены на рис. 1 для разных частот.

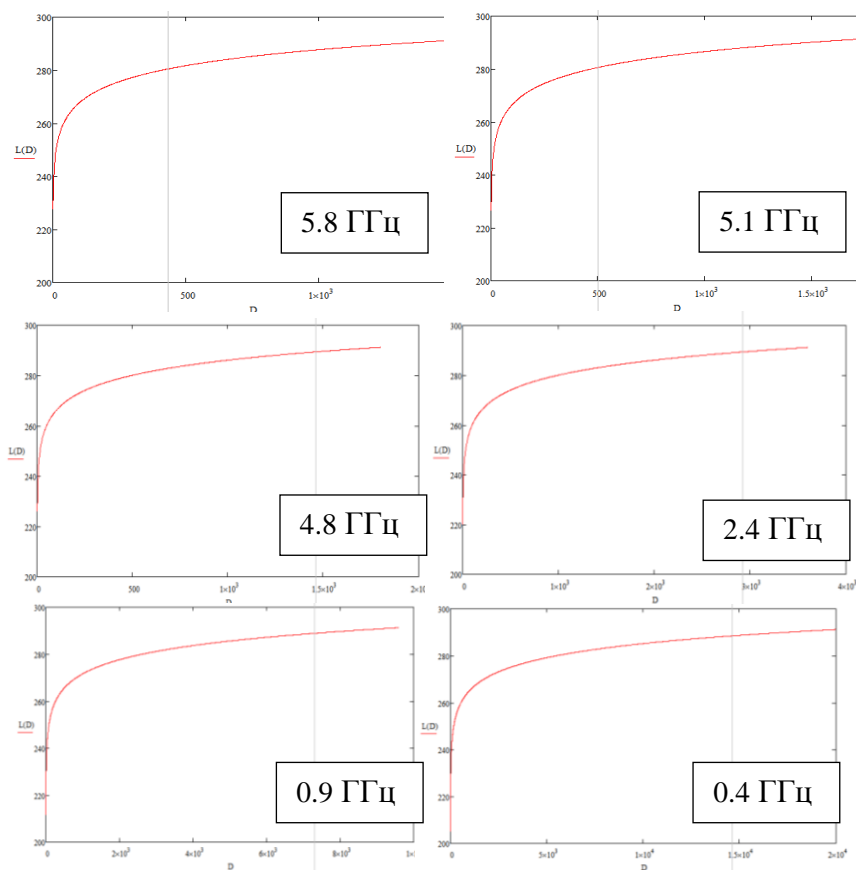


Рисунок 1 – Затухание на частоте 5.8, 5.1, 4.8, 2.4, 0.9, 0.4 ГГц соответственно

Из рис. 1 видно, что при расстоянии между БпЛА и НПУ 500 м затухания сигнала в свободном пространстве в диапазонах 0,4 ГГц; 0,9 ГГц; 2,4 ГГц; 4,8 ГГц; 5,1 ГГц и 5,8 ГГц равны 260 дБ, 270 дБ и 280 дБ соответственно. В худших условиях распространения ( $\gamma = 3$ ) затухание сигнала сильно увеличивается.

Таблица 1 – Зависимость дальности обнаружения от центральной частоты БпЛА.

$F(\text{МГц})$	433	910	2400	4800	5100	5700
$D(\text{км})$	20.3	9.6	3.6	1.8	1.73	1.5

Определено расстояние, при котором приёмным устройством HaskRF One возможно обнаружение БпЛА для различных частот. Данные параметры применены при разработке программно-аппаратного комплекса.

Разработанный алгоритм функционирования программно-аппаратного комплекса обнаружения и идентификации БпЛА, позволяющий реализовать сбор информации с комплексов и идентифицировать БпЛА, представлен на рис. 2.

Алгоритм работы комплекса основан на принятии решения об обнаружении радиосигнала в определённой полосе частот (от 1 МГц до 6 ГГц) и оповещении оператора о превышении порогового значения, определённого в автоматическом режиме при включении модуля. Пороговое значение определяется чувствительностью приемника (-90dBm). Эта система позволяет автоматизировать процесс мониторинга радиосигналов и обеспечивает быстрое и точное оповещение



оператора при возникновении опасной ситуации или необходимости принять меры по устранению помех. При обнаружении сигнала оператору приходят данные о времени обнаружения и координат поста, которым был принят сигнал. Эти данные записываются в базу данных, что позволяет оператору приступить к анализу.

Работа с полученными данными с нескольких постов позволяет оператору точно идентифицировать сигнал как движущийся или неподвижный за счет анализа временных задержек между обнаружением сигнала на разных постах. В случае обнаружения движущегося сигнала оператор может начать процесс идентификации, который включает в себя определение направления движения, оценку скорости и уточнение координат цели. Затем модуль совершит SMS- оповещение об атаке БпЛА и вероятном направлении удара отправляя его оператору и другим заинтересованным сторонам, таким как силовые структуры или службы безопасности. При работе с данными от нескольких постов оператор может сравнивать характеристики сигналов на разных постах, что позволяет точнее определить его природу.

С помощью данного комплекса операторы смогут быстрее реагировать на возможные угрозы безопасности, вызванные беспилотными летательными аппаратами, и принять немедленные меры по предотвращению потенциальных инцидентов.

На рисунке 3 представлен вариант рекомендуемого размещения обнаружителей. Так как дальность обнаружения достаточно высокая, представленные устройства могут быть расположены на расстоянии 6.4 км друг от друга. Такое размещение позволяет перекрыть всю контролируемую зону и обеспечивает надежный контроль обнаружения БпЛА.

При пересечении контролируемой зоны летательным аппаратом пост №1 принимает сигнал БпЛА, о чем оповещает оператора и предоставляет данные о времени и координатах засечки. При дальнейшем передвижении через зоны контроля радиотехнических постов поступает информация с каждого из них об обнаружении сигнала БпЛА и по имеющимся данным оператор составляет маршрут движения летательного средства, его направление удара и оповещает соответствующих лиц об атаке БпЛА.

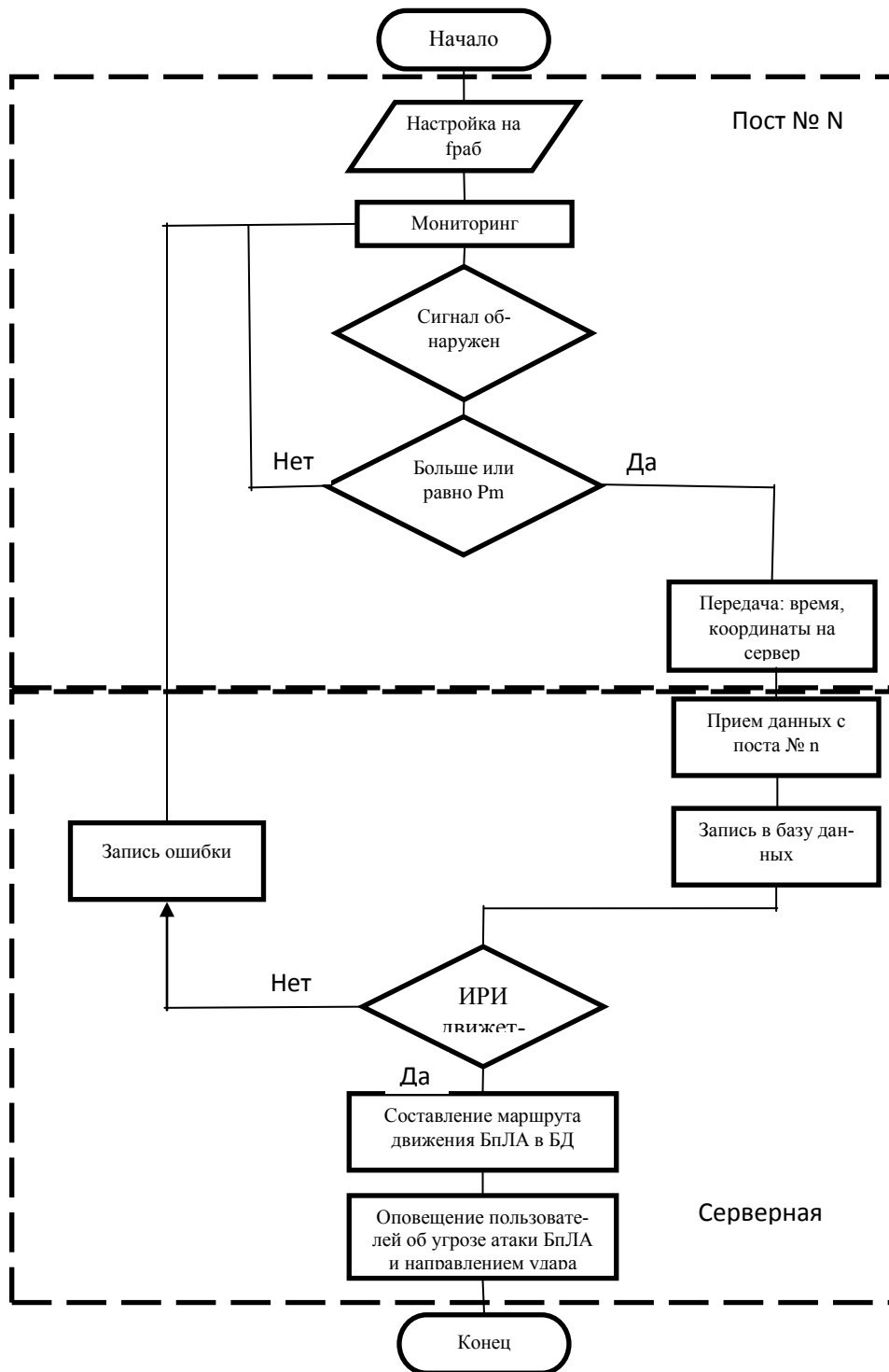


Рисунок 2 – Алгоритм функционирования программно-аппаратного комплекса

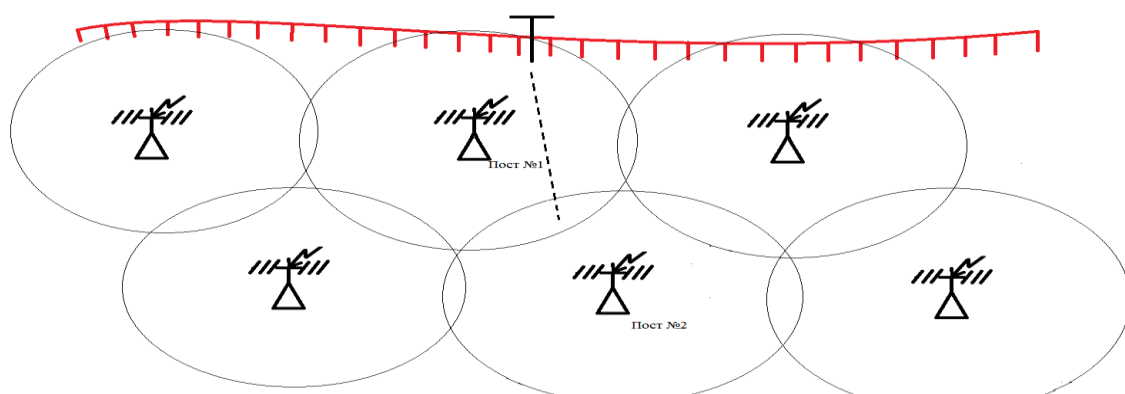


Рисунок 3 – Размещение постов на основе разработанного ПАК

В дальнейшем планируется автоматизировать данную систему и использовать вместо оператора серверную часть. Данные с постов будут приходить на сервер, они будут записываться в базу данных. Анализируя принятые данные компьютер будет составлять маршрут движения БПЛА с графическим отображением и отправлять результаты в разработанное приложение, где заинтересованные лица смогут своевременно узнать о возникающей угрозе.

### Список литературы

1. Радиосвязь / О.В. Головин [и др.]; под общ. ред. О.В. Головина. – 2-е изд. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 288 с.
2. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
3. Модель индивидуально группового назначения доступа к иерархически организованным объектам критических информационных систем с использованием мобильных технологий / Е.А. Рогозин, В.А. Хвостов, В.В. Суханов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.

### References

1. Radio communication / O.V. Golovin [et al.]; under the general editorship of O.V. Golovin. – 2nd ed. – M.: Hotline – Telecom, 2003. – 288 p.
2. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multi – criteria problems using local qualitative importance of criteria // Modeling of systems and processes. – 2022. Vol. 15. No. 1. –pp. 107-114.
3. Model of individual group assignment of access to hierarchically organized objects of critical information systems using mobile technologies / E.A. Rogozin, V.A. Khvostov, V.V. Sukhanov [et al.]// Modeling of systems and processes. – 2021. – T. 14, No. 1. – P. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРО-НЕЧЕТКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Н.В. Гомзов

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье предлагается классификация нечеткой информации о местности для решения задач в области сельского хозяйства и лесоводства. Данная классификация позволяет более точно описать и понять характеристики нечеткой информации, что может быть полезным для принятия решений в условиях неопределенности. Особое внимание уделяется моделированию лесных пожаров с использованием геоинформационных систем. Для классификации параметров источника пожара и окружающей среды с целью выбора оптимальной аналитической модели предложена гибридная нечеткая сеть.

Ключевые слова: динамика, нечеткая логика, нейро-нечеткие сети, классификация.

## **APPLICATION OF NEURAL FUZZY CLASSIFICATION IN DECISION SUPPORT SYSTEMS**

N.V. Gomzov

Tambov State Technical University

Abstract. The article proposes a classification of fuzzy information about the terrain for solving problems in the fields of agriculture and forestry. This classification allows for a more accurate description and understanding of the characteristics of fuzzy information, which can be useful for decision-making under uncertainty. Special attention is given to the area of forest fire modeling using geographic information systems. A hybrid fuzzy network is proposed for classifying the parameters of the fire source and the environment to select the optimal analytical model.

Keywords: dynamics, fuzzy logic, neuro-fuzzy networks, classification.

В современном мире, где технологии играют все более важную роль в развитии сельского хозяйства и лесоводства, возникает очевидная потребность в точной и актуальной информации о погодных условиях и характеристиках местности. Однако данные, доступные для анализа, зачастую бывают неполными, неточными или неопределенными. Это может быть связано с различными факторами, такими как ошибки измерений, недостаточность данных или сложность исследуемого объекта. В таких случаях традиционные методы анализа данных могут оказаться недостаточно эффективными для получения точных и достоверных результатов.

Одним из возможных решений этой проблемы является использование методов обработки нечеткой информации. Нечеткая информация относится к

данным, содержащим неопределенность или двусмысленность. Она может быть представлена в виде нечетких множеств, нечетких отношений или нечетких правил. Применение методов обработки нечеткой информации позволяет учитывать неопределенность и двусмысленность данных, что ведет к более точным и надежным результатам анализа.

В данной статье рассматривается классификация нечеткой информации о местности, которая может быть использована для решения задач в сельском хозяйстве и лесоводстве. Классификация нечеткой информации представляет собой процесс разделения данных на группы или категории на основе определенных критериев. Это обеспечивает более точное описание и понимание характеристик нечеткой информации, что может быть полезно при принятии решений в условиях неопределенности.

Кластеризация данных – это процесс группировки объектов или наблюдений на основе их сходства или близости. Этот аналитический метод позволяет выявлять структуры и закономерности в больших объемах информации без необходимости в заранее определенных категориях или метках.

Основная цель кластеризации – разделить данные на группы (кластеры) таким образом, чтобы объекты в одном кластере были более похожи друг на друга, чем на объекты в других кластерах. Этот метод широко применяется в различных областях, включая маркетинг для сегментации клиентов, научные исследования в биологии и экологии, а также обработку изображений для выявления объектов на изображениях или видео.

Существует несколько алгоритмов кластеризации, каждый из которых имеет свой подход. Среди распространенных методов можно выделить K-средних (K-means), который делит данные на K кластеров, минимизируя расстояние между объектами внутри каждого кластера; иерархическую кластеризацию, которая создает дерево кластеров для визуализации иерархических связей; и DBSCAN, который обнаруживает кластеры с различной плотностью и может выявлять шумовые точки.

Кластеризация предоставляет значительные преимущества, раскрывая скрытые структуры в данных, что может быть полезно для анализа и принятия решений. Она позволяет обрабатывать большие наборы данных и извлекать полезные инсайты, делая ее мощным инструментом для организации данных.

Однако кластеризация также сталкивается с проблемами, такими как определение оптимального количества кластеров, чувствительность к шуму и выбросам, а также необходимость предварительной обработки данных. В целом, кластеризация данных является надежным методом, который помогает организовывать и интерпретировать сложные наборы данных, выявляя значимые закономерности и структуры.

Во многих реальных приложениях, особенно в сельском хозяйстве и лесоводстве, данные, доступные для принятия решений, часто содержат значительное количество неопределенности. Эта неопределенность может возникать из-за ошибок измерений, пробелов в данных или сложностей, связанных с природной средой. Традиционные математические и статистические модели часто

оказываются недостаточными при работе с такой неопределенностью, поскольку они основаны на точных входных данных и детерминированных правилах.

Например, можно рассмотреть нечеткое множество, представляющее "высокую температуру" в системе поддержки принятия решений. Вместо строгого порога (например, 30°C), нечеткое множество будет представлять степень, в которой различные температуры (например, 27°C, 28,5°C, 31°C) относятся к категории "высокая температура". Эта гибкость позволяет системе учитывать различные степени неопределенности во входных данных.

Одним из решений о кластеризации таких данных является применение нейронных сетей. Однако сами по себе нейронные сети могут испытывать трудности с неоднозначными или неточными входными данными, поскольку требуют точных числовых значений. Здесь на помощь приходит комбинация нейронных сетей и нечеткой логики. Слияние этих двух подходов создает нейро-нечеткую систему, которая использует возможности нейронных сетей по распознаванию шаблонов и гибкость нечеткой логики для работы с неопределенностью.

В нейро-нечеткой сети компонент нечеткой логики управляет неопределенностями во входных данных, в то время как нейронная сеть обучается на этих данных для улучшения классификации или принятия решений. Типичная нейро-нечеткая система представлена тремя основными слоями:

1. Слой фаззификации. Этот слой преобразует точные входные данные в нечеткие множества. Например, данные о температуре, измеренные в градусах, могут быть преобразованы в нечеткие лингвистические термины, такие как «низкая», «средняя» и «высокая».

2. Слой вывода. На этом этапе система применяет набор нечетких правил к нечетким входным данным. Например, правила могут содержать такие утверждения, как «ЕСЛИ температура высокая И скорость ветра низкая, ТО риск пожара высокий».

3. Слой дефаззификации. Заключительный шаг заключается в преобразовании нечеткого вывода обратно в точное значение, которое может быть использовано для принятия решений.

В сельском хозяйстве и лесоводстве условия, такие как влажность почвы, температура или вероятность возникновения пожаров, часто трудно количественно оценить. Нейро-нечеткие системы могут быть внедрены в системы поддержки принятия решений для эффективного управления этой неопределенностью. В сельском хозяйстве такие системы используются для оптимизации графиков орошения, прогнозирования урожайности или выявления заболеваний растений. В лесоводстве они помогают контролировать состояние окружающей среды, оценивать риск лесных пожаров и разрабатывать стратегии тушения.

Например, предложенная в данной работе гибридная нечеткая сеть для управления лесными пожарами особенно эффективна в сценариях, когда сложно получить точные данные в реальном времени. Система может делать выводы о вероятности распространения пожара на основе неполной или неточной информации о скорости ветра, влажности и типе растительности. Сеть использует нечеткие правила для моделирования этих переменных, а затем применяет воз-

возможности обучения нейронной сети для улучшения прогнозов с течением времени.

Моделирование лесных пожаров является сложной задачей, включающей множество неопределенных параметров, таких как направление ветра, тип топлива и содержание влаги. Точные прогнозы распространения пожара требуют интеграции этих неопределенных данных для динамического моделирования процесса распространения огня. Нечеткая логика позволяет системе учитывать неточности измерений и предоставляет гибкий способ описания поведения пожара с использованием лингвистических переменных, таких как «низкий риск», «средний риск» или «высокий риск». Это критически важно в управлении пожарами, где решения часто необходимо принимать быстро на основе неопределенной информации.

В проекте, направленном на снижение случаев лесных пожаров в средиземноморском регионе, была внедрена нейро-нечеткая система для классификации уровней риска пожара на основе экологических параметров. Компонент нечеткой логики позволил системе обрабатывать неточные измерения направления ветра, температуры и содержания влаги в топливе. Были установлены нечеткие правила для моделирования взаимосвязей между этими факторами, такие как:

– ЕСЛИ скорость ветра высокая И влажность низкая, ТО риск пожара высокий;

– ЕСЛИ растительность густая И температура высокая, ТО риск пожара умеренный или высокий.

Компонент нейронной сети был обучен на исторических данных о пожарах, что позволило системе улучшать свои классификации с течением времени. Выходные данные системы использовались для более эффективного распределения ресурсов борьбы с пожарами путем прогнозирования зон высокого риска, требующих немедленного внимания.

Внедрение этой нейро-нечеткой системы значительно сократило время реакции на возникающие пожары, минимизируя ущерб как для собственности, так и для окружающей среды. Оно также улучшило возможности принятия решений лесных менеджеров, предоставляя четкие оценки риска даже при неполных входных данных.

Эти примеры показывают практическое воздействие нейро-нечетких систем в решении проблем неопределенности и улучшении процесса принятия решений в различных секторах. От прогнозирования урожайности в сельском хозяйстве до оценки рисков пожаров в лесоводстве и оптимизации использования ресурсов в национальных парках, нейро-нечеткие системы предлагают гибкие и надежные решения для управления сложными экологическими задачами. С развитием технологий диапазон приложений для этих систем, вероятно, расширится, предоставляя еще больше возможностей для инноваций в системах поддержки принятия решений.

В последние годы лесные пожары стали значительной угрозой. Каждый год происходит до 400,000 лесных пожаров по всему миру, что приводит к по-

вреждению примерно 0,5% общей площади лесов и выбросу миллионов тонн продуктов сгорания в атмосферу.

Сложность мониторинга экологических параметров требует использования качественных характеристик. Учитывая невозможность получения количественных данных и опасность для жизни человека, предлагается гибридная нечеткая сеть для классификации параметров источника пожара и окружающей среды с целью выбора оптимальной аналитической модели. Для начального нечеткого разделения была сгенерирована серия правил:

$P_1$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {малый} И  $x_2^{(n)}$  есть {малый} И  $x_3^{(n)}$  есть {малый}  
 ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_1$

$P_2$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {малый} И  $x_2^{(n)}$  есть {малый} И  $x_3^{(n)}$  есть {средний}  
 ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_2$

...

$P_{13}$ : ЕСЛИ  $x_1^{(n)}$  есть {большой}  
 ТО  $x^{(n)} = (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}, x_3^{(n)})$  принадлежит к классу  $C_3$

На основании предложенных правил построена архитектура гибридного нейронечеткого классификатора (рис. 1).

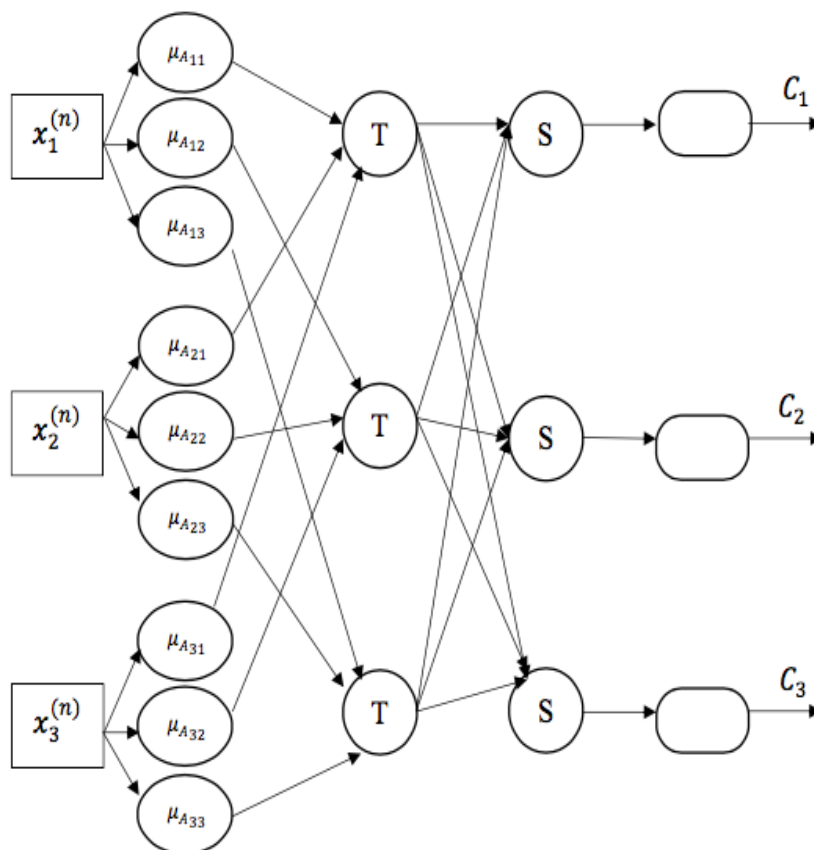


Рисунок 1 – Структура гибридного нейронечеткого классификатора

Используя предложенную модель, объединяющую в себе преимущества нейронных сетей и нечёткой логики, можно пренебречь неточностями собран-



ных данных, а так же использовать лингвистические описания погодных условий и особенностей ландшафта.

Перспективным является использование предлагаемого подхода в рамках систем поддержки принятия решений. Используя данный метод, может значительно ускорить процесс анализа данных о погоде и ландшафте. Это, в свою очередь, позволит оперативно реагировать на возникновение пожаров и принимать обоснованные решения о выборе наиболее эффективных методов тушения.

Таким образом, гибридный нейронечёткий классификатор представляет собой перспективный инструмент для систем поддержки принятия решений при тушении пожаров. Его применение может способствовать более эффективному использованию ресурсов и повышению безопасности при чрезвычайных ситуациях, связанных с пожарами.

### Список литературы

1. Борисов В.В. Нечеткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – 2-е изд., – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 284 с.
2. Круглов В. В., Дли М. И. Интеллектуальные информационные системы. – Издательство Физико-математической литературы, 2002. – 227 с.
3. Chaib-draa B., Decharnais J. A relational model of cognitive maps // Int. J. Human-Computer Studies. – 1998 г. – Т. 49. – С. 181-200.
4. Космоснимки – мониторинг природных пожаров // Карта пожаров. URL: <http://fires.ru> (дата обращения: 01.09.2018)

### References

1. 1. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Fuzzy models and networks / V.V. Borisov, V.V. Kruglov, A.S. Fedulov. – 2nd ed. – Moscow: Hot Line – Telecom, 2012. – 284 p.
2. Kruglov V.V., Dly M.I. Intelligent information systems. – Publishing House of Physical and Mathematical Literature, 2002. – 227 p.
3. Chaib-draa B., Decharnais J. A relational model of cognitive maps // Int. J. Human-Computer Studies. – 1998. – Vol. 49. – P. 181-200.
4. Satellite images – monitoring of natural fires // Fire Map. URL: <http://fires.ru> (accessed: 01.09.2018).

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДАННЫХ В УМНЫХ ФЕРМАХ: ЗАЩИТА ИНФРАСТРУКТУРЫ IOT**

Г.В. Гвасалия, П.И. Карасев, Г.Ш. Утешева, Алмали Ахмед Аднан Латиф

Кафедра «Информационная безопасность»,  
МИРЭА - Российский технологический университет, г. Москва  
gvasaliagv@bk.ru, karasev@mirea.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы обеспечения информационной безопасности Интернет вещей агропромышленного комплекса и отдельных ферм. Приведены основные угрозы, уязвимости, которые могут возникнуть на устройствах, в сети и внутренней инфраструктуре комплекса. Также обсуждаются рекомендации по повышению уровня информационной безопасности в условиях цифровизации агропромышленного комплекса. В качестве дополнительных мер защиты рассматриваются многофакторная аутентификация (MFA) и политика создания надежных паролей.

Ключевые слова: Интернет вещей, политика паролей, агропромышленный комплекс, информационная безопасность, защита информации.

## **ENSURING DATA SECURITY IN SMART FARMS: PROTECTING IOT INFRASTRUCTURE**

G.V. Gvasalya, P.I. Karasev, G.Sh. Utesheva, Almali Ahmed Adnan Lateef

Department of Information systems and information protection,  
MIREA - Russian Technological University, Moscow  
gvasaliagv@bk.ru, karasev@mirea.ru

Abstract. The article discusses the issues of ensuring the information security of the Internet of Things of the agro-industrial complex and individual farms. The main threats and vulnerabilities that can occur on devices, in the network and in the internal infrastructure of the complex are presented. Recommendations on improving the level of information security in the context of digitalization of the agro-industrial complex are also discussed. Multi-factor authentication (MFA) and a strong password creation policy are considered as additional security measures..

Keywords: Internet of Things, password policy, agro-industrial complex, information security, information protection.

Информационные технологии активно, но поспешно внедряются в аграрную промышленность, чтобы оптимизировать ее и сделать фермерское хозяйство более умным. Эти хозяйства используют различные устройства Интернет вещей (IoT) и внутреннюю сеть, которая обеспечивает сбор, обработку и передачу данных, автоматизируя и упрощая процесс. Однако с ростом таких устройств и внутренней сети в различных фермах и в

агропромышленном комплексе возникает проблема их безопасности и безопасности данных.

#### Угрозы и уязвимости интеллектуальных систем

Интеллектуальные системы, используемые в агропромышленном комплексе, как и любые системы, основанные на технологиях Интернета вещей (IoT), подвержены множеству угроз и уязвимостей. Угрозы, возникающие в агропромышленном комплексе, повреждают, ограничивают или изменяют информацию, которая хранится на устройствах и во внутренней сети. Атаки на устройства происходят с помощью незащищённых соединений, из-за устаревшего программного обеспечения, низкого уровня политики создания паролей и отсутствия дополнительной аутентификации. Недостаточная защищённость данных, может быть использована как внутренним, так и внешним нарушителем, который может повредить автоматизированный процесс в агропромышленном комплексе.

#### Методы защиты интеллектуальных систем

Для эффективной защиты интеллектуальных систем, используемых в агропромышленном комплексе, необходимо внедрение комплексного подхода, который включает технические и организационные меры связанные с политикой создания паролей и дополнительной аутентификации. На данный момент пароль, состоящий из восьми символов с цифрами и буквами в разных регистрах можно забрутфорсить за 60 часов, но если добавить знаки препинания и различные символы, которые есть на клавиатуре, то время подбора пароля увеличиться до 70 дней, что составляет 2700%.

Вторым вариантом для защиты информации в сети и на устройствах может послужить многофакторная аутентификация, которая может состоять из пароля с рисунком, отпечатком пальцев или любой модальностью, которая зарегистрирована для идентификации человека в Российской Федерации и в Единой биометрической системе. Эти методы повысят эффективность защиты и снизят риски утечек информации.

Примеры успешной защиты интеллектуальных систем в агропромышленной

Одним из примеров является проект "Умные теплицы" в Китае: В Китае реализован проект умных теплиц, где системы управления климатом и поливом интегрированы с IoT-устройствами. В качестве защиты активно используются политика создания паролей и дополнительная аутентификация, которые позволяют выявлять аномалии в работе оборудования и предотвращать потенциальные кибератаки.

#### Выводы

Информационная безопасность в агропромышленном комплексе становится все более важным аспектом при цифровизации и внедрении технологий Интернета вещей. В условиях растущего количества угроз и уязвимостей необходимо внедрять комплексные меры защиты, которые включают создания политики паролей и внедрение дополнительной аутентификации. Примеры успешной защиты интеллектуальных систем

показывают, что применение современных решений и подходов позволяет снизить риски и повысить надежность работы фермерских хозяйств.

### **Список литературы**

1. IOT Internet of Things /Jade Carter.
2. Аутентификация Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам : учебное пособие / А. А. Афанасьев, Л. Т. Веньев, А. А. Воронов, Е. Р. Газизова, А. Л. Доохов, А. В. Кряшков, О. Ю. Поянская, А. Г. Сабанов, М. А. Скиäа, С. Н. Хайяпин, А. А. Шеупанов. – URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=140493> (дата обращения: 05.09.2024).

### **References**

1. IOT Internet of Things, Jade Carter.
2. Authentication Theory and practice of ensuring secure access to information resources : textbook / A. A. Afanasyev, L. T. Veenyev, A. A. Voronov, E. R. Gazizova, A. L. Dookhov, A.V. Kryashkov, O. Y. Poyanskaya, A. G. Sabanov, M. A. Skiäa, S. N. Khayyapin, A. A. Sheupanov. – URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=140493> (accessed 05.09.2024).

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Н.Ю. Юдина, С.С. Гудков

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе были рассмотрены различные методы ведения лесного хозяйства с использованием интернета вещей. Была изучена соответствующая литература. Установлены проблемы лесного хозяйства и способы их решения.

Ключевые слова: Интернет вещей, лесное хозяйство, лесные пожары, сенсорика.

## **APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS IN FORESTRY**

N.Y. Yudina<sup>1</sup>, S.S. Gudkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examined various methods of forestry using the Internet of things. Relevant literature was reviewed. Forestry problems and ways to solve them have been identified.

Keywords: Internet of things, forestry, forest fires, sensors.

### **Введение**

Леса играют важную роль в очистке воды и воздуха, предотвращении эрозии почвы, обеспечении среды обитания для дикой природы а также в экономике России. Интернет вещей (IoT), система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека, обладает огромным потенциалом для управления лесными экосистемами и поддержания их стабильности. Сохранение видов и местообитаний, производство древесины, предотвращение деградации лесных почв, прогнозирование, смягчение и контроль лесных пожаров могут быть достигнуты с помощью управления лесами с использованием современных технологий. В цифровом лесном хозяйстве развертывание IoT обеспечивает эффективные операции, контроль и прогнозы по эрозии почв, пожарам и нежелательным отложениям. В этой статье представлена информация о сенсорном IoT в лесных системах.

Типы технологий, применяемых в лесном хозяйстве.

Ведение лесного хозяйства через IoT с помощью своих коммуникационных, сенсорных и системных технологий обладает огромным потенциалом для повышения устойчивости лесов. Оно также может снизить влияние изменения

климата на лесные экосистемы. IoT в лесном хозяйстве способны удовлетворять различные потребности, которые включают в себя:

- Системы предупреждения засухи, необходимые для досрочного принятия мер по борьбе с ней.

- Сенсоры влажности почвы, которые также предотвращают появление засухи

- Обнаружение изменений снежного покрова для планирования управления водными ресурсами.

- Сенсоры в реальном времени и обнаружение в лесных покровах для обоснованных изменений в практиках управления лесами.

Все сенсоры и датчики должны быть подключены к облаку. Мониторинг состояния леса, взаимосвязанный с облаком, может предоставлять наблюдения в режиме реального времени для принятия оперативных решений по борьбе с возникающими проблемами. В целом, IoT имеет потенциал заполнить пробелы в информации о многих показателях мониторинга состояний лесов, который проблематично осуществлять вручную.

IoT в лесном хозяйстве включает в себя следующие элементы:

- Способность сбора данных в режиме реального времени с различных участков леса и беспроводной передачи этих данных в единый центр, где информация хранится и анализируется.

- Сами устройства, выполняющие мониторинг.

- Хранение данных в облаке и доступ к данным в режиме реального времени для принятия решений через визуальные интерфейсы.

Сенсорика в лесном хозяйстве. Дистанционное зондирование

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Применение методов дистанционного зондирования в цифровом лесном хозяйстве предлагает множество преимуществ по сравнению с сенсорикой на местах. С помощью сенсорного устройства с диапазоном от 10 м до 40 км ДЗЗ может охватывать площадь до 1000 км. Таким образом, можно управлять большой географической лесной зоной с использованием этой техники. Более того, можно создавать точные карты для эффективного принятия решений. В настоящее время проводятся миссии по измерению влажности почвы. Это можно использовать для предсказания засух и количественной оценки углеродного баланса лесных ландшафтов.

Сенсорика фенологии

Мониторинг фенологии изучает влияние событий, вызванных окружающей средой (например, температура и продолжительность дня), на продолжительность жизни растений и животных. Он включает наблюдения за цветением растений, изменением окраски листьев и их опаданием. Ранее такие наблюдения проводились вручную. Но сейчас разработана автоматизированная система мониторинга листьев на основе камер, которая осуществляет захват изображений и автоматический анализ в реальном времени. Сенсоры такой системы мо-

гут захватывать несколько цветов, используя разные каналы для отслеживания опадания, окраски и автоматического старения.

### Сенсорика здоровья деревьев

Мониторинг здоровья деревьев осуществляется путем обнаружения изменений в метаболических процессах внутри дерева для получения информации о его состоянии стресса. Это можно оценить, анализируя количество азота в растениях и почвах. Метаболический стресс можно использовать как индикатор в деревьях. С помощью этого подхода можно определить области с низким и высоким риском, которые могут использоваться для принятия решений о лечении. Здоровье леса также зависит от фотосинтеза, разнообразия микроорганизмов и качества почвы. Эти факторы влияют на такие элементы, как кальций и алюминий. Следовательно, проведя химический анализ деревьев, можно узнать о состоянии здоровья растений в лесном секторе. Такие подходы к сенсорике здоровья применимы в случаях, когда визуальный анализ не работает или дает неточные результаты. Соответственно, можно принимать необходимые меры до того, как станет слишком поздно.

### Сенсорика состояния почвы и воздуха и повышения уровня углекислого газа

Состояние почвы и воздуха являются хорошими индикаторами климатических изменений и состояния лесов. Для этой цели существуют специальные датчики для анализа различных типов почв и высокоточных измерений тепловых потоков в них.

Для измерения температуры почвы используются специальные почвенные термометры, которые измеряют температуру на глубине до 15 см. Принцип работы таких датчиков основан на термоэлектрическом эффекте.

Для мониторинга влажности используются специальные сенсоры, которые фиксируют состояние влажности почвы. Если датчик фиксирует снижение влажности, то запускаются специальные устройства полива. При фиксации повышения уровня влажности, устройства полива работают реже для экономии воды.

### Сенсорика незаконной вырубке лесов.

Незаконная вырубка лесов является одной из важнейших проблем для лесов Сибири из-за проблем осуществления контроля над такими большими территориями. Отслеживание вырубки деревьев может осуществляться с помощью устройств звукозаписи, которые могут улавливать звуки, исходящие от транспорта и техники, которые применяются при вырубке. Информация с таких звуковых датчиков может передаваться в центры специальных органов, которые противодействуют браконьерству и незаконному уничтожению деревьев.

Также незаконную вырубку можно обнаруживать с помощью спутниковых изображений. Например, международная система RADD (База данных радарных изображений по всему миру) точно регистрирует вырубку лесов. Даже самые небольшие вырубки не остаются не обнаруженными, ведь RADD мо-

жет обнаруживать пробелы в лесных массивах размером от 10 квадратных метров.

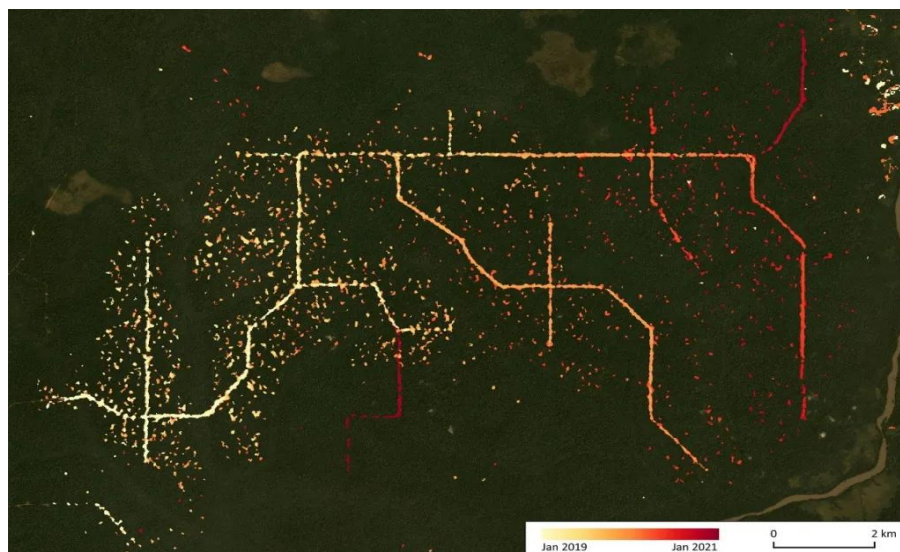


Рисунок 1 – Выявление обезлесения, вызванного выборочной вырубкой леса

Сенсорика лесных пожаров.

Лесные пожары имеют множество негативных последствий для экосистемы:

- Ухудшение состояния почвы.
- Увеличение объёмов углеродных выбросов в атмосферу.
- Ущерб среде обитания множества видов животных и растений.

Также лесные пожары представляют опасность для людей и наносят ущерб экономике страны. Но современные методы сенсорики могут помочь в предотвращении распространения очагов возгорания икратно уменьшить ущерб, который они могут нанести.



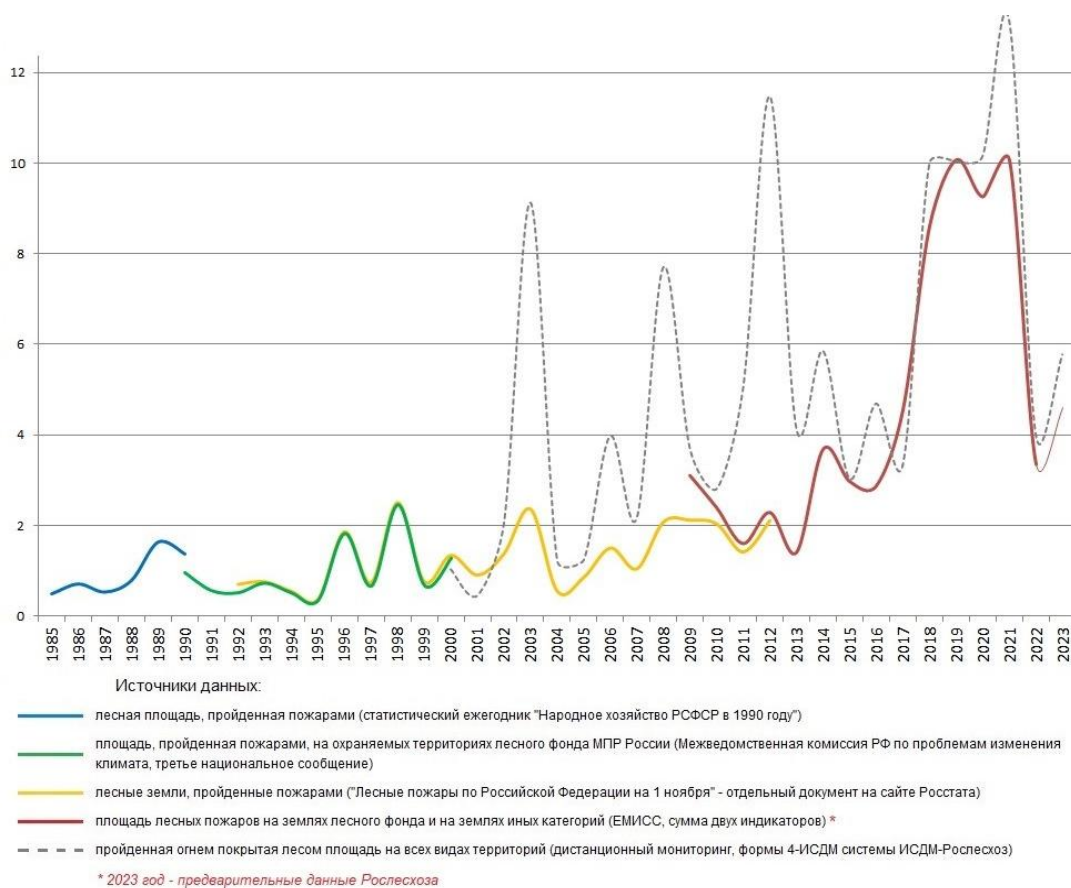


Рисунок 2 – Площадь лесных пожаров в России

### Инструменты для сенсорики лесных пожаров.

Опасность пожара можно оценить на основе различных измерений с помощью передовых технологических систем. Рассмотрим некоторые из них:

- Использование систем лазерного сканирования (лидар) для оценки структуры леса. Лидар представляет собой лазерный локатор, использующий технологию испускания волн оптического диапазона с дальнейшей регистрацией импульсов, которые были рассеяны объектами. Снимок лидара представлен на рисунке 3.

- Измерение влажности с использованием системы сетевых башен. Такие башни также используются для измерения уровня углекислого газа.

- Система Содар, которая способна предоставить полезную информацию об опасности распространения пожара и возможных направлениях его движения. Содар или ветровой профилемер является метеорологическим инструментом, которые по принципу работы схож с обыкновенным радаром, только вместо радиоволн используются звуковые. То есть он посылает звуковые волны в атмосферу, волны отражаются с различной плотностью и скоростью, а после устройство принимает, после чего можно провести анализ звукового сигнала. После чего можно сделать вывод о скорости и направлении ветра.

- Спутники. Они используются для получения данных дистанционного зондирования для принятия решений по ликвидации пожаров. С развитием технологий и алгоритмов обнаружения тепловых очагов, спутниковые системы способны обнаруживать самые малые пожары из космоса.

- Тепловые инфракрасные сенсоры, которые могут преодолеть некоторые ограничения спутникового обнаружения пожаров с низкой точностью определения периметра и местоположения. В метод воздушной сенсорики используются инфракрасные тепловые сенсоры. Такие устройства способны обнаруживать объекты на расстоянии до 9,6 км. С их помощью можно создавать карты территорий площадью 1215 квадратных км.

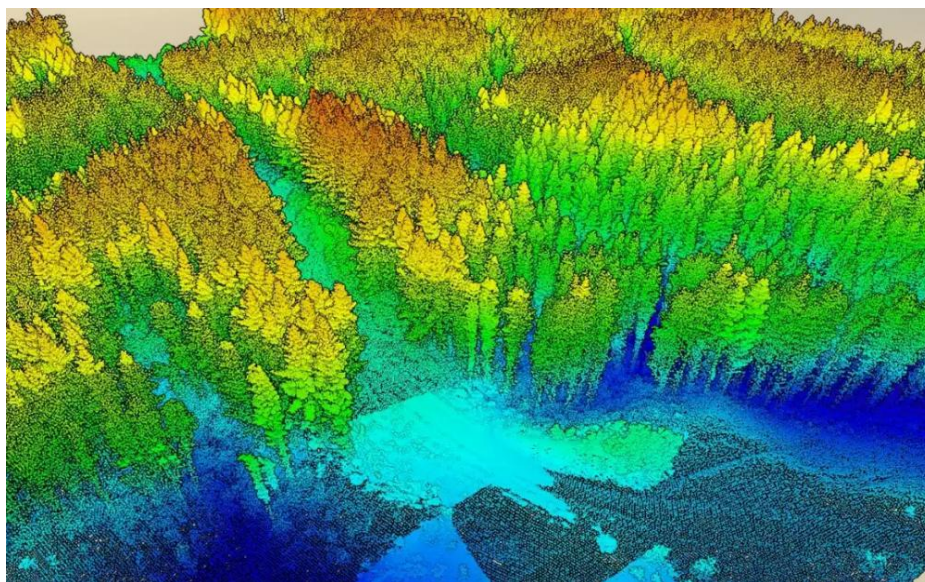


Рисунок 3 – Сканирование леса с помощью лидара

Эти измерения могут предоставить надежные оценки опасности пожара. Важные решения, такие как приказы о эвакуации населения, могут приниматься на основе этих данных. Для оценки рисков пожара системы используют как климатические данные (измерение влажности), так и данные о самих деревьях (инфракрасное сканирование).

Важно отметить, что выше представленные технологии, являются иностранными. Поэтому требуется разработка отечественных систем мониторинга за лесными массивами. В России уже создаются дроны с системой сканирования, например беспилотный комплекс Геоскан 401 Лидар. Он довольно компактен, для его взлёта нужна свободная площадка радиусом максимум 5 м. Беспилотник очень маневренный, пригоден для полёта в ограниченном пространстве. И самое важное: на БПЛА установлен лазерный сканер АГМ со встроенным GNSS-приемником и возможностью подключения аэрофотосъемочной камеры. То есть аппарат способен параллельно осуществлять лазерное сканирование и фотосъемку.

В качестве аналога содара может служить лидарный профилометр ПЛВ-300. Он разработан для дистанционных измерений скорости и направления ветра по высотам. ПЛВ-300 является базовой компонентой первой российской системы обнаружения маловысотного сдвига ветра.



Рисунок 4 - Геоскан 401 Лидар

#### Вывод

В данной статье мы рассмотрели проблемы в ведении лесного хозяйства и способы их решения с помощью сенсорных и коммуникационных технологий. Также были рассмотрены некоторые способы мониторинга лесных массивов с помощью анализов химического состава деревьев. Особое внимание было уделено сенсорике лесных пожаров, так как сейчас эта проблема актуальна для России и требует скорейшего решения.

#### Список литературы

1. Букер, Ф. Озоновая составляющая глобальных изменений: Потенциальные эффекты на урожайность сельскохозяйственных и садовых культур, качество продукции и взаимодействие с инвазивными видами / Ф. Букер, Р. Мунтиферинг, М. МакГрат, К. Берки, Д. Декото, Е. Фискус // Журнал интегративной биологии растений. – 51(4). – С. 337–351.
2. Кейн, В. Р. Оценка последствий пожаров на пространственную структуру леса с использованием данных Landsat и воздушного LiDAR в Национальном парке Йосемити / В. Р. Кейн, М. П. Норт, Дж. А. Лутц, Д. Дж. Черчилль, С. Л. Робертс, Д. Ф. Смит // Дистанционное зондирование окружающей среды. – 151. – С. 89–101.
3. Коч-Сан, Д. Автоматическое извлечение цитрусовых деревьев с изображений БПЛА и цифровых моделей поверхности с использованием кругового преобразования Хаффа / Д. Коч-Сан, С. Селим, Н. Аслан, Б. Т. Сан // Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве. – 150. – С. 289–301.
4. Маки, М. Оценка состояния водного баланса листьев для мониторинга риска лесных пожаров с использованием данных дистанционного зондирования / М. Маки, М. Исияра, М. Тамура // Дистанционное зондирование окружающей среды. – 90(4). – С. 441–450.
5. Цзян, Х. Моделирование влияния вырубки на динамику углерода в китайских бореальных лесах / Х. Цзян, М. Дж. Аппс, Ц. Пэн, Ю. Чжан, Дж. Лю // Лесная экология и управление. – 169(1–2). – С. 65–82.

6. Зольников, В.К. Верификация проектов и создание тестовых последовательностей для проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 10-16.

### References

1. Booker, F. The ozone component of global change: Potential effects on agricultural and horticultural plant yield, product quality and interactions with invasive species. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51(4), 337–351.

2. Kane, V. R. Assessing fire effects on forest spatial structure using a fusion of Landsat and airborne LiDAR data in Yosemite National Park. *Remote Sensing of Environment*, 151, 89–101.

3. Кос-Сан, Д. Automatic citrus tree extraction from UAV images and digital surface models using circular Hough transform. *Computers and Electronics in Agriculture*, 150, 289–301.

4. Maki, M. Estimation of leaf water status to monitor the risk of forest fires by using remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 441–450.

5. Jiang, H. Modelling the influence of harvesting on Chinese boreal forest carbon dynamics. *Forest Ecology and Management*, 169(1–2), 65–82.

6. Zolnikov, V.K. Project verification and creation of test sequences for chip design / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova // Modeling of systems and processes. - 2019. - Т. 12, № 1. - С. 10-16.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ И ИИ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ И АНАЛИЗА ПОЧВЫ: ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕВООБОРОТА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЯХ**

Э.Э. Голуб, Аль-Судани Зайд Али Хуссейн,  
Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается подход к управлению сельскохозяйственными полями с использованием дронов для сбора образцов почвы последующего анализа данных с помощью ИИ. Система, которая на основе анализа состояния почвы, позволит прогнозировать подходящие культуры для посадки в конкретные годы. Приводятся примеры применения данной технологии и обсуждаются её преимущества для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: дроны, искусственный интеллект, почва, севооборот, сельское хозяйство, оптимизация.

## **USING DRONES AND AI FOR SOIL SAMPLING AND ANALYSIS: ENHANCING CROP ROTATION EFFICIENCY IN AGRICULTURAL FIELDS**

E.E. Golub, Al-Sudani Zaid Ali Hussein, Shamsuldin Haidar Abdulwahhab H

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses an approach to agricultural field management using drones to collect soil samples and then analyze the data using AI. The system, based on soil analysis, will allow predicting suitable crops for planting in specific years. Examples of the application of this technology are given and its advantages for increasing crop yields and sustainability of agricultural production are discussed.

Keywords: drones, artificial intelligence, soil, crop rotation, agriculture, optimization.

Новые технологии предоставляют сельскохозяйственным компаниям современные инструменты для управления сельскохозяйственными процессами, позволяющие повысить эффективность и экологическую устойчивость производства. Одним из таких инструментов является использование дронов и искусственного интеллекта для анализа состояния почвы. Объектом исследования будет возможности применения дронов для автоматизированного сбора образцов почвы и использования ИИ для анализа полученных данных с целью опти-

мизации севооборота — то есть чередования культур на одном поле для улучшения его плодородия.

#### Сбор почвы с помощью дронов

Дроны, оснащённые буровым механизмом для сбора образцов почвы, сможет осуществлять автоматизированный и нужный сбор проб на больших площадях сельскохозяйственных полей. Эти устройства способны работать без участия оператора, собирая пробы с заранее определённых участков поля, что позволяет минимизировать человеческий труд и снизить вероятность ошибок, а использование глубинных образцов почвы позволяют выявить возможные накопления питательных веществ, а также обнаружить зоны с дефицитом влаги или проблемами дренажа. Это особенно важно для точной оценки плодородия поля и разработки более эффективных рекомендаций по севообороту.

#### Описание механизма сбора образцов с глубины

Перед сборами почвы дрон сначала оценит камерой первичное состояние почвы через анализ отраженного света в различных диапазонах, что поможет оценить плотность и структуру почвы. Для сбора почвы на глубине можно оснастить дрон специальным буровым механизмом, способным извлекать образцы почвы с различных глубин. Механизм представляет собой буровую установку, закреплённую на дроне. Перед бурением дрон приземляется на участок земли, который будет оцениваться, далее бур спускается в почву на заранее определённую глубину, которые будут регулироваться датчиками.

По завершении бурения проба перемещается в специальный контейнер, прикреплённый к дрону. Такая технология позволяет точно фиксировать состояние почвы на разных уровнях, что значительно повышает точность анализа и прогноза оптимальных культур для посадки. Эти данные могут сравниваться с историческими данными о состоянии слоев почвы, создавая более полную картину состояния всего аграрного участка.

Используя GPS для точного позиционирования, можно автоматически планировать полеты, что обеспечивает сбор данных с определённых участков поля с высокой точностью.

#### Анализ почвы и оптимизация севооборота с помощью ИИ

После сбора образцы почвы анализируются с помощью ИИ, который оценивает такие параметры, как содержание питательных веществ, кислотность, влажность и структура почвы. На основе этих данных ИИ может прогнозировать, какие культуры будут наиболее эффективны для посадки на данном участке в предстоящие годы. Анализ может также учитывать такие факторы, как погодные условия, севооборот прошлых лет и текущие потребности рынка. Например, если анализ покажет истощение азота после выращивания зерновых, система предложит посадку бобовых культур, которые восстанавливают уровень азота.

#### Примеры применения технологии

В некоторых хозяйствах уже используются прототипы, использующие дроны и ИИ для анализа почвы. В Ставропольском крае уже используют дроны, для анализа состава почвы. Использование дронов позволило получить более детализированную информацию о состоянии почвы.

## Заключение

Использование дронов для автоматизированного сбора и последующего анализа его сс помощью ИИ позволит аграрным технологиям сделать значительный шаг вперед в оптимизации и эффективности управления. Повсеместное применение таких технологий позволит в будущем обеспечить высокую урожайность, стабильность и качество сельскохозяйственных культур.

## Список литературы

1. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга продуктивности почв. URL: <https://www.researchgate.net/publication/288835174> (дата обращения: 03.09.2024).
2. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 03.09.2024).
3. Внедрение информационных технологий и инноваций в сельскохозяйственную отрасль Российской Федерации. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-informatsionnyh-tehnologiy-i-innovatsiy-v-selskohozyaystvennyu-otrasl-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 04.09.2024).
4. Важность цифрового картографирования посевных площадей и повышение урожайности при дистанционном надзоре. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vazhnost-tsifrovogo-kartografirovaniya-posevnyh-ploschadey-i-povyshenie-urozhaynosti-pri-distantsionnom-nadzore> (дата обращения: 04.09.2024).

## References

1. Possibilities of using unmanned aerial vehicles for operational monitoring of soil productivity. URL: <https://www.researchgate.net/publication/288835174> (date of access: 09/03/2024).
2. Use of unmanned aerial vehicles in agriculture. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-selskom-hozyaystve> (date of access: 09/03/2024).
3. Implementation of information technologies and innovations in the agricultural sector of the Russian Federation. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-informatsionnyh-tehnologiy-i-innovatsiy-v-selskohozyaystvennyu-otrasl-rossiyskoy-federatsii> (date of access: 09/04/2024).
4. The importance of digital mapping of crops and increasing crop yield with remote supervision. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vazhnost-tsifrovogo-kartografirovaniya-posevnyh-ploschadey-i-povyshenie-urozhaynosti-pri-distantsionnom-nadzore> (date of access: 04.09.2024).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АУДИТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Ю.Ю. Громов<sup>1</sup>, П.И. Карасев<sup>2</sup>, Ф.М. Пыршев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>МИРЭА - Российский технологический университет

Аннотация. Статья позволит подробно рассмотреть тему аудита информационной безопасности с использованием сетевых анализаторов и тестов на проникновение, а также подчеркнуть важность этого процесса для организаций любого масштаба и сферы деятельности в условиях развития сетевых технологий и сложившейся геополитической ситуации.

Ключевые слова: тестирование на проникновение, сетевые анализаторы, уязвимость, кибератаки, информационная безопасность.

## **USE OF AUTOMATED SYSTEMS FOR VULNERABILITY DETECTION DURING INFORMATION SECURITY AUDITS**

Y.Y. Gromov<sup>1</sup>, P.I. Karasev<sup>2</sup>, F.M. Pyrshev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tambov State Technical University

<sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University

Abstract. The article will allow us to consider in detail the topic of information security audit using network analyzers and penetration tests, as well as to emphasize the importance of this process for organizations of any scale and field of activity in the context of the development of network technologies and the current geopolitical situation.

Keywords: penetration testing, network analyzers, vulnerability, cyber-attacks, information security.

Актуальность аудита информационной безопасности в современных условиях обусловлена ростом числа кибератак, с каждым годом количество кибератак увеличивается, что делает информационную безопасность одной из главных забот для бизнеса и государственных учреждений.





Рисунок 1 – Динамика роста числа кибератак по кварталам

Развитие технологий приводит к усложнению ИТ-инфраструктур, что требует более тщательного подхода к обеспечению безопасности. Также на законодательном уровне существуют требования к защите персональных данных и другой информации, вследствие чего аудит помогает убедиться в соответствии системы защиты этим требованиям.

Не малую роль для различных компаний играют репутационные риски. Утечки данных и кибератаки могут нанести серьезный ущерб репутации, что может привести к потере клиентов и инвесторов. Таким образом, аудит информационной безопасности остается актуальным и необходимым инструментом для обеспечения безопасности данных и защиты интересов компаний и организаций в условиях постоянно растущих киберугроз [1].

В само понятие аудита информационной безопасности входит процесс получения объективных качественных и количественных оценок о текущем состоянии информационной безопасности автоматизированной системы в соответствии с определёнными критериями и показателями безопасности.

Задачами аудита является анализ текущего состояния информационной безопасности организации с последующим выявлением уязвимостей и потенциальных угроз, разработкой рекомендаций по улучшению системы информационной безопасности и контроль за их выполнением. Таким образом аудит информационной безопасности дает возможность организациям оценить готовность системы и персонала к возможным атакам, а также выявить слабые места и устранить их.

Аудит информационной безопасности включает в себя различные методы и подходы, направленные на оценку текущего состояния системы защиты информации и выявление возможных уязвимостей. Среди основных методов можно выделить: интервьюирование сотрудников, анализ документации и политик безопасности, использование сетевых анализаторов, тестирование на проникновение и сканирование уязвимостей. Далее в данной статье будут более подробно рассмотрены методы, связанные с компьютерными системами и сетевой безопасностью.

Сетевые анализаторы – это инструменты, предназначенные для анализа сетевого трафика в реальном времени. Они выполняют функции, аналогичные сетевым мониторам, но дополнительно помогают выявлять причины неполадок в сети и устранять их. Они бывают нескольких видов:

Анализаторы протоколов (Protocol Analyzers) – инструменты, позволяющие просматривать и анализировать данные, передаваемые по сети, на уровне отдельных протоколов. Примеры: Wireshark, TCPDump.

Сетевые мониторы (Network Monitors) – обеспечивают мониторинг сетевого трафика, но не всегда предоставляют детализированный анализ данных. Примеры: Zabbix, Nagios.

Системы обнаружения вторжений (Intrusion Detection Systems, IDS) – специализированы на выявлении несанкционированных действий в сети, таких как попытки взлома. Примеры: Snort, Suricata. [2].

Принцип работы сетевых анализаторов заключается в том, чтобы перехватить весь трафик или его часть, который идет между сервером и клиентом, декодировать его содержимое и структуру, и проанализировать данный трафик на предмет каких-либо подозрительных активностей или аномалий. В следствие чего сетевые анализаторы могут фильтровать трафик, выделяя только интересующие пакеты для дальнейшего анализа, а также создавать отчеты о результатах анализа, которые могут быть использованы для дальнейшей диагностики и устранения проблем.

Тесты на проникновение (пентест) – это метод оценки безопасности компьютерных систем или сетей путем моделирования атаки злоумышленника. Цель пентеста – оценить возможность осуществления атаки и спрогнозировать экономические потери в случае успешного проникновения. Есть внутренний и внешний пентест, первый направлен на оценку безопасности системы со стороны внешнего потенциального злоумышленника, а второй со стороны внутреннего сотрудника, имеющего доступ к системе.

Проведение тестов на проникновение стоит начинать с определения целей и задач теста, с помощью каких инструментов он будет осуществляться и какими методами тестирования выполняться. Далее следует получить как можно больше информации о тестируемой системе, ее структуре и используемых технологиях. Используя полученную информацию об изученной системе, можно приступить к моделированию атаки, что поможет обнаружить уязвимости, оценить их критичность и возможность проведения такой атаки в реальных условиях. По итогу тестирования составляются документы, содержащие описание проведенных тестов, выявленные уязвимости и рекомендации по их устранению, что помогает обеспечить информационную безопасность системы, позволяя предотвратить возможные атаки [3].

#### Вывод

Таким образом в совокупности использование сетевых анализаторов и тестов на проникновение позволяют аудиторам и специалистам по информационной безопасности получить более детальную картину состояния сетевой системы организации, делая процесс аудита более оптимизированным и эффективным, что, в свою очередь, позволяет предотвратить потенциальные кибератаки,

минимизировать ущерб от уже произошедших инцидентов и поддерживать высокий уровень доверия клиентов и партнеров.

### **Список литературы**

1. Кибербезопасность в 2023–2024 гг.: тренды и прогнозы. Часть третья // positive technologies : [сайт]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kiberbezopasnost-v-2023-2024-gg-trendy-i-prognozy-chast-tretya/> (дата обращения: 09.09.2024).

2. Шарифов, Б.А. Методика проведения аудита с использованием информационных технологий и персональных компьютеров / Б.А. Шарифов // Молодой ученый. – 2021. – № 3 (345). – С. 332-335.

3. Макаренко С.И., Смирнов Г.Е. Анализ стандартов и методик тестирования на проникновение // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 4.

### **References**

1. Cybersecurity in 2023-2024: trends and forecasts. Part three // positive technologies: [website]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/kiberbezopasnost-v-2023-2024-gg-trendy-i-prognozy-chast-tretya/> / (date of reference: 09.09.2024).

2. Sharifov, B.A. Audit methodology using information technology and personal computers / B.A. Sharifov. // A young scientist. – 2021. – № 3 (345). – Pp. 332-335.

3. Makarenko S.I., Smirnov G.E. Analysis of standards and methods of penetration testing // Management, communication and security systems. 2020. № 4.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ К КИБЕРАТАКАМ: УГРОЗЫ И ПРИЕМЫ ПО ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ**

А.А. Двойных, Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир, Шамсулдин Хайдар  
Абдулваххаб Х.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация: В статье рассматриваются угрозы и способы предотвращения кибератак на транспортную отрасль в условиях ее стремительной цифровизации. Описываются основные киберриски, с которыми сталкиваются транспортные системы, а также экономические, репутационные и правовые последствия киберинцидентов. В статье предложены практические меры по повышению киберустойчивости транспортных предприятий, такие как развитие киберкомпетенций у сотрудников, резервное копирование данных, сегментация сетей, использование антивирусного ПО, регулярное обновление программного обеспечения и разработка планов реагирования на инциденты.

Ключевые слова: кибератака, транспортная отрасль, кибербезопасность, цифровизация, информационная безопасность, сегментация сетей, резервное копирование данных, фишинг, киберинциденты.

## **RESILIENCE OF THE TRANSPORT INDUSTRY TO CYBER ATTACKS: THREATS AND TECHNIQUES TO PREVENT THEM**

A.A. Dvoynikh, Mustafa Abdulkadhim Al-Ameedee Dhahir, Shamsuldaeen Haidar  
Abdulwahhab H.

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract: The article examines threats and ways to prevent cyberattacks on the transport industry in the context of its rapid digitalization. It describes the main cyber risks faced by transport systems, as well as the economic, reputational and legal consequences of cyber incidents. The article proposes practical measures to improve the cyber resilience of transport enterprises, such as developing cyber competencies among employees, data backup, network segmentation, using antivirus software, regularly updating software and developing incident response plans. The importance of a comprehensive approach to protecting transport infrastructure from cyberattacks is emphasized.

Keywords: cyber attack, transport industry, cyber security, digitalization, information security, network segmentation, data backup, phishing, cyber incidents

Транспорт — одна из ключевых отраслей экономики. К ней может относиться множество различных компаний: логистические организации, операторы городского транспорта, перевозчики, обслуживающие пассажиров и перевозящие грузы на наземном и воздушном транспорте и другие

Долгое время транспортная отрасль, особенно традиционные виды транспорта, не привлекала особого внимания киберпреступников, поскольку системы управления и операционные процессы не были интегрированы в цифровую среду. Однако с развитием технологий, таких как интернет вещей, автоматизация логистических и операционных процессов, внедрение интеллектуальных транспортных систем (ITS), отрасль стала активно цифровизироваться. Это значительно повысило эффективность управления транспортом, но одновременно открыло новые уязвимости для кибератак. Сегодня транспортная отрасль, особенно с учетом ее стратегической значимости для экономики и общества, становится мишенью для хакеров. Инфраструктура транспорта играет ключевую роль в бесперебойной доставке товаров и услуг, поддержании мобильности населения и логистических цепочек. Любое нарушение в работе транспортных систем может

Рассмотрим более детально типы угроз, которые направлены на транспортную отрасль.

**Экономические потери.** Прямые финансовые убытки от атак могут быть значительными. Например, остановка транспортных сетей или нарушение работы систем управления движением могут привести к огромным потерям в логистике, задержкам поставок и снижению прибыли.

**Ущерб репутации** – это потеря доверия со стороны клиентов и партнеров может иметь долгосрочные последствия. Нарушения в безопасности транспортных систем могут затруднить привлечение новых клиентов, а также партнеров для работы в сфере логистики.

**Правовые последствия.** Нарушение законодательства о защите данных, таких как персональные данные пассажиров или информация о грузах, может привести к штрафам и юридическим издержкам.

Для того, чтобы минимизировать ущерб от кибератак рассмотрим несколько приемов, которые могут быть актуальны в борьбе со злоумышленниками в транспортной отрасли.

**Развитие нужных компетенций у работников** – это одно из наиболее эффективных мер является обучение сотрудников основам кибербезопасности. Большинство кибератак в транспортной отрасли начинается с социальной инженерии, например, через фишинговые атаки. Сотрудники, знающие, как распознавать угрозы и подозрительные сообщения, могут стать первой линией защиты.

**Резервное копирование данных.** В транспортной отрасли важны данные о пассажиропотоке, грузоперевозках, логистических маршрутах и системах управления движением. Внедрение программ-вымогателей может заблокировать доступ к этим критически важным данным. Регулярное создание резервных копий поможет восстановить информацию и продолжить работу в случае атаки.

**Сегментация сети.** Технологические сети управления транспортом и логистикой могут быть отделены от бизнес-сетей для повышения безопасности. При подозрении на кибератаку сегментированная сеть позволяет изолировать уязвимые системы, предотвращая распространение угрозы.

Использование антивирусного ПО на всех устройствах. Транспортные системы, включая управление транспортом, мониторинг движения, системы навигации и другие, также уязвимы перед вредоносным ПО, таким как трояны и программы-вымогатели. Установка и регулярное обновление антивирусного ПО на всех устройствах – от серверов до мобильных устройств сотрудников – поможет предотвратить атаки.

Регулярное исправление и обновление ПО. Обновление программного обеспечения критически важно для транспортной отрасли, где используются сложные системы автоматизации и управления. Уязвимости в ПО могут быть использованы хакерами для проникновения в системы управления транспортом или логистикой.

Разработка плана реагирования на инциденты. Четкий план действий на случай кибератаки, включая этапы восстановления работы транспортных систем и минимизации ущерба, позволит быстро и эффективно реагировать на инциденты.

Экспертиза с привлечением сторонних компаний. Специализированные компании в области кибербезопасности могут предоставить передовые технологии и знания, что значительно повысит уровень защиты транспортных систем и минимизирует риски кибератак.

Также для улучшения контроля и управления киберрисками можно создать центр обработки киберинформации, который бы координировал деятельность по защите ИТ и ОТ систем. Это позволит более эффективно отслеживать, анализировать и реагировать на угрозы, укрепляя связи между ключевыми звеньями в процессе управления кибербезопасностью. Центр также поможет интегрировать управление и контрольные системы ИТ и ОТ, обеспечивая более высокий уровень защиты путем обмена данными и координации действий между различными подразделениями.

#### Выводы

Устойчивость транспортной отрасли к кибератакам становится важной задачей в условиях стремительной цифровизации сектора. Защита информации и систем управления требует комплексного подхода, включающего обучение сотрудников, инвестиции в технологии и разработку стратегий реагирования на инциденты. Это позволит минимизировать риски и обеспечить стабильную работу транспортных систем в условиях современных вызовов.

#### Список литературы

1. Кибербезопасность в транспорте и логистике: угрозы и стратегии защиты в эпоху цифровизации. – URL: <https://roscongress.org/materials/kiberbezopasnost-v-transporte-i-logistike-ugrozy-i-strategii-zashchity-v-epokhu-tsifrovizatsii/> (Дата обращения: 07.10.2024).
2. Киберугрозы в транспортной отрасли. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cyber-threats-in-the-transport-sector-2023/> (Дата обращения: 07.10.2024).

3. Информационная безопасность в логистике и на транспорте. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационная\\_безопасность\\_в\\_логистике\\_и\\_на\\_транспорте](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационная_безопасность_в_логистике_и_на_транспорте) - (Дата обращения: 07.10.2024).

### References

1. Cybersecurity in transport and logistics: threats and protection strategies in era of digitalization. – URL: <https://roscongress.org/materials/kiberbezopasnost-v-transporte-i-logistike-ugrozy-i-strategii-zashchity-v-epokhu-tsifrovizatsii/> - (Date of access: 07.10.2024).

2. Cyber threats in the transport industry. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cyber-threats-in-the-transport-sector-2023/> - (Date of access: 07.10.2024).

3. Information security in logistics and transport. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Article:Information\\_security\\_in\\_logistics\\_and\\_transport](https://www.tadviser.ru/index.php/Article:Information_security_in_logistics_and_transport) - (Date of access: 07.10.2024).

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КИБЕРУГРОЗ, С КОТОРЫМИ СТАЛКИВАЮТСЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА, И СТРАТЕГИИ ИХ МИНИМИЗАЦИИ**

В.М. Дорошкевич, Г.Ш. Утешева, Аль-Судани Зайд Али Хуссейн

Кафедра КБ-1 «Защита информации», РТУ «МИРЭА», г. Москва

Аннотация: В статье рассмотрены современные киберугрозы, с которыми сталкивается промышленный комплекс, включая DDoS-атаки, фишинг, социальную инженерию, внедрение вредоносного ПО и несанкционированный доступ к информации. Проанализированы возможные экономические и репутационные потери от этих атак. Также предложены стратегии минимизации рисков.

Ключевые слова: промышленный комплекс, киберугрозы, DDoS-атаки, фишинг, вредоносное ПО, защита информации, минимизация рисков.

## **ANALYSIS OF MODERN CYBER THREATS FACED BY ENTERPRISES OF THE INDUSTRIAL COMPLEX AND STRATEGIES FOR THEIR MINIMIZATION**

V.M. Doroshkevich, G.S. Utesheva, Al-Soudany Zaid Ali Hussein

Department of Information security, RTU MIREA, Moscow

Abstract: The article examines modern cyber threats faced by the industrial complex, including DDoS attacks, phishing, social engineering, malware injection and unauthorized access to information. The possible economic and reputational losses from these attacks are analyzed. Risk minimization strategies are also proposed.

Keywords: industrial complex, cyber threats, DDoS attacks, phishing, malware, information protection, risk minimization.

В последние годы промышленный комплекс стал одной из ключевых отраслей, активно использующих цифровые технологии для оптимизации процессов. Однако с увеличением цифровизации предприятия промышленного сектора сталкиваются с различными киберугрозами, которые могут нанести серьезный экономический и репутационный ущерб. В данной статье будут рассмотрены основные киберугрозы, с которыми сталкиваются компании промышленного комплекса, и предложения стратегии их минимизации.

В современном мире атаки на промышленные предприятия стали происходить чаще. Это связано с увеличением зависимости от цифровых технологий и глобальными геополитическими напряженностями. В таких условиях необхо-



димо принять ряд мер для защиты предприятий промышленного комплекса, чтобы не допустить нарушений в производстве и поставках продукции.

Причины атак на промышленный комплекс:

1. Экономические интересы. Атаки на промышленные предприятия часто направлены на дестабилизацию экономики. Успешная кибератака может привести к остановке производства, что создаст проблемы как на внутренних, так и на внешних рынках, негативно влияя на экономику страны.

2. Уязвимость инфраструктуры. Промышленный сектор включает сложные технологические цепочки, зависящие от стабильной работы различных систем. Атаки, направленные на разрушение инфраструктуры, могут привести к серьёзным последствиям: от остановки производства до возникновения аварийных ситуаций.

3. Технологические уязвимости. Злоумышленники нацеливаются на системы управления производственными процессами и программное обеспечение, используемое для мониторинга и анализа данных. В результате таких атак могут произойти сбои в производстве и логистике, что серьёзно повлияет на экономику предприятия.

Кибератаки на промышленный комплекс могут осуществляться различными методами. Далее рассмотрим несколько основных типов таких атак, их последствия и меры противодействия.

DDoS-атаки. Эти атаки направлены на перегрузку серверов и сетевой инфраструктуры, что приводит к недоступности сервисов. В промышленном комплексе это может затруднить работу систем управления и привести к сбоям в производственных процессах. Для защиты от DDoS-атак необходимо внедрять системы мониторинга трафика, позволяющие быстро реагировать на аномалии, а также применять фильтрацию трафика для блокировки подозрительных IP-адресов.

Фишинг и социальная инженерия. Эти атаки направлены на сотрудников компаний с целью получения их логинов и паролей к системам управления. Скомпрометированные данные могут привести к утечке коммерческой информации и производственных секретов. Для минимизации риска необходимо обучить персонал кибергигиене и использовать программное обеспечение для фильтрации подозрительных писем и ссылок.

Внедрение вредоносного ПО. При заражении системы вредоносным программным обеспечением злоумышленники получают доступ к конфиденциальной информации, включая финансовые данные, логины и пароли. В промышленном комплексе такие атаки могут привести к утечке производственных секретов и остановке работы оборудования. Для защиты следует использовать современные антивирусные программы и системы обнаружения вторжений, а также регулярно обучать сотрудников правилам безопасности.

Несанкционированный доступ к информации. Недовольные сотрудники могут использовать свои полномочия для получения доступа к конфиденциальной информации и её последующей продажи. Для предотвращения подобных ситуаций необходимо ограничивать доступ к данным и проводить регулярные аудиты и мониторинг активности.

## Выводы

В эпоху активной цифровизации промышленного комплекса киберугрозы становятся всё более актуальными. Фишинг, DDoS-атаки, вредоносное программное обеспечение и другие уязвимости представляют собой важные проблемы, требующие постоянного внимания. Для защиты предприятий необходимо внедрение современных систем кибербезопасности, регулярное обновление программного обеспечения, обучение сотрудников и создание резервных копий данных. Эти меры позволят значительно снизить риски, связанные с киберугрозами, и обеспечить стабильную работу промышленного сектора.

## Список литературы

1. Иванова, Н.С. Цифровизация промышленности: перспективы и риски / Н.С. Иванова, А.В. Петренко // Вестник экономики и управления. – 2020. – № 5. – С. 34–45.
2. Сидоров, М.П. Технологические угрозы в цифровой экономике / М.П. Сидоров // Журнал информационной безопасности. – 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 76–89.
3. Петров, К.И. Кибератаки в промышленности: меры предосторожности и способы защиты / К.И. Петров // Агентство кибербезопасности. – 2020. – С. 24–31.

## References

1. Ivanova, N.S., Petrenko, A.V. Digitalization of Industry: Prospects and Risks / N.S. Ivanova, A.V. Petrenko // Journal of Economics and Management. – 2020. – № 5. – P. 34–45.
2. Sidorov, M.P. Technological Threats in the Digital Economy / M.P. Sidorov // Information Security Journal. – 2022. – Vol. 12. – № 2. – P. 76–89.
3. Petrov, K.I. Cyber Attacks in Industry: Precautionary Measures and Defense Methods / K.I. Petrov // Cybersecurity Agency. – 2020. – P. 24–31.

## ОСОБЕННОСТИ МАРШРУТИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ AGV

С.А. Евдокимова, А.А. Вострикова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья посвящена транспортным средствам с автоматическим управлением (AGV). В работе приводится состав AGV, перечислены методы поиска маршрутов перемещения, их преимущества и недостатки. Показано, что при построении траекторий движения важной задачей является исключение столкновений AGV.

Ключевые слова: устройства AGV, автоматизация, маршрутизация, интеллектуальные технологии, методы оптимизации.

## FEATURES OF ROUTING AGV DEVICES

S.A. Evdokimova, A.A. Vostrikova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article is devoted to vehicles with automatic control (AGV). The paper presents the composition of the AGV, lists the methods of finding travel routes, their advantages and disadvantages. It is shown that the exclusion of AGV collisions is an important task in the construction of motion trajectories.

Keywords: AGV devices, automation, routing, intelligent technologies, optimization methods.

Для автоматизации складских работ и перемещения материалов в производстве в настоящее время все большую популярность приобретают автоматически управляемые тележки (AGV – Automatic guided vehicle). Гибкость маршрутизации AGV способствовала их применению в производственных системах, особенно для деталей с разнообразными и сложными маршрутами обработки [1, 2].

Средства AGV образуются из следующих устройств (рис. 1) [1, 3]:

- транспортное средство;
- система навигации – датчики и камеры, с помощью которых AGV ориентируется в пространстве. Датчики могут быть различного типа – ультразвуковыми (предназначены для обнаружения препятствий), инфракрасными (для поиска направляющей линии), электромагнитными (электрических проводов) [4];

- встроенный контроллер для управления устройством и мониторинга его работы. Он связан с центральной системой управления и контроля над системой, приводящей в движение устройство AGV;

- батареи и зарядные станции;
- двигатель и привод.

Для управления AGV, сбора и передачи данных необходим компьютер с мощным процессором и установленной центральной системой управления, которая отвечает за управление движением устройства, планирование маршрута движения, зарядку, отправку управляющих сигналов и другое [5].

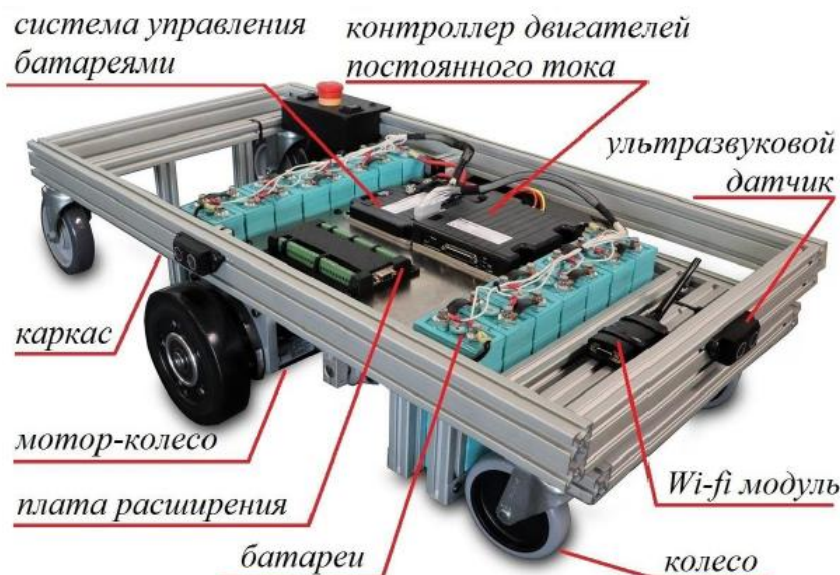


Рисунок 1 – Составные устройства AGV [1]

Система навигации AGV с помощью датчиков угла и датчиков момента позволяет транспортному средству перемещаться в пространстве и определять положение в пространстве. Для этого решаются задачи [6]:

1. Локализации (алгоритмы SLAM) – для построения карты окружающей среды и определения текущего положения на этой карте;
2. Поиска препятствий и предотвращение столкновения;
3. Следование по заданному маршруту;
4. Реакция на появление новых объектов или изменение других характеристик пути движения.

Большинство систем AGV управляются централизованно и используют заранее определенные маршруты, проложенные по фиксированной линии (например, по магнитной ленте, магнитным маркерам с дополненной инерциальной навигацией) [5, 6]. Такая маршрутизация называется статической. Для повышения гибкости системы и сокращения времени транспортировки применяют динамическую маршрутизацию AGV, которая рассчитывает новые траектории движения в режиме реального времени. Третьим типом маршрутизации AGV является маршрутизация свободного пробега, которая использует все имеющееся пространство на объекте для движения без каких-либо фиксированных траекторий.

Транспортное средство следует по заданному маршруту путем программирования его перемещения и выбора остановки. Различают следующие методы маршрутизации AGV [3, 6, 7]:

1. Маршрутизация по расписанию, т.е. транспортные средства следуют по спланированным маршрутам и временным интервалам.

2. Маршрутизация по запросам – средства AGV получают задания на движение от центральной системы управления в режиме реального времени. Для построения оптимальной траектории движения учитывается текущее состояние склада и заданные приоритеты.

3. Динамическое планирование маршрутов выполняется с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. Данный метод подходит для сложных и динамичных производственных систем, в которых требуется высокая степень гибкости.

4. Маршрутизация на основе методов оптимизации выбора кратчайшего пути по критериям минимизации расстояния и времени движения.

5. Прогнозирующая маршрутизация основана на прогнозировании будущих потребностей производства и распределение ресурсов на основе этих прогнозов.

Преимущества и недостатки указанных методов маршрутизации приведены в табл. 1.

В настоящее время существует целый ряд исследований по маршрутизации AGV. Наиболее популярными алгоритмами поиска оптимального маршрута движения являются алгоритмы A\* (A star) и алгоритм Дейкстры, а также алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта [3, 6, 8].

Таблица 1 – Преимущества и недостатки методов маршрутизации AGV

Название метода	Преимущества	Недостатки
Маршрутизация по расписанию	1. Простая реализация и управление. 2. Легкое прогнозирование и планирование ресурсов.	1. Не подходит в условиях неопределенности и при переменных загрузках. 2. При отклонении от плана возникает избыточное перемещение или простой AGV.
Маршрутизация по запросам	1. Высокая гибкость к изменяющимся условиям производственного процесса. 2. Эффективное использование ресурсов.	1. Сложная логистика и управление. 2. Необходима управляющая система с необходимыми инструментами.
Динамическое планирование	1. Наибольшая гибкость и адаптивность. 2. Поиск оптимального маршрута в реальном времени. 3. Высокая эффективность использования ресурсов.	1. Сложность в реализации алгоритмов. 2. Высокие требования к вычислительным ресурсам. 3. Результат зависит от моделей машинного обучения.
Метод выбора кратчайшего пути	1. Простая реализация. 2. Универсальность для различных типов сред.	1. Не учитывает занятость траекторий. 2. Может возникать перегрузка на некоторых участках.

Прогнозирующая маршрутизация	1. Гибкость и адаптивность к будущим изменениям. 2. Уменьшение риска сбоев и простоя.	1. Зависимость от точности прогноза. 2. Требуется регулярную проверку моделей прогнозирования.
------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Алгоритм A\* предназначен для поиска маршрута наименьшей стоимости от начальной до конечной вершины во взвешенном графе [9]. Алгоритм использует два параметра – наименьший путь от заданной вершины до текущей и эвристическую оценку расстояния от текущей вершины до конечной. Алгоритм Дейкстры позволяет найти кратчайший путь на графе от некоторой вершины до всех остальных путем последовательного рассмотрения всех вершин графа, вычисления длины пути от начальной точки до рассматриваемых и построения ориентированного дерева кратчайших путей.

В работе [9] J. Santos предложили модифицированный алгоритм A\* для маршрутизации нескольких транспортных средств AGV с целью генерации траекторий движения без столкновения и минимизации пути. Для этого используются три измерения – координаты вершины (x, y) и время (k), которое представляется слоями. Положение транспортного средства описывается между последовательными моментами времени, а путь перемещения задается графом, ребра которого представляются кривыми Безье. Критерием оптимальности являлась эвристическая функция подсчета количества остановок AGV и минимизации времени расчета. Данный алгоритм применим для производственных задач с несколькими роботами и обеспечивает безопасность движения AGV, исключая столкновения и взаимоблокировки.

Yu C., Liao W., Zu L. в работе [6] для предотвращения столкновений AGV также использовали алгоритм A\* для планирования перемещения и использовали двунаправленные каналы движения, т.е. AGV могут двигаться как по правой, так и по левой стороне. Этот алгоритм строит оптимальный маршрут в грид-среде и использует два набора точек маршрута – открытый и закрытый. Авторы рассматривают различные ситуации столкновений и стратегии предотвращения их.

Таким образом, важной задачей при использовании транспортных средств с автоматическим управлением является построение оптимальных маршрутов их движения по производственной территории с предотвращением столкновений с препятствиями.

### Список литературы

1. Литвинович, А.Н. Беспилотные транспортные средства AGV: конструктивные особенности, сферы применения, рекомендации для мясопереработки / А.Н. Литвинович, В.М. Голуб, А.В. Чучко // Новые технологии и материалы, автоматизация производства : сборник статей международной научно-технической конференции, Брест, 20–21 октября 2022 г. – Брест : БрГТУ, 2022. – С. 126–132.

2. Gupta, M. Review on Optimization Techniques for AGV's Optimization in Flexible Manufacturing System / M. Gupta // Gazi University Journal of Science. – 2023. – №36(1). – Pp. 399-412. – DOI: 10.35378/gujs.994588.
3. Digital-Twin-Driven AGV Scheduling and Routing in Automated Container Terminals / P. Lou [et al.] // Mathematics. – 2023. – Vol. 11. – С. 2678. – DOI: 10.3390/math11122678.
4. Новикова, Т. П. Автоматизированное проектирование расположения базовых станций беспроводной сотовой связи / Т. П. Новикова, С. А. Евдокимова, Р. Ю. Медведев // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 61-70.
5. Automated Guided Vehicle Routing: Static, Dynamic and Free range / H.S. Hasan [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – Т. 5, Vol. 8. – Pp. 1- 8.
6. Yu, C. Dynamic Scheduling Optimization Method for Multi-AGV-Based Intelligent Warehouse Considering Bidirectional Channel / C. Yu, W. Liao, L. Zu // Systems. – 2024. – Т. 12, vol. 9. – DOI: 10.3390/systems12010009.
7. An Approach to Integrated Scheduling of Flexible Job-Shop Considering Conflict-Free Routing Problems / J. Sun [et al.] // Sensors. – 2023. – Vol. 23. – С. 4526. – DOI: 10.3390/s23094526.
8. Евдокимова, С.А. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации / С.А. Евдокимова, Т.П. Новикова, А.И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.
9. A\* Based Routing and Scheduling Modules for Multiple AGVs in an Industrial Scenario / J. Santos [et al.] // Robotics. – 2021. – Vol. 10. – С. 72. – DOI: 10.3390/robotics10020072.

### **References**

1. Litvinovich, A.N. AGV unmanned vehicles: design features, fields of application, recommendations for meat processing / A.N. Litvinovich, V.M. Golub, A.V. Chuchko // New technologies and materials, automation of production : collection of articles of the international scientific and technical conference, Brest, October 20-21, 2022 – Brest : BrSTU, 2022. – pp. 126-132.
2. Gupta, M. Review on Optimization Techniques for AGV's Optimization in Flexible Manufacturing System / M. Gupta // Gazi University Journal of Science. – 2023. – №36(1). – Pp. 399-412. – DOI: 10.35378/gujs.994588.
3. Digital-Twin-Driven AGV Scheduling and Routing in Automated Container Terminals / P. Lou [et al.] // Mathematics. – 2023. – Vol. 11. – С. 2678. – DOI: 10.3390/math11122678.
4. Novikova, T.P. Computer-aided design of the location of wireless base stations cellular communications / T.P. Novikova, S.A. Evdokimova, R.Y. Medvedev // Modeling of systems and processes. - 2023. – Vol. 16, No. 4. – Pp. 61-70.
5. Automated Guided Vehicle Routing: Static, Dynamic and Free range / H.S. Hasan [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). – 2019. – Т. 5, Vol. 8. – Pp. 1- 8.

6. Yu, C. Dynamic Scheduling Optimization Method for Multi-AGV-Based Intelligent Warehouse Considering Bidirectional Channel / C. Yu, W. Liao, L. Zu // *Systems*. – 2024. – T. 12, vol. 9. – DOI: 10.3390/systems12010009.

7. An Approach to Integrated Scheduling of Flexible Job-Shop Considering Conflict-Free Routing Problems / J. Sun [et al.] // *Sensors*. – 2023. – Vol. 23. – P. 4526. – DOI: 10.3390/s23094526.

8. Evdokimova, S.A. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organizations / S.A. Evdokimova, T.P. Novikova, A.I. Novikov // *Modeling of systems and processes*. - 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.

9. A\* Based Routing and Scheduling Modules for Multiple AGVs in an Industrial Scenario / J. Santos [et al.] // *Robotics*. – 2021. – Vol. 10. – C. 72. – DOI: 10.3390/robotics10020072.



## **ИНСТРУМЕНТЫ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ**

С.А. Евдокимова, Д.В. Аверьянов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья рассматривает применение систем технического зрения (СТЗ) для автоматизации сборочных операций в производственных процессах. В работе приводится состав устройств, необходимых для использования СТЗ. Для распознавания изображений используется программное обеспечение на основе систем искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ключевые слова: системы технического зрения (СТЗ), автоматизация, сборка компонентов, искусственный интеллект, методы распознавания изображений.

## **VISION SYSTEM TOOLS FOR AUTOMATION OF ASSEMBLY OPERATIONS IN PRODUCTION**

S.A. Evdokimova, D.V. Averyanov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article considers the application of vision systems (TVS) for automation of assembly operations in production processes. The paper presents the composition of the devices necessary for the use of STZ. Image recognition uses software based on artificial intelligence and machine learning systems.

Keywords: technical vision systems (TVS), automation, component assembly, artificial intelligence, image recognition methods.

Для автоматизации процесса сборки в машиностроении используются роботизированные манипуляторы, системы технического зрения, лазерные сканеры, сенсоры и датчики, а также программное обеспечение для управления производственными системами [1, 2]. Использование систем технического зрения (СТЗ) при автоматизации операций сборки значительно повышает эффективность производственных процессов путем увеличения точности и надежности сборки, обнаружения дефектов в режиме реального времени.

Для применения систем технического зрения при автоматизации сборки компонентов в производственных процессах необходимы следующие устройства [2-4]:

– камеры высокого разрешения или специальных типов (инфракрасные, ультрафиолетовые, тепловизоры);

- сканеры для получения трехмерного изображения;
- датчики различного типа для определения положения, размера и формы объектов;
- робототехнические комплексы, выполняющие операции установки деталей и сборки компонентов;
- устройства позиционирования;
- транспортеры, конвейерные линии и другие механизмы подачи компонентов по производственной линии;
- программно-аппаратные комплексы для хранения, обработки и анализа данных, получаемых от СТЗ, а также специализированное программное обеспечение для управления роботами;
- контроллеры для управления всеми устройствами и обеспечения их взаимодействия;
- модули беспроводной связи для обмена данными между различными устройствами и системами.

Использование СТЗ позволяет автоматически проверять соответствие собранных компонентов определенным стандартам и измерять размеры, формы, цвета и другие характеристики деталей.

Техническое зрение может использоваться для отслеживания процесса сборки компонентов. Камеры высокого разрешения могут применяться для видеозахвата процесса сборки, а полученные видеоданные использоваться для контроля выполнения производственных процессов.

СТЗ может быть использована для определения правильного положения и ориентации компонентов перед их сборкой, для обнаруживания ошибок в случае неправильного расположения деталей или выявления других проблем в производственном процессе. При этом система подает сигнал оператору или автоматической системе управления о необходимости остановки и внесения корректировки.

Для этого на используемое в процессе сборки оборудование устанавливаются различные сенсоры и датчики, которые предоставляют информацию о положении и движении деталей, температуре, давлении и других параметрах, которые важны при сборке.

Программное обеспечение СТЗ позволяет решать различные задачи анализа изображений. Распознавание образов и контуров используется для идентификации конкретного компонента и его положения в пространстве. Маркировка компонентов с помощью меток или маркеров помогает программному обеспечению определить ориентацию деталей. Метки могут быть визуальными (например, штрихкоды) или физическими (например, магнитные полосы). Анализ геометрических характеристик деталей, таких как линий, углов, форм предназначен для определения его положения относительно других объектов или в пространстве.

J. Demčák, K. Židek, T. Krenický в [5] для мониторинга сборочных процессов интегрировали технологию цифровых двойников с радиочастотной идентификацией (RFID-метками), которая обеспечила синхронизированный обмен

данными между физическими компонентами и их цифровыми аналогами. Целью использования цифрового двойника производства являлось быстрое реагирование на нежелательные события и предотвращение ошибок выполнения сборочных операций. Производственная линия состояла из конвейрных лент, для переноса компонентов между ними добавлялись пневматические поршни, RFID-метки отслеживали положение продукции. Синхронизация данных в режиме реального времени между физическим объектом и его виртуальным представлением обеспечила улучшенную видимость процесса сборки, оперативное выявление отклонений и исправление их.

Для решения задач распознавания и анализа изображений в СТЗ используются алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения, при этом обучение и выявление связей и закономерностей производится на большом количестве обучающих данных [6-9].

В работе [6] авторы для создания высокоэффективных промышленных объектов использовали компьютерное зрение для создания цифрового двойника производства. Предлагаемый авторами цифровой двойник предназначен для распознавания объектов, классификации их, выявления ошибок при сборке, а также планирования пути по конвейеру к соответствующему роботу. Автоматизированная сборочная линия включает пять промышленных роботизированных манипуляторов, которые управляются с помощью одного ПЛК. Программное приложение работает на основе нескольких алгоритмов искусственных нейронных сетей, обученных для классификации и сегментации изображений для контроля качества процесса сборки. Предлагаемый метод использует исходную сверточную нейронную сеть для классификации изображений, сверточную нейронную сеть на основе маски (Mask R-CNN) для разделения объектов на функциональные и дефектные компоненты и алгоритмы Human in the Loop (HITL) для переобучения и тестирования системы.

В работе [7] S. Liu, J. Zhang, L. Wang, R.X. Gao разработали большую языковую модель для реализации совместной сборки человека и робота. На основе визуального представления с возможностью картографирования объектов в пространстве достигается навигация по среде для обнаружения, отслеживания и манипулирования объектами в процессе сборки деталей. На основе используемых текстовых инструкций и высокоуровневых команд разработанная модель обеспечила генерацию команд управления для взаимодействия человека и робота. Для управления движением робота на нем были установлены две камеры: верхняя предназначена для наблюдения за сборочными операциями, а нижняя – для сканирования рабочего пространства. Большая языковая модель начинает обучаться путем создания сценариев сборки, описания компонентов и возможных схем сборки. Это позволяет модели познакомиться с ситуациями и предоставить выходные данные в определенном виде. После обучения настроенная модель используется для интерпретации текстовых команд человека.

В работе [9] коллектив авторов использовали техническое зрение для обеспечения безопасности труда человека при его участии в сложном процессе сборки и распознавания руки с помощью ТЗ. Для этого использовалось дерево поведения (BTS), которое использовалось при программировании и настройке

роботов. Узлы деревьев представляют собой условия действий человека. В дереве поведения обязательно разрабатывается поддерево безопасности, которое выполняет проверку находится ли рука в опасности. Камеры должны обеспечить обзор всего рабочего пространства и максимального расширения охвата, чтобы рука была всегда в зоне видимости.

Системы технического зрения на основе искусственного интеллекта рассчитаны на высокую гибкость и требуют значительных ресурсов компьютерной системы [3]. СТЗ общего назначения оптимизированы для выполнения обработки изображений от 1.2 МП (1920 × 1080) до 8 МП (3840 × 2160) без необходимости снижения сложности. Легкие СТЗ с ИИ работают с изображениями до 12 МП и требуют уже более мощных процессоров и предполагают использование методов снижения сложности обработки.

Таким образом, техническое зрение делает процесс сборки более точным и эффективным, снижает количество ошибок и повышает качество продукции.

### Список литературы

1. Modern Trends in Improving the Technical Characteristics of Devices and Systems for Digital Image Processing / N.N. Nagornov, P.A. Lyakhov, M.V. Bergerman, D.I. Kalita // *IEEE Access*. – 2024. – Vol. 12. – Pp. 44659-44681. – DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3381493.

2. Safe and Flexible Collaborative Assembly Processes Using Behavior Trees and Computer Vision / M. Trinh [et al.] // *Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2023): Integrating People and Intelligent Systems*. – 2023. – Vol 69. – Pp. 869-879. – DOI: 10.54941/ahfe1002912.

3. From Near-Sensor to In-Sensor: A State-of-the-Art Review of Embedded AI Vision Systems / W. Fabre [et al.] // *Sensors*. – 2024. – Vol. 24(16). – С. 5446. – DOI: 10.3390/s24165446.

4. Новикова, Т. П. Автоматизированное проектирование расположения базовых станций беспроводной сотовой связи / Т. П. Новикова, С. А. Евдокимова, Р. Ю. Медведев // *Моделирование систем и процессов*. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 61-70.

5. Demčák, J. Digital Twin for Monitoring the Experimental Assembly Process Using RFID Technology / J. Demčák, K. Židek, T. Krenický // *Processes*. – 2024. – Vol. 12(7). – С. 1512. – DOI: 10.3390/pr12071512.

6. Leveraging computer vision towards high-efficiency autonomous industrial facilities / I. Yousif, L. Burns, F. El Kalach [et al.] // *Journal of Intelligent Manufacturing*. – 2024. – Vol. 5. – DOI: 10.1007/s10845-024-02396-1.

7. Vision AI-based human-robot collaborative assembly driven by autonomous robots / S. Liu, J. Zhang, L. Wang, R.X. Gao // *CIRP Annals*. – 2024. – Vol. 73(1). – Pp. 13-16. – DOI: 10.1016/j.cirp.2024.03.004.

8. Евдокимова, С.А. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации / С.А. Евдокимова, Т.П. Новикова, А.И. Новиков // *Моделирование систем и процессов*. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.

9. Safe and Flexible Collaborative Assembly Processes Using Behavior Trees and Computer Vision / M. Trinh [et al.] // *Intelligent Human Systems Integration*

(IHSI 2023): Integrating People and Intelligent Systems. – 2023. – Vol 69. – Pp. 869-879. – DOI: 10.54941/ahfe1002912.

### References

1. Modern Trends in Improving the Technical Characteristics of Devices and Systems for Digital Image Processing / N.N. Nagornov, P.A. Lyakhov, M.V. Bergerman, D.I. Kalita // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – Pp. 44659-44681. – DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3381493.

2. Safe and Flexible Collaborative Assembly Processes Using Behavior Trees and Computer Vision / M. Trinh [et al.] // Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2023): Integrating People and Intelligent Systems. – 2023. – Vol 69. – Pp. 869-879. – DOI: 10.54941/ahfe1002912.

3. From Near-Sensor to In-Sensor: A State-of-the-Art Review of Embedded AI Vision Systems / W. Fabre [et al.] // Sensors. – 2024. – Vol. 24(16). – C. 5446. –DOI: 10.3390/s24165446.

4. Novikova, T.P. Computer-aided design of the location of wireless base stations cellular communications / T.P. Novikova, S.A. Evdokimova, R.Y. Medvedev // Modeling of systems and processes. - 2023. – Vol. 16, No. 4. – Pp. 61-70.

5. Demčák, J. Digital Twin for Monitoring the Experimental Assembly Process Using RFID Technology / J. Demčák, K. Židek, T. Krenický // Processes. – 2024. – Vol. 12(7). – C. 1512. – DOI: 10.3390/pr12071512.

6. Leveraging computer vision towards high-efficiency autonomous industrial facilities / I. Yousif, L. Burns, F. El Kalach [et al.] // Journal of Intelligent Manufacturing. – 2024. – Vol. 5. – DOI: 10.1007/s10845-024-02396-1.

7. Vision AI-based human-robot collaborative assembly driven by autonomous robots / S. Liu, J. Zhang, L. Wang, R.X. Gao // CIRP Annals. – 2024. – Vol. 73(1). – Pp. 13-16. – DOI: 10.1016/j.cirp.2024.03.004.

8. Evdokimova, S.A. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organizations / S.A. Evdokimova, T.P. Novikova, A.I. Novikov // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.

9. Safe and Flexible Collaborative Assembly Processes Using Behavior Trees and Computer Vision / M. Trinh [et al.] // Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2023): Integrating People and Intelligent Systems. – 2023. – Vol 69. – Pp. 869-879. – DOI: 10.54941/ahfe1002912.

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Е.С. Жирнов, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир

МИРЭА - Российский технологический университет, г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе. Описаны ключевые направления использования блокчейна для отслеживания цепочки поставок, обеспечения качества продукции и автоматизации сделок. Выделены преимущества и трудности внедрения технологии.

Ключевые слова. блокчейн, агропромышленный комплекс, прозрачность, смарт-контракты, отслеживание цепочки поставок, цифровая трансформация, безопасность данных.

## **APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN THE INDUSTRIAL COMPLEX**

E.S. Zhirnov, Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab H., Mustafa Abdulkadhim Al-Ameedee Dhahir

MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia

Abstract. The possibilities of blockchain technologies application in the agro-industrial complex are considered. The key areas of blockchain use for tracking the supply chain, ensuring product quality and automating transactions are described. The advantages and difficulties of the technology implementation are highlighted.

Keywords: blockchain, agribusiness, transparency, smart contracts, supply chain tracking, digital transformation, data security. supply chain tracking, digital transformation, data security.

**Применение блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе**

Блокчейн-технологии за последние годы приобрели широкую известность благодаря своему применению в таких отраслях, как финансы, логистика и здравоохранение. Агропромышленный комплекс также не остался в стороне, так как блокчейн может повысить прозрачность, эффективность и доверие на всех уровнях производственно-сбытовой цепочки. В данной статье рассматриваются основные аспекты применения блокчейна в аграрном секторе, его преимущества и потенциальные трудности.

**Основные принципы и возможности блокчейн-технологий**

Блокчейн — это распределённый реестр данных, где информация хранится в виде непрерывной цепи блоков. Каждый блок содержит запись о конкретной операции или событии, а изменение данных в блоках невозможно, что

обеспечивает высокий уровень безопасности. Все участники системы имеют доступ к обновлённой информации в реальном времени, что исключает необходимость посредников. Это особенно актуально для агропромышленного комплекса, где блокчейн можно применять на всех этапах — от производства и переработки до поставок и продаж.

Одним из ключевых направлений является прозрачность и отслеживаемость цепочки поставок. В рамках блокчейн-системы каждый участник (фермер, переработчик, дистрибьютор, продавец) может вносить данные о продукте, что позволяет отслеживать его путь от фермы до потребителя. Это повышает доверие к продуктам, ведь потребители могут проверить, где и кем был произведён товар, с помощью, например, QR-кода. В случае выявления проблем с качеством продукции, блокчейн позволяет быстро отследить её путь и оперативно отозвать с рынка, минимизируя риски для потребителей.

Смарт-контракты и финансовые решения в агропромышленном комплексе.

Ещё одно важное направление — использование смарт-контрактов для автоматизации сделок. Смарт-контракт — это программа, которая автоматически выполняется при наступлении заранее оговоренных условий. В агропромышленном комплексе такие контракты можно применять для автоматизации взаимодействия между фермерами, поставщиками, логистическими компаниями и продавцами, что снижает риск мошенничества и ошибок, связанных с человеческим фактором.

Блокчейн также может способствовать улучшению финансовых решений для фермеров. Оценка урожайности, климатических условий и других факторов, фиксируемых в блокчейне, позволит банкам и страховым компаниям более точно оценивать риски и предоставлять кредитные и страховые услуги на более выгодных условиях. Фермеры могут создавать цифровую историю своей деятельности, что облегчает доступ к финансовой поддержке и страхованию.

Преимущества и недостатки блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе

К основным преимуществам блокчейна в агропромышленном комплексе относятся прозрачность и доверие между участниками рынка, возможность исключить посредников, а также высокая безопасность данных. Кроме того, автоматизация через смарт-контракты ускоряет процессы расчётов и поставок, что особенно важно в условиях сезонности производства.

Однако внедрение блокчейна в агропромышленном комплексе сталкивается с рядом трудностей. Это включает техническую сложность и необходимость высокоуровневой инфраструктуры, что может быть препятствием для небольших фермеров. Первоначальные затраты на внедрение блокчейн-решений могут оказаться значительными, что отпугивает малый и средний бизнес. Также существует недостаточная правовая база для регулирования использования блокчейна в сельском хозяйстве, что создаёт неопределённость. Некоторые участники цепочки поставок могут опасаться потери контроля или прибыли при внедрении блокчейна, что вызывает сопротивление.

## Выводы

Применение блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе открывает большие возможности для повышения прозрачности, безопасности и эффективности производства и логистики сельскохозяйственной продукции. Однако для успешного внедрения необходимо преодолеть ряд технических и организационных трудностей. В будущем блокчейн может стать важным элементом цифровой трансформации агропромышленного комплекса, способствуя развитию более устойчивого и прозрачного сельского хозяйства.

## Список литературы

1. Барсукова, С.В., Ильина, А.В. Блокчейн как инструмент цифровой трансформации агропромышленного комплекса // Вестник цифровой экономики. – 2022. – № 3. – С. 45-59.
2. Иванов, А.А., Смирнов, В.П. Использование блокчейн-технологий для повышения прозрачности цепочек поставок в сельском хозяйстве // Современные технологии в агропромышленном комплексе. – 2021. – № 4. – С. 73-82.
3. Кузнецова, Л.В. Интеллектуальные контракты и их применение в агробизнесе // Инновационные технологии в сельском хозяйстве. – 2020. – № 7. – С. 90-105.
4. Марков, И.В. Блокчейн в системе агрологистики: вызовы и перспективы // Логистика и управление цепями поставок. – 2021. – № 2. – С. 123-136.

## References

1. Barsukova, S.V., Ilyina, A.V. Blockchain as a tool for digital transformation of the agro-industrial complex // Vestnik of Digital Economy. - 2022. - № 3. - P. 45-59.
2. Ivanov, A.A., Smirnov, V.P. The use of blockchain technologies to increase the transparency of supply chains in agriculture // Modern Technologies in Agroindustrial Complex. - 2021. - № 4. - P. 73-82.
3. Kuznetsova, L.V. Smart contracts and their application in agribusiness // Innovative technologies in agriculture. - 2020. - № 7. - P. 90-105.
4. Markov, I.V. Blockchain in the system of agro-logistics: challenges and prospects // Logistics and Supply Chain Management. - 2021. - № 2. - P. 123-136.



## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ ЛЕСА В ЛЕСНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

И.Н. Занин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье рассматриваются перспективы применения современных технологий, таких как нейросети, дроны и искусственный интеллект (ИИ), для борьбы с вредителями и болезнями леса в лесных хозяйствах Российской Федерации. Вредители и болезни леса являются одной из основных угроз для российских лесных экосистем, особенно в условиях изменения климата. Описаны текущие методы борьбы с этой проблемой, такие как механический, биологический и химический, их преимущества и недостатки. Статья также рассматривает мировой опыт в применении технологий для борьбы с болезнями леса. Основное внимание уделяется тому, как внедрение нейросетей и ИИ может повысить эффективность управления лесными ресурсами, уменьшить ущерб от болезней и улучшить прогнозирование вспышек вредителей.

Ключевые слова: лесное хозяйство, болезни леса, лесные вредители, нейросети, цифровизация

## **PERSPECTIVES ON THE APPLICATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES AND NEURAL NETWORKS FOR COMBATING FOREST PESTS AND DISEASES IN THE FOREST MANAGEMENT SECTOR OF THE RUSSIAN FEDERATION**

I.N. Zanin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article examines the prospects of applying modern technologies, such as neural networks, drones, and artificial intelligence (AI), to combat pests and diseases in the forest management sector of the Russian Federation. Pests and forest diseases are one of the main threats to Russian forest ecosystems, especially in the context of climate change. The article describes current methods of addressing these issues, including mechanical, biological, and chemical approaches, as well as their advantages and disadvantages. It also discusses international experiences in applying technologies to fight forest diseases. Special attention is given to how the integration of neural networks and AI can enhance the efficiency of forest resource management, reduce the damage from diseases, and improve the prediction of pest outbreaks.

Keywords: forest management, forest diseases, forest pests, neural networks, digitalization

Вредители и болезни леса являются одной из серьёзных угроз для российских лесных экосистем, особенно в условиях глобального изменения климата. Леса России подвержены атакам различных видов насекомых-вредителей, таких как короеды, шелкопряды и жуки-древоточцы, которые уничтожают здоровые деревья, ослабляют лесные массивы и нарушают их биоразнообразие.

Вдобавок к насекомым, леса страдают от болезней, вызванных грибковыми и бактериальными инфекциями, такими как корневая гниль и фитофтороз, которые могут быстро распространяться по лесным массивам.

Вредители и болезни ослабляют деревья, делая их более уязвимыми для других угроз, таких как лесные пожары и изменения климата.

Масштабные вспышки вредителей могут уничтожить огромные площади лесов, что негативно сказывается на экосистемах и экономике лесного хозяйства. Борьба с вредителями и болезнями требует значительных ресурсов и постоянного мониторинга. [2]

Чтобы сдержать воздействие вредителей и болезней леса, а также минимизировать ущерб, в лесных хозяйствах РФ применяются различные методы, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы.

К основным способам борьбы с вредителями и болезнями леса в России относятся:

#### 1. Механический метод

Данный метод подразумевает под собой вырубку заражённых деревьев, очистку лесных участков от поражённых стволов и уничтожение поражённых растений.

Данный метод достаточно эффективен для предотвращения распространения болезней и вредителей на большие площади.

Однако он требует высоких затрат на выполнение работ, а также вызывает неизбежное повреждение экосистемы, ведущее к замедленному восстановлению лесов. [1]

#### 2. Биологический метод

Предполагает под собой использование естественных врагов вредителей (паразитов, хищников и т.д.) для контроля популяций насекомых-вредителей.

Данный метод экологически безопасен и способствует восстановлению естественного баланса в экосистемах.

Однако обладает ограниченной эффективностью на крупных площадях, а также требует длительного время ожидания до требуемого результата. [1]

#### 3. Химический метод (пестициды)

Заключается в применение химических средств для уничтожения вредителей и возбудителей болезней.

Главный плюс этого метода - высокая эффективность и быстрота воздействия.

Неизбежные минусы применения этого метода - высокий риск загрязнения окружающей среды, негативное влияние на здоровье людей и животных, возможное развитие устойчивости к пестицидам у вредителей. [1]

#### 4. Агролесоводческие меры (селекция устойчивых видов)

Метод заключается в выращивании деревьев устойчивых к вредителям и заболеваниям, что снижает риск массового поражения лесов.

Он оказывает долговременный эффект и ведёт к снижению использования химических средств воздействия.

Однако требует времени для разработки и внедрения, а также имеет ограниченную адаптацию к изменениям окружающей среды. [1]

За 2010-2014 годы финансовый ущерб составил приблизительно 200 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно 500 000 гектаров леса.

За 2015-2019 годы финансовый ущерб составил приблизительно 320 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно 750 000 гектаров леса.

За 2020-2024 годы финансовый ущерб составил приблизительно 450 миллиардов рублей, а площадь пострадавших лесных массивов составила приблизительно до 1 миллиона гектаров леса. [3]

По данным Федеральной службы лесного хозяйства, к концу 2025 года на территории России вредителями и болезнями леса может быть поражено более 3,2 миллионов гектаров лесных массивов.

На текущий момент наиболее сильно пострадали регионы Сибири и Центральной России.

Короеды и другие вредители продолжали активно распространяться в результате аномальных погодных условий, вызванных изменением климата, что приводит к значительному увеличению поражённых площадей по сравнению с предыдущими годами.

Применение нейросетей и современных технологических достижений может оказать существенную помощь в мониторинге и прогнозировании вспышек вредителей и болезней леса.

Нейросети могут анализировать огромные объёмы данных с различных источников — спутниковых снимков, дронов, наземных сенсоров — для выявления ранних признаков распространения вредителей и инфекций, а также автоматизировать процесс анализа и обнаружения зон поражения, что ускоряет реакцию на угрозы.

Современные технологические достижения помогают прогнозировать потенциальные вспышки вредителей на основе анализа климатических данных, миграционных паттернов насекомых и прошлых вспышек.

Более того, с их помощью можно разработать модели распространения заболеваний и осуществить наиболее эффективные меры для их сдерживания, помогая лесному хозяйству минимизировать ущерб.

Приведём примеры борьбы с проблемой вредителей и болезней леса с применением современных технологий в зарубежных странах:

В Канаде применяют дроны и геоинформационные системы для мониторинга лесных вредителей. Эти технологии позволяют оперативно выявлять участки заражения и принимать меры на ранних стадиях.

Благодаря данному методу проводится точная диагностика заражённых участков и предотвращается распространения вредителей в лесных массивах, однако это требует высоких затрат на внедрение технологий. [4]

В США для разработки устойчивых к вредителям сортов деревьев используют генетические методы селекции и модификации видов.

Цель этой технологии заключается в выведении устойчивых к вредителям деревьев которые требуют меньше химической обработки, что сокращает затраты и сохраняет экологический баланс, однако время для выведения новых сортов растений. [5]

В Финляндии для биологического контроля используют микробиологические препараты, что минимизирует химическое воздействие на экосистемы.

Данный метод экологически безопасен и имеет долгосрочный эффект, основной минус заключается в зависимости технологии от погодных условий, как следствие это ведёт к снижению эффективности в регионах с нестабильной климатической обстановкой. [6]

Применение в лесных хозяйствах современные технологии, т.е. Процесс информатизации лесных хозяйств, приведёт к значительному улучшению ситуации с вредителями и болезнями лесов в России.

Во первых, это мониторинг и предсказание по средствам нейросетей, данная технология может анализировать спутниковые снимки и данные датчиков для обнаружения ранних признаков заражения, а также прогнозировать зоны распространения вредителей и заболеваний, что позволит быстрее и эффективнее реагировать на угрозы.

Например в Китае нейросетевые технологии используются для прогнозирования угроз лесным массивам, что значительно снижает затраты лесных хозяйств и потерю древесины.

Так же нейросети могут использоваться для оптимизации распределения ресурсов и планирования мероприятий по борьбе с вредителями, что уменьшит затраты и повысит эффективность работы.

Это подтверждает опыт лесных хозяйств в США, где активно применяют нейросетевые технологии для планирования и подсчёта ресурсов, что ведёт к значительной экономии финансовых средств. [5]

Но главное назначение искусственного интеллекта, это их использование для анализа больших объёмов данных, собранных в ходе мониторинга лесных хозяйств, что позволит принимать более обоснованные и своевременные решения о необходимости оказывать те или иные меры воздействия на лес.

Такой метод зарекомендовал себя в Швеции, где использование нейросетей для анализа данных с дронов позволяет более точно выявлять заражённые участки леса. [6]

Самым важным аспектом в информатизации леса является то, что внедрение современных технологий в лесное хозяйство Российской Федерации потребует значительных вложений, но эти инвестиции окупятся в течение ближайших десяти лет за счёт экономии ресурсов и снижения ущерба от негативных факторов.

Разберём более подробно требуемые для цифровизации Российского леса вложения:

Во первых, это Разработка и внедрение нейросетей, то есть, создание глобального проекта масштабируемых решений на основе искусственного интеллекта, включающего в себя систему раннего предупреждения, мониторинг состояния лесов и прогнозирование возникновения угроз лесу.

Средняя стоимость разработки и внедрения подобных систем может составлять 3–5 млрд рублей.

Это включает создание высококачественной инфраструктуры данных, интеграцию с уже существующими системами и разработку интерфейсов для лесных хозяйств. [3]

Во вторых, это снабжение лесничества РФ дронами, спутниками и различными датчиками для мониторинга состояния лесов на всей территории Российских лесов, включающих в себя огромные площади лесных угодий, что потребует значительных вложений.

Затраты на инфраструктуру дронов, спутниковое наблюдение и климатические датчики могут составлять 2–3 млрд рублей на этапе закупки и развертывания, с ежегодными затратами на обслуживание в размере порядка 500 млн рублей. [3]

В третьих, для работы со всеми нововведениями нужны люди, а значит потребуется обученный персонал, что потребует развития как минимум одного из имеющихся научно-исследовательских центров.

Обучение сотрудников, а также развитие специализированного научно-исследовательского центра будет требовать не менее 1 млрд рублей вложений ежегодно для поддержания высокого уровня системы образования. [3]

В четвёртых, информационные технологии требуют постоянной технической поддержки, постоянно сопровождение и обновления систем, что так же включит в себя обслуживание дронов и спутников, с привлечением в лесные хозяйства внешних специалистов, в целом всё это может потребовать как минимум может потребовать 1–2 млрд рублей ежегодно.

В целом, для полного развертывания системы мониторинга и управления лесным хозяйством на базе нейросетевой технологии потребуется начальное вложение в размере 6–9 млрд рублей, с ежегодными затратами на обслуживание и поддержку в размере 1,5–2,5 млрд рублей. [3]

Какие же экономические выгоды даёт информатизация лесных хозяйств.

Во первых, это снижение ущерба от вредителей и болезней, прямые потери от лесных вредителей и болезней в РФ могут достигать 100 млрд рублей ежегодно. Внедрение систем раннего обнаружения и предотвращения может сократить ущерб на 50–70%, что даст экономию порядка 500–700 млрд рублей за 10 лет. [3]

Во вторых, повышение эффективности управления ресурсами — автоматизация и точный мониторинг позволят оптимизировать планирование и управление лесными ресурсами, что приведет к снижению неэффективных затрат и потерь. Это может дать дополнительную экономию в размере 100–200 млрд рублей за 10 лет. [3]

В третьих, увеличение доходов от легальной лесозаготовки, так как защита лесов от вредителей и болезней, улучшение управления и сокращение потерь ресурсов приведет к увеличению доходов от устойчивого использования лесных ресурсов. Это может принести дополнительно 150–200 млрд рублей прибыли за 10 лет. [3]

Общая экономическая выгода от информатизации лесных хозяйств РФ может составить 800–1000 млрд рублей за 10 лет, что значительно превышает первоначальные вложения в размере 6–9 млрд рублей на развертывание и 15–20 млрд рублей на обслуживание за тот же период.

Таким образом, масштабные вложения окупятся за счет снижения потерь и повышения эффективности управления лесными ресурсами.

### Список литературы

1. Андреева Г.И. Использование химических и биологических средств в борьбе с вредителями леса / Андреева Г.И. // Elibrary : [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34961334> (дата обращения: 15.09.2024).
2. Климова Е.В. Современные проблемы микробиологической защиты лесов в России [борьба с насекомыми-вредителями] / Климова Е.В. // Elibrary.ru : [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8373712> (дата обращения: 14.09.2024).
3. Федеральное агентство лесного хозяйства [сайт]. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 11.09.2024).
4. The Canadian Forest Service // Natural-resources Canada : [сайт]. – URL: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests-forestry/the-canadian-forest-service> (дата обращения: 13.09.2024).
5. Forest Service U.S. Department of Agriculture [сайт]. – URL: <https://www.fs.usda.gov> (дата обращения: 20.09.2024).

### References

1. Andreeva G.I. Ispol'zovaniye khimicheskikh i biologicheskikh sredstv v bor'be s vreditelyami lesa // Elibrary : [site]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34961334> (date of access: 15.09.2024).
2. Klimova E.V. Sovremennyye problemy mikrobiologicheskoy zashchity lesov v Rossii [bor'ba s nasekomymi-vreditelyami] // Elibrary.ru : [site]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=8373712> (date of access: 14.09.2024).
3. Federal'noye agentstvo lesnogo khozyaystva [site]. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (date of access: 11.09.2024).
4. The Canadian Forest Service // Natural-resources Canada : [site]. – URL: <https://natural-resources.canada.ca/our-natural-resources/forests-forestry/the-canadian-forest-service> (date of access: 13.09.2024).
5. Forest Service U.S. Department of Agriculture [site]. – URL: <https://www.fs.usda.gov> (date of access: 20.09.2024).

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРМАКУЛЬТУРНЫХ СИСТЕМ ЧЕРЕЗ ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

П.И. Карасев<sup>2</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>1</sup>, Ф.М. Пыршев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

<sup>2</sup>МИРЭА – Российский технологический университет

Аннотация. В современном мире проблема экологической устойчивости становится все более острой, включая сельское хозяйство. Для улучшения экологической ситуации было предложено использовать пермакультуру. Пермакультура — это сельскохозяйственная система, которая предполагает наиболее рациональное использование плодородных площадей, основываясь на принципах взаимосвязанности, функциональности, дублирования и многоуровневого использования территории. Этот подход предполагает построение модели экосистемы на заданной площади, но требует подбора растений с разными характеристиками, которые будут благотворно влиять друг на друга, а также создания инфраструктуры для обслуживания насаждений. В статье исследуется возможность цифровизации процесса моделирования пермакультурных комплексов. Для этого необходимо рассмотреть характеристики растений, сформировать модели конкретных растений и использовать эти модели для построения модели пермакультурной системы. Статья также examines важность характеристик почвы, таких как тип, влажность, содержание питательных веществ и уровень загрязнения, которые влияют на выбор культур и дополнительных элементов, необходимых для функционирования системы. Вывод статьи гласит, что модель пермакультурной системы состоит из трех элементов, и формирование этих моделей — это сложная задача, требующая подробного проработки. Однако, этот подход может упростить процесс создания насаждений и улучшить их экологическую устойчивость.

Ключевые слова: моделирование, пермакультура, сельское хозяйство, цифровизация, цифровые технологии.

## OPTIMIZATION OF PERMACULTURE SYSTEMS THROUGH DIGITAL MODELING

P.I. Karasev<sup>2</sup>, Y.Y. Gromov<sup>1</sup>, F.M. Pyrshev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tambov State Technical University

<sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University

Abstract. In the modern world, the problem of environmental sustainability is becoming more and more acute, including agriculture. To improve the environmental situation, it was proposed to use permaculture. Permaculture is an agricultural system that assumes the most rational use of fertile areas, based on the principles of interconnectedness, functionality, duplication and multilevel use of the territory. This approach involves building an ecosystem model on a given area, but requires the selection of plants with different characteristics that will have a beneficial effect on each other, as well as the creation of infrastructure for the maintenance of plantings. The article ex-

plores the possibility of digitalization of the modeling process of permaculture complexes. To do this, it is necessary to consider the characteristics of plants, form models of specific plants and use these models to build a model permaculture system. The article also highlights the importance of soil characteristics, such as type, moisture, nutrient content and pollution levels, which influence the choice of crops and additional elements necessary for the functioning of the system. The conclusion of the article states that the permaculture system model consists of three elements, and the formation of these models is a difficult task that requires detailed study. However, this approach can simplify the process of creating plantings and improve their environmental sustainability.

Keywords: modeling, permaculture, agriculture, digitalization, digital technologies.

В современном мире достаточно остро стоит вопрос экологичности всех сфер жизни, включая сельское хозяйство. В данной сфере для улучшения экологической ситуации было придумано использовать пермакультуру.

Пермакультура – сельскохозяйственная система, которая предполагает наиболее рациональное использование плодородных площадей. При этом должны соблюдаться следующие принципы:

- взаимосвязанность – все элементы системы должны благотворно влиять друг на друга, повышая таким образом продуктивностью всей системы;
- функциональность – каждый элемент системы должен выполнять какую-либо функцию;
- дублирование – для выполнений какой-либо функции не должен использоваться единственный элемент системы;
- многоуровневость – необходимо эффективно использовать весь объём территории, на которых находятся насаждения [1].

Из этого исходит то, что пермакультура – результат построения модели экосистемы на заданной площади. Но возникает проблема того, что необходимо подбирать растения с различными характеристиками, которые будут благотворно влиять друг на друга, при этом необходимо закладывать инфраструктуру для обслуживания насаждений. Данная работа написана с целью исследования возможности цифровизации процесса моделирования пермакультурного комплекса. Для этого необходимо рассмотреть характеристики растений, сформировать модели конкретных растений и использовать эти модели для построения модели пермакультурной системы.

Необходимо рассмотреть основу любых сельскохозяйственных насаждений – почву. Именно от её характеристик зависит то, какие именно культуры можно использовать в рамках системы, а также какие дополнительные элементы необходимы для обеспечения функционирования этой системы. Среди основных характеристик можно выделить следующие: тип почвы, влажность почвы, питательные вещества в почве и уровень загрязнения почвы [2].

Среди типов почв встречаются следующие: глинистая, песчаная, суперпесчаная, суглинистая, известковая и торфяная. Различные типы почв по-разному подходят для ведения сельского хозяйства, а также на этих почвах можно выращивать различные типы культур [3].

Уровни влажности, содержания органических и минеральных веществ можно обозначить в виде процента в содержания почвы. Все эти уровни влияют



на то, какие именно культуры можно эффективно выращивать на данных почвах [2].

Уровень загрязнения почвы можно обозначить также, как и остальные, но данный уровень показывает на то, насколько почва безопасна для растений.

Для роста растений необходимы следующие компоненты: свет, вода, почва, температура, питательные вещества и биотические факторы. Некоторые компоненты были рассмотрены при формировании модели почвы, но их всё равно необходимо указывать данные параметры, чтобы проверять соблюдение необходимых условий.

Свет и температура определяются, как определённый показатель окружающей среды, которые можно назвать освещённостью и температурой. При этом в самом растении необходимо указать, какой промежуток значений является оптимальным для этих растений.

Следующие факторы определяют то, насколько уместно размещение различных растений в непосредственной близости друг от друга, а также то, какие дополнительные биологические элементы необходимы для обеспечения роста различных культур.

К таким факторам относятся:

Биотические факторы, такие как взаимодействие между растениями, микроорганизмами и животными, которые влияют на рост и развитие культур;

Абсолютные требования растений к окружающей среде, такие как температура, влажность, освещённость и доступность питательных веществ;

Специфические требования растений к почве, такие как тип почвы, ее кислотность, содержание питательных веществ и уровень загрязнения;

Взаимодействие между растениями и микроклиматом, который влияет на рост и развитие культур.

Для эффективного моделирования пермакультурной системы необходимо учитывать эти факторы и подбирать матрицу дискреционной модели, которая будет учитывать все взаимодействия между растениями, почвой и окружающей средой. Однако, при построении первых моделей можно обойтись мандатной моделью взаимодействия различных групп культур, которая будет учитывать основные взаимодействия между растениями и окружающей средой.

Мандатная модель взаимодействия различных групп культур может быть представлена в виде матрицы, где строки и столбцы соответствуют разным группам культур, а элементы матрицы отражают тип и интенсивность взаимодействия между ними. Например, если две группы культур имеют положительное взаимодействие, то элемент матрицы будет равен 1, если отрицательное - то -1, а если нет взаимодействия - то 0.

Таким образом, мандатная модель взаимодействия различных групп культур может помочь в эффективном моделировании пермакультурной системы и определении оптимального размещения различных растений в непосредственной близости друг от друга.

Выводы

Из этого исходит то, что модель пермакультурной системы состоит из 3 элементов. То, каким образом данные модели формируются было описано в

рамках статьи. Данный способ позволяет упростить формирование насаждений, но для эффективной работы этого метода необходимо очень подробно прорабатывать модели, что является сложной задачей.

### **Список литературы**

1. Чудосветова Д.Ю. Потенциал пермакультуры для развития сельского хозяйства / Д.Ю. Чудосветова // Устойчивое развитие сельских территорий: взгляд молодых ученых: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых (10-12 декабря 2020 г.) – Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2020. – 112 с.
2. Дурдымядов А., Тойлыев Н., Гурбанбердиев Г. Основные характеристики типов почв в сельском хозяйстве // IN SITU. 2023. №10.
3. Абдусаламова Р.Р., Баламирзоева З.М. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ РОССИИ // Вестник СПИ. 2020. №1 (33).

### **References**

1. Chudosvetova D.Y. The potential of permaculture for the development of agriculture / D.Y. Chudosvetova // Sustainable development of rural areas: the view of young scientists: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists (December 10-12, 2020) – Novosibirsk State Agrarian University. un-t. – Novosibirsk, 2020. – 112 p.
2. Durdymyadov A., Toylyev N., Gurbanberdiev G. Main characteristics of soil types in agriculture // IN SITU. 2023. No. 10.
3. Abdusalamova R.R., Balamirzoeva Z.M. SOIL resources of Russia / R.R. Abdusalamova // Herald of SPI. 2020. №1 (33).

## **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФИКОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ**

В.И. Куницын, Е.С. Ильин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В последние годы ориентированные графики стали важным инструментом для моделирования сложных взаимосвязей в реляционных базах данных. Данная работа рассматривает концепцию ориентированных графиков, их структуру и применение в контексте реляционных систем управления базами данных (СУБД). Ориентированные графики, состоящие из вершин и направленных ребер, позволяют эффективно представлять и анализировать отношения между сущностями, такими как зависимости, связи и иерархии. В статье обсуждаются методы реализации графовых структур в реляционных базах данных, включая использование таблиц для представления вершин и ребер, а также рекурсивные запросы для выполнения сложных операций. Рассматриваются преимущества и недостатки применения ориентированных графиков, такие как гибкость в моделировании и потенциальные проблемы с производительностью. Работа подчеркивает значимость графовых структур в современных системах управления данными и их роль в оптимизации процессов анализа и обработки информации.

Ключевые слова: реляционная база данных, графики, ориентировочные графики.

## **AUTOMATION SYSTEMS FOR DESIGNING DIRECTED GRAPHS IN RELATIONAL DATABASES**

V.I. Kunitsyn, E.S. Ilyin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In recent years, directed graphs have become an important tool for modeling complex relationships in relational databases. This paper examines the concept of directed graphs, their structure, and their application in the context of relational database management systems (DBMS). Directed graphs, consisting of vertices and directed edges, allow for the efficient representation and analysis of relationships between entities, such as dependencies, connections, and hierarchies. The article discusses methods for implementing graph structures in relational databases, including the use of tables to represent vertices and edges, as well as recursive queries to perform complex operations. The advantages and disadvantages of using directed graphs are considered, such as flexibility in modeling and potential performance issues. The work emphasizes the significance of graph structures in modern data management systems and their role in optimizing processes for data analysis and processing.

Keywords: relational database, graphs, directed graphs.

В последние годы графовые структуры данных стали неотъемлемой частью управления данными, особенно в контексте реляционных баз данных. Ориентированные графики, которые представляют собой набор вершин и направленных ребер, используются для моделирования сложных взаимосвязей между объектами. В этой статье мы рассмотрим, что такое ориентированные графики, их применение в реляционных базах данных и как эффективно работать с ними.

Ориентированный граф (или директивный граф) – это структура, состоящая из наборов вершин и направленных ребер, которые соединяют пары вершин. Каждое ребро имеет направление, указывающее, от какой вершины к какой оно ведет. Это позволяет моделировать отношения, которые имеют направленность, такие как «друзья в социальных сетях», «зависимости между задачами» или «ссылки между веб–страницами».

Реляционные базы данных традиционно используют таблицы для хранения данных и связывают их с помощью внешних ключей. Однако в некоторых случаях использование ориентированных графиков может быть более эффективным и интуитивно понятным:

1. Моделирование сложных отношений: Ориентированные графики идеально подходят для представления сложных взаимосвязей между сущностями. Например, в социальном приложении можно легко отобразить отношения «подписчик–подписка» с помощью направленных ребер [1].

2. Оптимизация запросов: В некоторых сценариях запросы к данным могут быть более эффективными при использовании графовых структур. Например, поиск всех друзей пользователя в социальной сети может быть выполнен быстрее с помощью графа, чем через сложные SQL–запросы.

3. Анализ зависимостей: Ориентированные графики хорошо подходят для анализа зависимостей между задачами в проектах [7]. Они позволяют визуализировать и анализировать порядок выполнения задач и выявлять узкие места.

Хотя реляционные базы данных не поддерживают графовые структуры напрямую, существует несколько способов их реализации:

1. Использование таблиц для представления графа: Один из простейших способов – создать две таблицы: одну для вершин и другую для ребер [5]. Таблица вершин будет содержать уникальные идентификаторы и атрибуты каждой вершины, а таблица ребер – идентификаторы начальной и конечной вершин.

```
CREATE TABLE vertices (  
    id INT PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(100)  
);  
CREATE TABLE edges (  
    id INT PRIMARY KEY,  
    from_vertex INT,  
    to_vertex INT,  
    FOREIGN KEY (from_vertex) REFERENCES vertices(id),  
    FOREIGN KEY (to_vertex) REFERENCES vertices(id)  
);
```

2. Использование рекурсивных запросов: Многие современные реляционные базы данных поддерживают рекурсивные запросы (например, CTE в PostgreSQL), что позволяет выполнять сложные операции над графами, такие как поиск всех достижимых вершин от заданной [2].

```
WITH RECURSIVE graph AS (  
    SELECT from_vertex, to_vertex  
    FROM edges  
    WHERE from_vertex = ?  
    UNION ALL  
    SELECT e.from_vertex, e.to_vertex  
    FROM edges e  
    INNER JOIN graph g ON g.to_vertex = e.from_vertex  
)  
SELECT * FROM graph;
```

3. Использование расширений и специализированных СУБД: Некоторые реляционные СУБД предлагают расширения для работы с графами (например, PostgreSQL с расширением pgRouting) [3]. Также существуют специализированные графовые СУБД, такие как Neo4j, которые могут быть использованы параллельно с реляционными базами данных.

Достоинства и недостатки графовых структур:

Преимущества:

1. Гибкость: Графовые структуры позволяют легко добавлять новые типы отношений без изменения существующей схемы [4].

2. Эффективность: в некоторых случаях запросы к данным могут выполняться быстрее благодаря более естественному представлению взаимосвязей.

Недостатки:

1. Сложность: Реализация ориентированных графиков в реляционных базах может потребовать дополнительных усилий для проектирования схемы и написания сложных запросов [6].

2. Производительность: для больших объемов данных производительность может ухудшаться из-за необходимости выполнения рекурсивных запросов.

Таким образом, ориентированные графики представляют собой мощный инструмент для моделирования сложных взаимосвязей в реляционных базах данных. Хотя их реализация может быть сложной, преимущества, которые они предлагают в плане гибкости и эффективности запросов, делают их привлекательными для многих приложений. Использование ориентированных графиков становится все более актуальным в условиях роста объемов данных и усложнения бизнес-процессов, что делает их важным аспектом современного управления данными.

### Список литературы

1. Зубрилина, Т. В. Базы данных. Проектирование реляционных баз и хранилищ данных с использованием CASE-технологий : учебное пособие / Т. В. Зубрилина, В. Н. Юрьев ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-

Петербургский гос. политехнический ун-т. – Санкт–Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2023. – 43 с.

2. Кореньков, В. В. Технологии баз данных. Проектирование реляционных баз данных / В. В. Кореньков, О. В. Иванцова, И. А. Филозова. – Москва : Курс, 2023. – 128 с.

3. Зайцева, Е. А. Построение оптимальной структуры документной базы данных по метаданным реляционной базы данных / Е. А. Зайцева, Л. П. Котлярова // Современные технологии в теории и практике программирования : сборник материалов конференции, Санкт–Петербург, 26 апреля 2022 года. – Санкт–Петербург: "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – С. 125-126.

4. Полтавцева, М. А. Хранение сложных структур данных в реляционных базах данных : специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)" : дис. ... канд. техн. наук / Полтавцева Мария Анатольевна. – Тверь, 2023. – 193 с.

5. Брешенков, А. В. Методология проектирования реляционных баз данных с использованием данных табличного вида : специальность 05.25.05 "Информационные системы и процессы" : автореф. дис. ... доктора технических наук / Брешенков Александр Владимирович. – Москва, 2023. – 49 с.

6. Бакаев Д.Н., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Савченко И.И., Зиновьева В.В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.

7. Чубунов П.А., Солодилов М.В., Рязанцев Р.Б., Литвинов Н.Н., Гамзатов Н.Г., Скворцова Т.В., Оксюта О.В. Компьютерное моделирование воздействия радиации на энергонезависимую память OхRAM // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 102-109.

### References

1. Zubrilina, T. V. Databases. Designing Relational Databases and Data Warehouses Using CASE Technologies: A Tutorial / T. V. Zubrilina, V. N. Yuryev; Federal Agency for Education, Saint Petersburg State Polytechnical University. – Saint Petersburg: Publishing House of the Polytechnical University, 2023. – 43 p.

2. Korenkov, V. V. Database Technologies. Designing Relational Databases / V. V. Korenkov, O. V. Ivantsova, I. A. Filozova. – Moscow: Kurs, 2023. – 128 p.

3. Zaitseva, E. A. Building an Optimal Structure of a Document Database Based on Metadata from a Relational Database / E. A. Zaitseva, L. P. Kotlyarova // Modern Technologies in Theory and Practice of Programming: Proceedings of the Conference, Saint Petersburg, April 26, 2022. – Saint Petersburg: "Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University", 2023. – P. 125-126.

4. Poltavtseva, M. A. Storing Complex Data Structures in Relational Databases: Specialty 05.13.01 "System Analysis, Management and Information Processing (by Industries)": Dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences / Poltavtseva Maria Anatolyevna. – Tver, 2023. – 193 p.

5. Breshenkov, A. V. Methodology for Designing Relational Databases Using Tabular Data: Specialty 05.25.05 "Information Systems and Processes": Author's Abstract of the Dissertation for the Degree of Doctor of Technical Sciences / Breshenkov Alexander Vladimirovich. – Moscow, 2023. – 49 p.

6. Bakayev D.N., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Savchenko I.I., Zinovyeva V.V. Information Tools for Project Management in the Development of Industrial Enterprises // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. 14-24.

7. Chubunov P.A., Solodilov M.V., Ryazantsev R.B., Litvinov N.N., Gamzatov N.G., Skvortsova T.V., Oksyuta O.V. Computer Modeling of Radiation Impact on Non-Volatile Memory OxRAM // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – P. 102-109.

## **ПЕРЕВОД ЧИСЕЛ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ В ДРУГУЮ**

А.Е. Кочетов, С.В. Фролов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен детальный анализ различных систем счисления и их применения в информатике. Рассмотрены алгоритмы перевода чисел между системами счисления (десятичной, двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной), а также их использование в программировании. Примеры реализации алгоритмов перевода и программные инструменты иллюстрируют практическую применимость данных знаний.

Ключевые слова: системы счисления, алгоритмы перевода, двоичная система, десятичная система, программирование.

## **CONVERTING NUMBERS FROM ONE NUMBER SYSTEM TO ANOTHER**

A.E. Kochetov, S.V. Frolov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper has analyzed in detail various number systems and their applications in computer science. Algorithms for translating numbers between number systems (decimal, binary, octal and hexadecimal) and their use in programming have been considered. Examples of implementation of translation algorithms and program tools illustrate the practical applicability of this knowledge.

Keywords: number systems, translation algorithms, binary system, decimal system, programming.

### **Введение**

В данной работе мы рассмотрим перевод чисел между разными системами счисления. Для решения задач, которые возникают в процессе работы с ЭВМ, важно обладать знаниями в различных системах счисления и умениями к их преобразованию.

Цель данной работы – получить знания о различных системах счисления, часто используемых при работе с ЭВМ и представить доступные способы перевода между ними.

Важность данной темы в том, что знание различных систем счисления и умение перевода между ними – это основа подготовки специалистов в области информационных систем. Эти навыки важны для понимания работы компьютеров, написания программного кода и решения многих иных задач.



В данной работе мы рассмотрим теоретический минимум различных систем счисления, разберем алгоритмы перевода и покажем их на примерах.

### Теоретическая часть

Система счисления — это способ записи чисел с помощью определенных символов и правил их сочетания. Каждая цифра в записи числа имеет какое-то значение, которое зависит от ее разряда и основания системы счисления.

Основание системы счисления определяет количество различных цифр, используемых в данной системе.

Разряд — это местоположение цифры в записи числа. Каждый разряд соответствует степени основания системы счисления.

Вес разряда — это значение, которое вносит цифра в определенном разряде в общее значение числа. Вес разряда равен основанию системы счисления, возведенному в степень, равную номеру разряда.

Категории систем счисления делятся на позиционные и непозиционные

Позиционные - значение цифры зависит от ее позиции в записи числа. В позиционных системах: каждая цифра имеет свой вес, зависящий от позиции в числе.

Непозиционные - значение цифры не зависит от ее расположения в записи числа. В непозиционных системах значение числа определяется как сумма значений всех входящих в него цифр.

### Десятичная система счисления

Десятичная система, которую мы используем в обычной жизни, возникла в результате нашего биологического строения – наличие 10 пальцев на руках. Хотя точные исторические корни системы трудно установить, она развивалась постепенно в различных древних культурах. Запись чисел в десятичной системе основана на использовании позиционного значения цифр. Каждая цифра в числе занимает определенное место, и её значение зависит от этого места. Например, в числе 345 цифра 3 обозначает 3 сотни, 4 — 4 десятка, а 5 — 5 единиц. Использование десятичной системы настолько повседневно, что мы часто даже и не задумываемся об этом. Мы применяем её для подсчета денег, измерений расстояния, в научной практике, технических расчетах и во множестве других областей.

### Другие системы счисления

Помимо десятичной, существуют и другие системы счисления. Их выбор зависит от конкретных задач.

Двоичная система счисления основана на использовании только двух цифр: 0 и 1. Ее основание равно 2. Она широко применяется в ЭВМ, так как все данные в них представлены в двоичном виде. Благодаря своей простоте, двоичная система идеально подходит для реализации логических операций.

Восьмеричная система счисления использует восемь цифр от 0 до 7. Ее основание равно 8. Эта система часто используется в программировании для более компактной записи двоичных чисел.

Шестнадцатеричная система счисления основана на шестнадцати цифрах: от 0 до 9 и буквы A, B, C, D, E, F. Ее основание равно 16. Она используется в

программировании, при работе с адресами памяти, кодами цветов и другими данными.

### Сравнение систем счисления

Таблица 1 – Сравнения систем счисления

Система счисления	Основание	Цифры	Примеры чисел	Преимущества		Недостатки
Десятичная	10	0-9	123, 3.14	Универсальность, привычность		Менее эффективна для компьютеров
Двоичная	2	0, 1	101, 11001	Идеальна для компьютеров, основа логических операций	Некомпактная запись больших чисел	
Восьмеричная	8	0-7	753, 126	Более компактная запись двоичных чисел	Менее популярна, чем десятичная и шестнадцатеричная	
Шестнадцатеричная	16	0-9, A-F	A2F, 1234	Компактная запись двоичных чисел, широко используется в программировании	Менее интуитивно понятна, чем десятичная	

### Сравнение систем счисления

Мы исследовали ряд различных систем счисления. Любая из данных систем обладает своими характеристиками и используется в конкретных сферах и областях.

Десятичная система самая обыденная для нас, так как мы используем ее повседневно. Ее преимущество - универсальность и простота понимания. Но для ЭВМ она не самая продуктивная из-за большого количества разрядов, необходимых для представления чисел.

Двоичная система лучше всех подходит для ЭВМ, так как все операции в них основаны на двух состояниях: 0 и 1. Однако, она может быть не столь удобной для восприятия человеком, особенно при записи больших чисел.

Восьмеричная и шестнадцатеричная система являются средним между десятичной и двоичной. Они позволяют более компактно записывать двоичные

числа, что удобно в программировании. Тем не менее, они менее распространены, чем десятичная и двоичная система.

Выбор одной или другой системы счисления определяется задачей, которую нужно решить. В повседневной жизни более подходящей будет десятичная система. Двоичная же оптимальна для вычислений на ЭВМ. В программировании чаще используются восьмеричная и шестнадцатеричная система, т.к. они облегчают представление двоичной системы.

При выборе системы счисления важны такие свойства, как эффективность представления информации, удобство для пользователя и область применения.

Способы перевода чисел

Перевод из десятичной системы в любую другую:

Деление на основание, число, представленное в десятичной системе, одно за другим делится на основание новой системы счисления. Остатки от деления записываются в обратном порядке, получая новое число в нужной нам системе счисления.

Например, переведем число 56 из десятичной системы в двоичную.

$$56 / 2 = 28, \text{ остаток } 0$$

$$28 / 2 = 14, \text{ остаток } 0$$

$$14 / 2 = 7, \text{ остаток } 0$$

$$7 / 2 = 3, \text{ остаток } 1$$

$$3 / 2 = 1, \text{ остаток } 1$$

$$1 / 2 = 0, \text{ остаток } 1$$

Запишем остатки в обратном порядке:  $56_{10} = 111000_2$ .

Подбор степеней основания:

Находим наибольшую степень основания новой системы, которая меньше или равна исходному числу. Вычитаем найденную степень из исходного числа и повторяем процесс для полученной разности.

Возьмем тот же пример, что и выше.

Наибольшая степень двойки, меньшая 56, это 32 ( $2^5$ ). Вычитаем  $32 - 56 = 24$ . Для 24 наибольшая степень двойки - 16 ( $2^4$ ). Вычитаем  $16 - 24 = 8$ . Для 8 наибольшая степень двойки - 8 ( $2^3$ ). Вычитаем  $8 - 8 = 0$ . Записываем степени двойки, которые мы использовали:  $2^5 + 2^4 + 2^3 = 56_{10} = 111000_2$ .

Перевод из любой системы в десятичную:

Каждую цифру числа умножаем на ее вес, соответствующую ее разряду, и суммируем полученные произведения.

Переведем число 1101 из двоичной системы в десятичную.

$$1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1 = 13. \text{ Таким образом, } 1101_2 = 13_{10}.$$

Для корректного перевода из любой системы счисления в десятичную нужно знать значения цифр в исходной системе и их веса.

Программная реализация:

Существует множество программ и библиотек, позволяющих выполнять перевод между системами счисления. Некоторые из них: калькуляторы, языки программирования, специализированные программы и другие.

Пример на C++:

```
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
string decToBin(int n){
    string bin = "";
    while (n>0){
        bin = to_string(n%2)+bin;
        n /=2;
    }
    return bin;
}
int main(){
    int num = 56;
    cout << decToBin(num) <<endl;// Вернет 1110002
    return 0;
}
```

Вывод

В ходе данной работы мы познакомились с основными способами перевода чисел из одной системы счисления в другую. На практике применили такие способы, как деление на основание и позиционный метод, а также создали таблицу сравнения систем счисления. Создали программу реализующую перевод чисел из десятичной системы в двоичную систему счисления.

### Список литературы

1. Зубрилина, Т. В. Базы данных. Проектирование реляционных баз и хранилищ данных с использованием CASE-технологий : учебное пособие / Т. В. Зубрилина, В. Н. Юрьев ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. – Санкт–Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2023. – 43 с.

2. Кореньков, В. В. Технологии баз данных. Проектирование реляционных баз данных / В. В. Кореньков, О. В. Иванцова, И. А. Филозова. – Москва : Курс, 2023. – 128 с.

3. Зайцева, Е. А. Построение оптимальной структуры документной базы данных по метаданным реляционной базы данных / Е. А. Зайцева, Л. П. Котлярова // Современные технологии в теории и практике программирования: сборник материалов конференции, Санкт–Петербург, 26 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – С. 125-126.

4. Полтавцева, М. А. Хранение сложных структур данных в реляционных базах данных : специальность 05.13.01 «Системный анализ,

управление и обработка информации (по отраслям)»: дис. ... канд. техн. наук / Полтавцева Мария Анатольевна. – Тверь, 2023. – 193 с.

## References

1. Zubrilina, T. V. Databases. Designing Relational Databases and Data Warehouses Using CASE Technologies: A Tutorial / T. V. Zubrilina, V. N. Yuryev; Federal Agency for Education, Saint Petersburg State Polytechnical University. – Saint Petersburg: Publishing House of the Polytechnical University, 2023. – 43 p.
2. Korenkov, V. V. Database Technologies. Designing Relational Databases / V. V. Korenkov, O. V. Ivantsova, I. A. Filozova. – Moscow: Kurs, 2023. – 128 p.
3. Zaitseva, E. A. Building an Optimal Structure of a Document Database Based on Metadata from a Relational Database / E. A. Zaitseva, L. P. Kotlyarova // Modern Technologies in Theory and Practice of Programming: Proceedings of the Conference, Saint Petersburg, April 26, 2022. – Saint Petersburg: "Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University", 2023. – P. 125-126.
4. Poltavtseva, M. A. Storing Complex Data Structures in Relational Databases: Specialty 05.13.01 "System Analysis, Management and Information Processing (by Industries)": Dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences / Poltavtseva Maria Anatolyevna. – Tver, 2023. – 193 p.

## **ПЛАТФОРМА РАЗРАБОТКИ МОБИЛЬНЫХ И ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ FIREBASE (REALTIME DATABASE)**

В.И. Куницын, В.Ю. Федоров

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья посвящена платформе Firebase, разработанной Google, и её возможностям для создания современных мобильных и веб-приложений. В ней рассматриваются ключевые компоненты Firebase, такие как облачные базы данных (Realtime Database), аутентификация пользователей, облачное хранилище, хостинг и аналитика. Особое внимание уделяется преимуществам использования Firebase, включая простоту интеграции, поддержку синхронизации данных в реальном времени и масштабируемость.

Ключевые слова: Firebase, Realtime Database, веб-приложение, Realtime Database.

## **FIREBASE (REALTIME DATABASE) MOBILE AND WEB APPLICATION DEVELOPMENT PLATFORM**

V.I. Kunitsyn, V.Yu. Fedorov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

The article is devoted to the Firebase platform developed by Google and its capabilities for creating modern mobile and web applications. It hosts key Firebase components such as cloud databases (Real time Database), user authentication, cloud storage, hosting and analytics. Particular attention is paid to the continued use of Firebase, which includes ease of integration, support for real-time data synchronization and scalability.

Keywords: Firebase, Realtime Database, web application, Realtime Database.

Firebase – это комплексная платформа для разработки веб-приложений от компании Google, эта платформа представляет собой набор определённых сервисов, которые представляются в рамках продукта Firebase как показано на рис. 1.

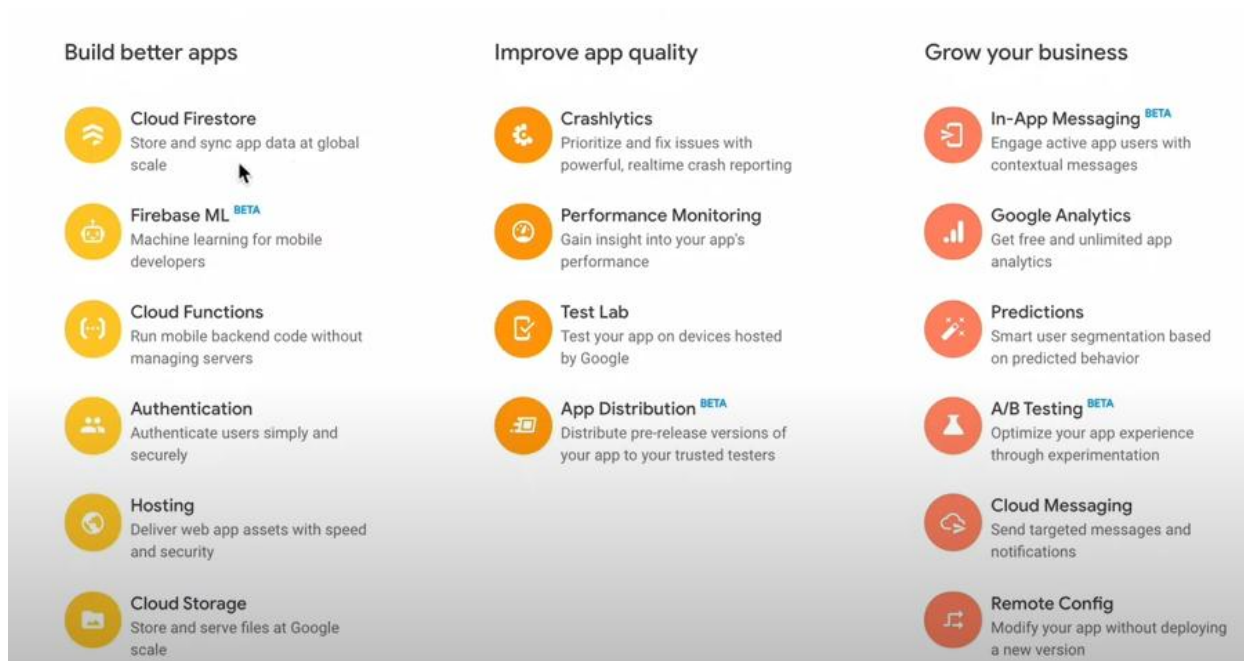


Рисунок 1 – Сервисы Firebase

В этой статье мы подробно рассмотрим Realtime Database, также известную как база данных в режиме реального времени [3].

Обычно, когда речь идет о Firebase, подразумевается именно этот сервис, который обеспечивает хранение данных в реальном времени. Главным преимуществом данной системы является высокая скорость и удобство работы с данными в режиме реального времени, что является значительным плюсом [4].

Что означает режим реального времени?

Благодаря режиму Firebase мы можем создавать такие системы, которые будут менять, а точнее обновлять свои данные на всех устройствах, которые будут пользоваться данной системой.



Рисунок 2 – Пример приложения

На рис. 2 показан пример, в котором показано, что есть несколько пользователей, которые используют данное приложение [1]. Один пользователь

пользуется приложением на одном устройстве другой как видно на другом, то есть один пользователь как-то по взаимодействовал с данной системой поменял какие-то данные, следовательно, в режиме реального времени другой пользователь, не перезагружая страницу, которую он просматривает на данный момент данные уже автоматически меняются сразу. Это является ещё одним огромным плюсом данной системы.

Если разрабатывать какое-то традиционное веб-приложение для того, чтобы увидеть обновление данных, который произвёл другой пользователь. Нужно обновлять страницу.

Теперь поговорим о Realtime Database. Это документо-ориентированная база данных, то есть работают не с таблицами как в реляционных базах данных таких как SQL, My SQL или Postgres, здесь работают с документами, то есть понимается документ формата JSON, которые мы можем получать на всех устройствах, то есть это универсальный формат данных, который поддерживается на всех устройствах в любом браузере. Этот набор данных может принимать как мобильное устройство, так и какой-то стационарный компьютер. И благодаря тому, что база данных является документированной мы получаем большое преимущество, что нам не нужно подготавливать документы уже внутри базы данной они уже хранятся в нужном нам формате [2].

Самое главное преимущество таких документированных баз данных перед реляционными тем, что мы получаем намного большую скорость обработки данных чем в реляционных, то есть скорость записи, чтения в разы больше. Данные хранятся в облаке это является тоже преимуществом, то есть на любом устройстве, где удобно работать перейти в нашу базу данных и что-то изменить или посмотреть.

Таким образом, firebase и его компонент Realtime Database представляют собой мощные инструменты для разработчиков, стремящихся создать современные, высокопроизводительные приложения. Возможность синхронизации данных в реальном времени обеспечивает мгновенное обновление информации на всех устройствах, что значительно улучшает пользовательский опыт. Простота интеграции и масштабируемость платформы делают её идеальным выбором как для стартапов, так и для крупных проектов. Использование firebase позволяет разработчикам сосредоточиться на создании функциональности приложения, минимизируя время на управление серверной частью. В итоге Firebase и Realtime являются отличными решениями для создания интерактивных и отзывчивых приложений, что делает их важным инструментом в арсенале современного разработчика.

### Список литературы

1. Kurniawan, W. Prototype Firebase Authentication menggunakan fitur Firebase PADA aplikasi Android / W. Kurniawan, I. Prihandi, N. Husufa // JURNAL SATYA INFORMATIKA. – 2023. – Vol. 4, No. 1. – P. 71-78. – DOI 10.59134/jsk.v4i1.406. – EDN WBZJGD.

2. Дюдюк, М. В. Firebase Realtime Database: достоинства и недостатки / М. В. Дюдюк, Д. Н. Савинская // Цифровизация экономики: направления,



методы, инструменты: Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 18–23 января 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 161-162. – EDN NAYAIW.

3. Mahendra, D. A. Perancangan Realtime Database Firebase untuk IoT dan Unity Menggunakan Metode SDLC / D. A. Mahendra, S. Winardi // Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis. – 2023. – Vol. 14, No. 2a. – P. 72-82. – DOI 10.47927/jikb.v14i2a.525. – EDN CSVTD.

4. Kot, S. Performance analysis of a cloud database on mobile devices / S. Kot, Ja. Smółka // Journal of Computer Sciences Institute. – 2023. – Vol. 29. – P. 360-365. – DOI 10.35784/jcsi.3798. – EDN YQQHIE.

5. Чубунов П.А., Лапшин А.П., Солодилов М.В., Рязанцев Р.Б., Гамзатов Н.Г., Евдокимова С.А. Компьютерное моделирование радиационного воздействия на энергонезависимую память с высоким быстродействием // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 93-102.

### References

1. Kurniawan, W. Prototype Firebase Authentication menggunakan fitur Firebase PADA aplikasi Android / W. Kurniawan, I. Prihandi, N. Husufa // JURNAL SATYA INFORMATIKA. – 2023. – Vol. 4, No. 1. – P. 71-78. – DOI 10.59134/jsk.v4i1.406. – EDN WBZJGD.

2. Dyudyuk, M. V. Firebase Realtime Database: advantages and disadvantages / M. V. Dyudyuk, D. N. Savinskaya // Digitalization of the economy: directions, methods, tools: Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference, Krasnodar, January 18-23, 2021. - Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2021. - pp. 161-162. - EDN NAYAIW.

3. Mahendra, D. A. Perancangan Realtime Database Firebase untuk IoT dan Unity Menggunakan Metode SDLC / D. A. Mahendra, S. Winardi // Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis. – 2023. – Vol. 14, No. 2a. – P. 72-82. – DOI 10.47927/jikb.v14i2a.525. – EDN CSVTD.

4. Kot, S. Performance analysis of a cloud database on mobile devices / S. Kot, Ja. Smółka // Journal of Computer Sciences Institute. – 2023. – Vol. 29. – P. 360-365. – DOI 10.35784/jcsi.3798. – EDN YQQHIE.

5. Chubunov P.A., Lapshin A.P., Solodilov M.V., Ryazantsev R.B., Gamzatov N.G., Yevdokimova S.A. Computer simulation of radiation effects on high-speed non-volatile memory // Systems and Processes Modeling. – 2022. – Vol. 15, № 3. – P. 93-102.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ПИЩЕВЫХ СЫПУЧИХ МАСС В ПОТОКЕ**

И.А. Кротов, В.Г. Благовещенский

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация: рассмотрено применение машинного зрения для автоматизации определения угла естественного откоса пищевых сыпучих масс в производственной конвейерной линии. Приведены используемые технические средства и разработки, даны их краткие характеристики.

Ключевые слова: реологические показатели, пищевые сыпучие массы, машинное зрение, автоматизация контроля, производство.

## **APPLICATION OF MACHINE VISION TO CONTROL THE ANGLE OF NATURAL SLOPE OF BULK FOOD MASSES IN THE FLOW**

I.A. Krotov, V.G. Blagoveshchensky

FSBEI VO "MIREA - Russian Technological University", Moscow

Abstract: the application of machine vision for automation of determination of natural slope angle of food bulk masses in the production conveyor line is considered. The technical means and developments used are presented, their brief characteristics are given.

Keywords: rheological parameters, food bulk masses, machine vision, automation of control, production.

Одной из важнейших структурно-механических характеристик материала является угол естественного откоса [1-3]. Эта характеристика является широко распространенной как на производстве, так и в прикладных исследованиях. Распространенность ее объясняется с одной стороны простотой и наглядностью измерений, с другой – комплексным характером этой величины. Данный параметр одновременно связан с аутогезией, внутренним трением и плотностью частиц сыпучего материала. Он дает непосредственное представление о текучести сыпучей массы в состоянии свободной насыпки. Данный параметр используется часто в чисто научных и прикладных исследованиях для сравнительной оценки реологических и технологических свойств сыпучих масс, для изучения влияния различных факторов – размеров и формы частиц, условий среды, наличия и вида добавок. Эту характеристику используют также при определении

вместимости транспортных средств и хранилищ, определении наклона желобов, стенок воронок и т.д. [4-6].

Обзор и анализ работ, посвященных методам и приборам для определения угла естественного откоса, показал, что существующие приборы контроля данного параметра для пищевых масс не отвечают современным требованиям и не могут обеспечивать стабилизацию качества готовой продукции [7-9].

В связи с этим возникает необходимость в создании современных цифровых средств автоматического контроля угла естественного откоса для пищевых сыпучих масс, работающих в производственных условиях в режиме реального времени и реагирующие в большой степени на изменения технологических и режимных параметров.

Нами предложен цифровой прибор автоматического контроля угла естественного откоса в режиме реального времени с использованием цифровой камеры и машинного зрения. Разработана блок-схема алгоритма работы прибора.

В качестве системы управления и платформы для машинного зрения был выбран микрокомпьютер Raspberry PI 4 Model B [5-7]. Использование данной платформы обусловлено его небольшими габаритами и возможностью интеграции машинного зрения с применением языка программирования Python [8]. Цифровая камера, расположенная под корпусом и направленная на пищевую сыпучую массу, через прозрачное дно фиксирует граничную линию образца с помощью машинного зрения и алгоритмов. Используя габаритные параметры корпуса и элементов, рассчитанную машинным зрением границу «сползания» переместившегося сыпучего пищевого образца, математически рассчитывается показатель угла естественного откоса исследуемой массы. После выполнения замеров микрокомпьютером Raspberry PI 4 Model B подается в блок управления сигнал на открытие задвижки конвейера для возврата измеренного сыпучего образца в производственный поток.

Применение машинного зрения для определения угла естественного откоса позволяет автоматизировать измерение данного параметра в потоке производственной линии.

### Список литературы

1. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий: монография / Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 186 с.

2. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А., Благовещенская М.М. Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира: монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 216 с.

3. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и

создание на их базе интеллектуальных систем управления: монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – 407 с.

4. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Зеленова Е.Н., Корнев М.А. Автоматизация контроля качества кондитерской продукции с использованием интеллектуальных технологий // Роговские чтения: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 237-245.

5. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Осташов П.И., Благовещенская М.М. Цифровизация производства пищевых продуктов // Роговские чтения: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 262-270.

6. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Безуглов В.С., Крот О.А., Зеленова Е.Н. Проектирование информационной системы управления кондитерским предприятием с учетом имеющихся проблем // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 27-35.

7. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Игольников А.О., Попов А.С., Благовещенская М.М. Анализ готовности к цифровизации кондитерских производств // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 41-50.

8. Благовещенский И.Г., Благовещенская М.М., Носенко С.М. Автоматизация контроля показателей качества и выявления брака продукции с использованием системы компьютерного зрения // Кондитерское производство. 2016. - №3. – С. 26 – 30.

9. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Безуглов В.С. Основные перспективные направления применения цифровых технологий в пищевой промышленности // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 97-105.

## References

1. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies. Monograph / Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2022. - 186 p.

2. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A., Blagoveshchenskaya M.M. Development of models, methods and algorithms for an intelligent automated system for monitoring and managing the quality of kefir. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - 216 p.

3. Blagoveshchensky V.G. Methodological foundations for automating the control of organoleptic quality indicators of confectionery products and the creation of intelligent control systems on their basis. Monograph. – Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2024. – 407 p.

4. Kuchumov A.V., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Zelenova E.N., Kornev M.A. Automation of quality control of confectionery products using intelligent technologies // Rogovskie readings: collection of reports from a scientific and practical conference with international participation, Moscow, December 16, 2022. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - P. 237-245.

5. Kuchumov A.V., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Ostashov P.I., Blagoveshchenskaya M.M. Digitalization of food production // Rogovskie readings: collection of reports from a scientific and practical conference with international participation, Moscow, December 16, 2022. – Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. – P. 262-270.

6. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Bezuglov V.S., Krot O.A., Zelenova E.N. Design of an information system for managing a confectionery enterprise, taking into account existing problems // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International Specialized Conference and Exhibition, Moscow, April 26, 2023. – Moscow: FGBOU VO "ROSBBIOTEKH", 2023. – P. 27-35.

7. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Igolnikov A.O., Popov A.S., Blagoveshchenskaya M.M. Analysis of readiness for digitalization of confectionery production // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International specialized conference and exhibition, Moscow: FGBOU VO "ROSBBIOTEKH", 2023. - P. 41-50.

8. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchenskaya M.M., Nosenko S.M. Automation of quality control and detection of product defects using a computer vision system // Confectionery production. 2016. - No. 3. - P. 26 - 30.

9. Blagoveshchenskiy I.G., Blagoveshchenskiy V.G., Krasnov A.Ye., Bezuglov V.S. The main promising areas of application of digital technologies in the food industry // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International Specialized Conference and Exhibition, Moscow, April 26, 2023. – Moscow: FGBOU VO "ROSBBIOTEKH", 2023. – P. 97-105.

## **ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ИСХОДНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ БЛОКЧЕЙН-СИСТЕМЫ ДЛЯ СМАРТ-КОНТРАКТОВ**

А.А. Кривоногов<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>, А.В. Прокофьев<sup>3</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

<sup>3</sup>ООО «Региональные Системы Комплексной Безопасности»

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. Статья посвящена вопросу обеспечения устойчивости блокчейн-систем и их влиянию на функционирование смарт-контрактов, осуществляющих автоматизацию сложных процессов. Предложен подход к определению исходной устойчивости блокчейн-системы, который включает в себя оценку эксплуатационных и технических характеристик блокчейн-системы с использованием метода прямой экспертной оценки. Проведена апробация предложенного подхода на примере блокчейн-системы Ethereum.

Ключевые слова: характеристики блокчейн-системы, прямая экспертная оценка, уровень устойчивости, технология, консенсус.

## **APPROACH TO ASSESSING THE INITIAL SUSTAINABILITY LEVEL OF A BLOCKCHAIN SYSTEM FOR SMART CONTRACTS**

A.A. Krivonogov<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>, A.V. Prokofyev<sup>3</sup>, Y.Y. Gromov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Moscow Polytechnic University

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University

<sup>3</sup>LLC "Regional Systems of Comprehensive Security"

<sup>4</sup>Federal State Budgetary Educational Institution Tambov State Technical University

Abstract. The article is devoted to the issue of sustainability of blockchain systems and their impact on the functioning of smart contracts that automate complex processes. An approach to determining the initial stability of a blockchain system is proposed, which includes the assessment of operational and technical parameters of the blockchain system using the method of direct expert evaluation. The proposed approach is tested on the example of the blockchain Ethereum.

Keywords: blockchain system parameters, direct expert assessment, sustainability level, technology, consensus.

В последние годы блокчейн-системы и смарт-контракты переживают стремительный рост и широкое внедрение в различных отраслях, в том числе в финансовой и банковской сфере, а также в области военной промышленности.

С повсеместным развитием данных технологий особую актуальность и остроту приобретает вопрос обеспечения устойчивости блокчейн-систем [1, 2].

Необходимость определения исходной устойчивости блокчейн-системы является особенно важной для возможности принятия решения о функционировании в рамках нее смарт-контрактов [2]. Смарт-контракты позволяют автоматизировать сложные процессы и обеспечивать прозрачность выполнения транзакций, но они могут работать эффективно только в случае, если сама блокчейн-система является устойчивой [6]. В статье описывается подход к определению исходной устойчивости блокчейн-системы, в которой предполагается функционирование смарт-контракта.

Под исходной устойчивостью понимается обобщенный параметр блокчейн-системы, зависящий от ее технических особенностей и эксплуатационных характеристик. Так, параметр исходной устойчивости блокчейн-системы определяется с использованием метода прямой экспертной оценки [3] на основании эксплуатационных и технических характеристик, приведенных в таблице 1 [1, 4].

Таблица 1 – Эксплуатационные и технические характеристики блокчейн-системы

Технические особенности и эксплуатационные характеристики системы	Уровень устойчивости		
	Низкий	Средний	Высокий
1. По используемому типу блокчейн-системы	Инклюзивный	Федеративный (консорциум)	Эксклюзивный
2. По используемому алгоритму консенсуса	Proof-of-Work, Proof-of-Stake	Proof-of-Authority, Raft и др.	Proof-of-Elapsed-Time, семейство Byzantine Fault Tolerant
3. По используемому языку описания и улучшения блокчейн-системы	PHP, JavaScript, Python	Java, Rust	C++, Go, Simplicity
4. По количеству узлов в блокчейн-системе	От 1 до 10	От 11 до 100	От 101 и более
5. По используемым механизмам обеспечения конфиденциальности	Не применяются в рамках блокчейн-системы	Возможность использования гомоморфного шифрования и/или обфускации кода	Возможность использования интерактивного/ неинтерактивного доказательства с нулевым разглашением (ZKP/NIZKP)
6. По используемому языку программирования смарт-контракта	Solidity, JavaScript	Java, Vyper, Rust, C#	Низкоуровневые языки программирования (байт-код) (например, Michelson и др.)
7. По использованию механизма «оракулов» в блокчейн-системе (программные/аппаратные)	Использование недоверенных источников внешних данных	Использование как доверенных, так и недоверенных источников внешних данных	Использование ограниченного пула доверенных источников внешних данных

8. Число обрабатываемых транзакций в секунду (TPS)	До 100 TPS	От 101 до 1000 TPS	От 1001 и более
9. Использование сертифицированного СКЗИ и ГОСТ-криптографии в блокчейн-системе	Не реализовано в блокчейн-системе	–	Реализовано в блокчейн-системе
10. Возможность динамического обновления смарт-контракта	Не реализовано (смарт-контракты являются частью блокчейн-системы)	Реализовано за счёт обращения к ограниченному кругу участников (централизованный способ)	Реализовано (в том числе при использовании Проху-контрактов)

По результатам определения каждой из эксплуатационных и технических характеристик из таблицы 1 для конкретно исследуемой блокчейн-системы далее определяется исходный уровень устойчивости блокчейн-системы:

- Блокчейн-система имеет высокий уровень исходной устойчивости, если не менее 70% характеристик соответствуют уровню «высокий», а остальные – среднему уровню устойчивости и при этом ни одна из характеристик не должна соответствовать уровню «низкий»;
- Блокчейн-система имеет средний уровень исходной устойчивости, если не менее 70% характеристик соответствуют уровню не ниже «средний», а остальные – низкому уровню устойчивости;
- Блокчейн-система имеет низкий уровень исходной устойчивости, если не выполняются соответствующие условия по п. 1 и 2.

Условия определения исходного уровня устойчивости для исследуемой блокчейн-системы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Условия определения уровня исходной устойчивости блокчейн-системы

Общий уровень исходной устойчивости блокчейн-системы	Уровень устойчивости по характеристикам		
	Низкий	Средний	Высокий
Высокий уровень исходной устойчивости	0%	$\sum \leq 30\%$	$\sum \geq 70\%$
Средний уровень исходной устойчивости	$\sum \leq 30\%$	$\sum \geq 70\%$	$\sum < 70\%$
Низкий уровень исходной устойчивости	$\sum < 70\%$	$\sum < 70\%$	$\sum > 0\%$

Таким образом, по результатам оценки уровень исходной устойчивости исследуемой блокчейн-системы принимает одно из трех возможных значений (низкий, средний или высокий), которым соответствуют числовые показатели (от 1 до 3 соответственно).

С целью апробации предложенного подхода в рамках статьи определяется уровень исходной устойчивости блокчейн-системы Ethereum. Ethereum представляет собой универсальную, открытую и децентрализованную программную систему, построенную на основе блокчейна [5]. Она является одной из наиболее



популярных и ведущих блокчейн-систем, которая поддерживает смарт-контракты, обеспечиваемые протоколом консенсуса [2, 5].

Для определения уровня исходной устойчивости блокчейн-системы Ethereum следует обратиться к перечню эксплуатационных и технических характеристик из табл. 1 и применить их к блокчейн-системе Ethereum. Эксплуатационные и технические характеристики для блокчейн-системы Ethereum приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Эксплуатационные и технические характеристики блокчейн-системы Ethereum

Технические особенности и эксплуатационные характеристики системы	Принимаемое значение
1. По используемому типу блокчейн-системы	Инклюзивный
2. По используемому алгоритму консенсуса	Proof-of-Stake
3. По используемому языку описания и улучшения блокчейн-системы	C++, Go
4. По количеству узлов в блокчейн-системе	От 101 и более
5. По используемым механизмам обеспечения конфиденциальности	Не применяются в рамках блокчейн-системы
6. По используемому языку программирования смарт-контракта	Solidity
7. По использованию механизма «оракулов» в блокчейн-системе	Использование недоверенных источников внешних данных
8. Число обрабатываемых транзакций в секунду (TPS)	До 100 TPS
9. Использование сертифицированного СКЗИ и ГОСТ-криптографии в блокчейн-системе	Не реализовано в блокчейн-системе
10. Возможность динамического обновления смарт-контракта	Реализовано

Исходя из данных, приведенных в табл. 3, и условий определения уровня исходной устойчивости, приведенных в табл. 2, можно сделать вывод о том, что блокчейн-система Ethereum имеет низкий уровень исходной устойчивости и параметр принимает значение, равное 1.

### Выводы

Использование предлагаемого подхода позволяет с достаточной точностью и на основе экспертного мнения определить уровень исходной устойчивости блокчейн-системы. Данный параметр также может быть использован в качестве одного из ключевых составных параметров при оценке устойчивости смарт-контракта, функционирующего в конкретно рассматриваемой блокчейн-системе.

### Список литературы

1. Кривоногов А.А., Репин М.М., Федоров Н.В. Методика анализа уязвимостей и определения уровня безопасности смарт-контрактов при размещении в системах распределенных реестров // Вопросы кибербезопасности. – 2020. – №4(38). – С. 56-65.
2. Репин М.М., Кривоногов А.А. Проблемы обеспечения информационной безопасности смарт-контрактов в системах на основе

технологии распределенных реестров. – М.: ООО «Издательство ТРИУМФ», 2020. – 115 с.

3. Зверев Е., Никифоров А. Экспертная выборка: формирование для большой совокупности // МСФО и МСА в кредитной организации. 2019. № 2(72). – С. 68-74.

4. Корниенко А.А., Никитин А.Б., Диасамидзе С.В., Кузьменкова Е.Ю. Моделирование компьютерных атак на распределенную информационную систему // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2018. Т. 15. № 4. – С. 613-628.

5. Фролов А.В. Создание смарт-контрактов Solidity для блокчейна Ethereum. Практическое руководство. - М.: ЛитРес: Самиздат, 2019. – 240 с.

6. Андрианов А.С., Вечеркин В.Б., Прохоров М.А., Цветков А.Ю. Разработка подхода к автоматизации процесса первичной обработки исходных данных для анализа устойчивости автоматизированных систем специального назначения в условиях деструктивных воздействий // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. №10. – С. 463-472.

### References

1. Krivonogov A.A., Repin M.M., Fedorov N.V. Methodology for analyzing vulnerabilities and determining the security level of smart contracts when placed in distributed registry systems // Cyber security issues. – 2020. – pp. 56-65.

2. Repin M.M., Krivonogov A.A. Problems of information security of smart contracts in systems based on distributed registers technology. – М.: LLC «Publishing house TRIUMF», 2020. – 115 p.

3. Zverev E., Nikiforov A. Expert sampling: formation for a large population // IFRS and ISA in credit organization. 2019. № 2(72). – pp. 68-74.

4. Kornienko A.A., Nikitin A.B., Diasamidze S.V., Kuzmenkova E.Yu. Modeling of computer attacks on the distributed information system // Proceedings of St. Petersburg University of Railway Engineering. 2018. Т. 15. № 4. – pp. 613-628.

5. Frolov A.V. Creating Solidity smart contracts for Ethereum blockchain. A practical guide. - М.: LitRes: Samizdat, 2019. – 240 p.

6. Andrianov A.S.; Vecherkin V.B.; Prokhorov M.A.; Tsvetkov A.Yu. Development of the approach to the automation of the initial data processing for the stability analysis of the automated systems of special purpose in the conditions of destructive influences // Izvestiya TulSU. Technicheskie nauki. 2018. №10. – pp. 463-472.

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ ПЛОТНОЙ УПАКОВКИ В ПОДСИСТЕМАХ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

И.С. Кущева<sup>1</sup>, Е.С. Хухрянская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная Академия им. профессора Н.Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина»

Аннотация. В работе рассмотрены особенности постановки задачи плотного заполнения контейнера сложной геометрической формы. При практической реализации в системах автоматизации необходим учет принятой системы типоразмеров и технологических допусков, которые зависят от применяемого конкретного оборудования или технологии проводимых работ.

Ключевые слова: укладка, упаковка, автоматизированное проектирование, геометрическое моделирование, оптимизация, размещение объектов.

## **THE STANDARDIZATION OF THE DENSE PACKAGING PROBLEM FORMULATION IN GEOMETRIC MODELING SUBSYSTEMS**

I.S. Kuscheva<sup>1</sup>, E.S. Khukhryanskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Military Training and Research Center of the Air Force named after  
N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin

Abstract. The paper considers the formulation features of the problem of dense filling of a complex geometric shape container. In practical implementation in automation systems, it is necessary to take into account the accepted system of standard sizes and technological tolerances, which depend on the specific equipment used or the work being carried out technology.

Keywords: stacking, packaging, computer-aided design, geometric modeling, optimization, object placement.

При достаточно общей постановке оптимизационной задачи плотной укладки/упаковки при реализации математического и программного обеспечения систем автоматизации проектирования (САПР) в подотраслях лесной и деревообрабатывающей промышленности имеет ряд специфических особенностей [1], для учета которых не существует унифицированного алгоритма решения.

Классическая формулировка задачи выглядит следующим образом: необходимо в контейнер плотно разместить объекты простой/сложной формы при этом минимизировать или полностью исключить пустоты. В двумерном случае

примером может служить геометрическое моделирование мозаичного паркета с включением уникальных художественных элементов [2].

Предложенную схему решения можно применить в других областях при схожих требованиях в постановке задачи. Так, например, в строительных работах часто возникает потребность расположить объекты одинаковой формы в двумерный контур нестандартной конфигурации, полностью используя пространство.

Одной из особенностей практического решения является соответствие размеров объектов принятой системе типоразмеров, а также учет допусков на пропил или швы, которые зависят от применяемого конкретного оборудования или технологии проводимых работ.

В целом, при проектировании и создании математического и программного обеспечения САПР процесс создания соответствующих моделей как контура контейнера  $W$ , заполняемого объектами, так и алгоритма генерации регулярного орнамента одинаковыми объектами либо оригинального включения с оговоренным расположением относительно особых точек области  $W$  можно разделить на следующие задачи или свести к ним:

1. Разработка математического описания контейнера, как входного объекта, где в отличие от классического [3], не требуется аппроксимация контура сплайнами. При этом модель представляется как многоугольник с базовой точкой, к которому сводится плоский контейнер  $W$  любой формы, это позволяет свести количество натуральных измерений к минимуму без потери достоверности модели [4].

2. Формирование описания модели объекта, под которым понимают механизм размещения объектов в рамках контейнера по некоторой схеме. Размещение может быть как регулярным [5], что приводит к образованию орнамента полностью заполняющего контейнер, так и иррегулярным, помещающим геометрически сложный уникальный объект в область  $W$ , учитывая специфику последнего. При этом особенность модели включения, как и в случае описания контура контейнера, может быть трансформирована в совокупность многоугольников, объединенных базовыми точками.

Промышленное применение методик оптимизации должно предполагать учет специфики работы с материалами объектов, из которых формируется плотное заполнение контейнера. Например, принимать в расчет при создании модели допуски на пропил и швы, что приводит к нечеткости в постановке задачи, поскольку изменение линейных размеров должно согласовываться с действующими ГОСТами на объекты, с одной стороны, и не приводить к перерасходу материала с другой стороны [6]. Учитывая вышесказанное, плотную упаковку объектами двумерной замкнутой области можно отнести к задачам с использованием теории нечетких множеств.

Авторами [1, 4] было предложено решение в виде двухэтапного заполнения области как мультипликация атомарных объектов в пределах границ контейнера  $\overline{W}$ , представляющегося кортежем элементов

$$\bar{W} = \langle (\bar{V}_j, j = 1, n_R(\bar{W})), (A_i, i = 1..m_A), p_{0W} \rangle,$$

где  $\bar{V}_j, j = 1, n_R(\bar{W})$  – множество точек, образующих контур контейнера;  $n_R$  – количество  $V_j$  в контуре  $\bar{W}$ ;  $p_{0W}$  – точка, указывающая центр системы координат, связанный с областью заполнения;  $A_i, i = 1..m_A$  – множество составляющих контейнер стандартных геометрических элементов.

В свою очередь объекты  $\Omega$ , заполняющие контур, описываются подобным образом:

$$\bar{\Omega} = \langle (\bar{V}_j, j = 1, n_R(\bar{\Omega})), (a_i, i = 1..m_a), p_{0\Omega} \rangle$$

где  $n_R$  – количество углов в объекте;  $\bar{V}_j, j = 1, n_R(\bar{W})$  – множество вершин, входящих в объект;  $p_{0\Omega}$  – центр внутренней системы координат;  $a_i, i = 1..m_a$  – множество подобъектов, из которых формируется внешний контур.

Таким образом, указанная стандартизированная методика формирования, как контуров объектов, так и контейнера, позволяет сказать о получении их унифицированного описания.

### Список литературы

1. Кущева, И.С. Специфика некоторых оптимизационных моделей в задачах упаковки в подотраслях лесного комплекса / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2017. - Т. 10, № 3. – С. 10-18.
2. Кущева, И. С. Моделирование решений в САПР паркетных работ / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование информационных систем: Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 19-20 мая 2021 года. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», 2021. – С. 346-350.
3. Аввакумов, В.Д. Оптимальное размещение плоских объектов произвольной геометрической формы / В.Д. Аввакумов // Информационные технологии. – 2009. – № 5. - С. 31–35.
4. Кущева, И.С. Обобщенная математическая модель описания входного объекта для задач размещения / И.С. Кущева, Т.И. Сушко, Е.С. Хухрянская // Физико-математическое моделирование систем: Материалы XVIII Международного семинара, Воронеж, 30 июня 2017 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2018. – Ч. 2. – С. 128-133.
5. Мартынов, В.В. Метод регулярного размещения плоских геометрических объектов на базе геометрических преобразований / В.В. Мартынов, А.В. Бабель // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т.17, № 2(55). – С. 208-214.
6. Высоцкая, И. А. Поиск множества допустимых управленческих решений в технических системах / И. А. Высоцкая // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 35-42.

## References

1. Kuscheva, I.S. Specificity of some optimization models in packaging tasks in forestry sub-sectors / I.S. Kuscheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of systems and processes. – 2017. - T. 10, No. 3. – P.10-18/.
2. Kuscheva, I.S. CAD modeling of parquet works / I.S. Kuscheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of information systems: Materials of the International Scientific and Practical Conference, Voronezh, May 19-20, 2021. – Voronezh: Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, 2021. – P. 346-350.
3. Avvakumov, V.D. Optimum accommodation of flat objects of free geometric form / V.D. Avvakumov // Information Technologies. – 2009. – No. 5. - P. 31–35.
4. Kuscheva, I.S. Summarized mathematical model of description of the input object for placement tasks / I.S. Kuscheva, T.I. Sushko, E.S. Khukhryanskaya // Physical and mathematical modeling of systems: Materials of the XVIII International Seminar, Voronezh, June 30, 2017. – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2018. – Part 2. – P. 128-133.
5. Martynov, V.V. The method of the regular placement of flat geometric objects based on geometric transformations / V.V. Martynov, A.V. Babel // Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University . – 2013. – T.17, No. 2(55). – P. 208-214.
6. Vysotskaya, I.A. Search for a set of acceptable management solutions in technical systems / I.A. Vysotskaya // Modeling of systems and processes. – 2024. – T. 17, No. 1. – P. 35-42.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ  
«ПОЛНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ» ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАЩИТЫ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

И.В. Луценко

Приднестровский Государственный Университет им Т.Г. Шевченко

Аннотация. В статье рассматривается процесс построения защиты информации в информационной системе предприятия с использованием модели “полного перекрытия”, благодаря которой можно найти оптимальный состав средства для построение системы защиты информации в информационной системе предприятия или организации.

Ключевые слова: защита информации, информационная система, угрозы, автоматизирования система.

**AN AUTOMATED SYSTEM BASED ON THE “FULL OVERLAP” MODEL  
FOR ANALYZING THE PROTECTION OF AN ENTERPRISE  
INFORMATION SYSTEM**

I.V. Lutsenko

T.G. Shevchenko Pridnestrovian State University

Abstract. The article discusses the process of building information protection in the information system of an enterprise using the “complete overlap” model, thanks to which it is possible to find the optimal composition of the means for building an information protection system in the information system of an enterprise or organization.

Keywords: information protection, information system, threats, automation system.

Развитие информационных технологий упростило задачи по защите данных, внедрив автоматизированные системы для обеспечения информационной безопасности. Такие системы позволяют не только собирать и хранить данные, но и оперативно оценивать их уязвимости, а также принимать меры для защиты этих данных. В условиях, когда предприятие обрабатывает не только товары и сырье, но и ключевую информацию о покупках, отчетах и других данных, от которых зависят дальнейшие бизнес-решения, автоматизация защиты становится необходимой.

Автоматизированные системы защиты информации помогают владельцам определять ценность данных и выбирать оптимальные меры безопасности. Благодаря анализу угроз и различным методам из теории информации, система способна быстро оценить риски и предложить эффективные стратегии для пре-

дотвращения утечек или несанкционированного доступа. Собственник информации принимает решение о степени конфиденциальности и ресурсах, которые следует инвестировать в защиту, на основе рекомендаций системы, что снижает трудоемкость и упрощает процесс принятия решений в условиях повышенных рисков.

Для упрощения реализации выбора средств защиты информации используют различные системы, которые позволяют моделировать защиту данных информационной системы.

Данные системы используют различные модели для моделирования процесса. Моделирование процесса защиты информации представляет собой сложную задачу, для решения которой применяются методы декомпозиции и приведения сложной задачи к формальному описанию и решению данной задачи формальными методами.

Наиболее подходящей моделью при проектировании системы защиты информации является модель системы с полным перекрытием (модель Клементса-Хофмана) (рис. 1). Модель позволяет оценить защищенность системы, рассчитать затраты для проектирования системы защиты информации, а также определить оптимальный вариант построения системы безопасности. Для реализации модели используется теория графов, теория нечетких множеств и теория вероятности.

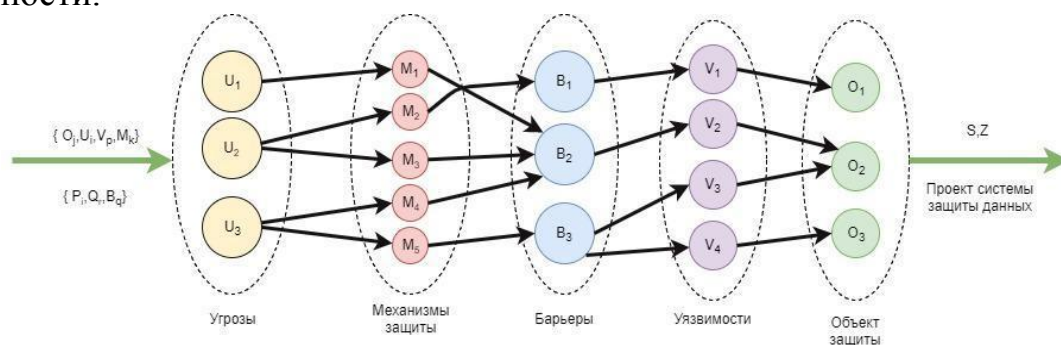


Рисунок 1 – Модель системы полного перекрытия (модель Клементса – Хофмана)

Для построения модели с полным перекрытием необходимо определить три множества:

- множество угроз  $U = \{u_i\}, i = \overline{1, m}$ ;
- множество объектов барьеров  $O = \{o_j\}, j = \overline{1, n}$ ;
- множество механизмов защиты  $M = \{m_k\}, k = \overline{1, r}$ .

Элементы множества  $U$  и  $O$  находятся между собой в определенных отношениях «угроза – объект», определяемых двудольными графом  $G(X, E)$ , где  $X$  - множество вершин графа  $X = \{x_{i+j}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$ , а  $E$  - множество дуг графа. Дуга  $\langle U_i, O_j \rangle$  существует только тогда, когда  $U_i$  является средством получения доступа к объекту  $O_j$ .

Цель защиты модели состоит в том, чтобы «перекрыть» каждую дугу графа и создать барьер для доступа по этому пути.



Используя множество средств защиты информации  $M$ , 2-х дольный граф преобразуется в 3-х дольный.

В защищенной системе данных все рёбра представляются в виде:

$$\langle U_i, M_k \rangle \text{ и } \langle M_k, O_j \rangle$$

Предлагается ввести еще два элемента:

$V$  - набор уязвимых мест в защите данных, с помощью которых можно осуществлять угрозы  $u_i$  в отношении объектов  $o_j$ .

$B$  - набор барьеров в системе защиты информации, который представляют собой пути осуществления угроз безопасности, перекрытые средствами защиты.

Таким образом, процесс защиты информации представляет собой кортеж:

$$S = \{O, U, M, V, B\}, \quad (1)$$

Где  $O$  - множество защищаемых объектов;

$U$  - множество возможных угроз;

$M$  - множество средств защиты;

$V$  - множество уязвимых мест в системе защиты информации;

$B$  - множество барьеров.

Но, если рассматривать данную модель в информационной системе, то при получении доступа к защищаемому объекту, можно получить и доступ другим защищаемым объектам. Например, при получении доступа к информационной базе, злоумышленник может получить таблицы пользователей с их логинами и паролями, что позволит злоумышленнику авторизоваться, как администратор и иметь полный доступ к всей информационной системе.

Была реализована система автоматизированного проектирования на основе данной модели.

Для ввода данных используется модуль исходных данных об объекте. В данный модуль вводятся объекты, которые нужно защищать. Также сделана база знаний по средствам предотвращения объектов (барьеры). Каждый объект имеет поля для ввода стоимости данного барьера. С помощью экспертной оценки проставляется коэффициент стойкости барьера от угрозы.

После выбора защищаемых объектов, система моделирует различные варианты угроз, которые есть в базе данных с барьерами, то находится оптимальный вариант, где процент стойкости барьеров от угроз на информационную систему и сумму стоимости затраченных на барьер.

Данная система реализована в виде веб-сайта, что позволяет без установки и использования веб-браузера заходить и обновлять информационную базу, а также производить анализ угроз. Скриншот работы системы представлен на рис. 2.

**Результат моделирования**

**Защищаемые объекты**- 1С система  
MySQL server

**Угрозы**- УБИ.002: Угроза агрегирования данных, передаваемых в грид-системе  
УБИ.003: Угроза анализа криптографических алгоритмов и их реализации  
УБИ.004: Угроза аппаратного сброса пароля BIOS  
УБИ.005: Угроза внедрения вредоносного кода в BIOS  
УБИ.006: Угроза внедрения кода или данных  
УБИ.001 Угроза автоматического распространения вредоносного кода в грид-системе

**Результат**

Вариант	Барьеры	Стойкость	Затраты
1	Fairwall linux Kaspersky Small Office Security Антивирус ESET NOD32 Программно аппаратный комплекс соболь	61	598 USD
2	Антивирусник фирмы DrWeb Kaspersky Small Office Security Антивирус ESET NOD32 Программно аппаратный комплекс соболь	13	1948 USD

Рисунок 2 - Результат работы автоматизированной системы

Данная автоматизированная система моделирования угроз на информационную систему автоматически обновляет базу угроз и средств защиты информации, что позволяет держать построенную систему защиты актуальной для противодействия современным угрозам.

Применение автоматизированной системы, в основе работы которой лежит модель Клеменса-Хофмана для нахождения оптимального набора средств защиты информации на информационную систему предприятия, значительно снижает трудоемкость процессов, связанных с защитой информации, и повышает эффективность проектных решений.

Модель Клеменса-Хофмана учитывает множество факторов, таких как динамика угроз, оценка уязвимостей и рисков, что позволяет более точно прогнозировать возможные угрозы и оптимизировать меры по их предотвращению. Благодаря такому подходу, владельцы данных могут принимать обоснованные решения о том, какие меры безопасности внедрить, с учетом актуальной оценки рисков, что, в свою очередь, снижает затраты на избыточные меры и усилия. Автоматизация процессов анализа и защиты информации, основанная на данной модели, способствует ускорению проектирования и внедрения необходимых решений, повышает их адаптивность и обеспечивает более точное распределение ресурсов на защиту наиболее критичных данных.

### Список литературы

1. Баранова Е.К., Бабаш А.В. Моделирование системы защиты информации. Практикум : учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2016. – 224 с.

2. Луценко И.В. Моделирование процесса защиты информации на промышленном предприятии // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. – 2024. – С. 143-145.

3. Рытов М.Ю. Использование специализированной САПР для проектирования комплексных систем защиты информации / М.Ю. Рытов, И.В. Луценко, М.А. Луценко // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. – 2018. – № 1. – С. 100-104.

### References

1. Baranova Ye.K., Babash A.V. Modelirovaniye sistemy zashchity informatsii. Praktikum : ucheb. posobiye. – 2nd ed., revis. and add. – M.: RIOR: INFRA-M, 2016. – 224 p.

2. Lutsenko I.V. Modelirovaniye protsessa zashchity informatsii na promyshlennom predpriyatii // Prioritetnyye napravleniya innovatsionnoy deyatel'nosti v promyshlennosti. – 2024. – P. 143-145.

3. Rytov M.Yu. Ispol'zovaniye spetsializirovannoy SAPR dlya proyektirovaniya kompleksnykh sistem zashchity informatsii / M.Yu. Rytov, I.V. Lutsenko, M.A. Lutsenko // Innovatsionnyye, informatsionnyye i kommunikatsionnyye tekhnologii. – 2018. – № 1. – S. 100-104.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ МОДУЛЯ УЧЕТА КОММУНАЛЬНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ В СТУДЕНЧЕСКИХ ОБЩЕЖИТИЯХ**

Д.А. Мельников, А.Н. Потапов, И.С. Кущева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся алгоритмы расчета коммунальных платежей, анализ структуры общежитий и анализ процесса работы с общежитиями. Предложено моделирование собственного модуля системы учета коммунальных платежей в общежитиях.

Ключевые слова: модуль, информационная система, моделирование, коммунальные платежи, общежития.

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR ACCOUNTING UTILITY BILLS IN DORMITORIES**

D.A. Melnikov, A.N. Potapov, I.S. Kushcheva

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article provides algorithms for calculating utility bills, an analysis of the structure of communities and an analysis of the process of working with dormitories. The modeling of the own module of the system of accounting for utility bills in dormitories is proposed.

Keywords: module, information system, modeling, utility bills, dormitories.

Современные общежития высших учебных заведений предоставляют студентам и сотрудникам не только комфортабельное жилье, но и ряд дополнительных услуг, таких как интернет, телевидение, стирка белья и т.д. Каждый месяц студенты и сотрудники оплачивают коммунальные услуги, но часто возникают проблемы с учетом и распределением затрат. Студенческое общежитие выбрано в качестве объекта для внедрения [1]. Основная цель функционирования этого подразделения института заключается в обеспечении сотрудников и обучающихся жилыми помещениями, которые соответствуют санитарно-бытовым требованиям. На рис. 1 представлена структура студенческого общежития.



Рисунок 1 – Организационная структура общежития

На основе проведенного анализа была разработана AS-IS модель, которая позволяет идентифицировать и организовать процессы, которые происходят в системе во время ее функционирования. На рис. 2 представлена основная контекстная диаграмма данной модели предоставления услуг проживания в общежитии.

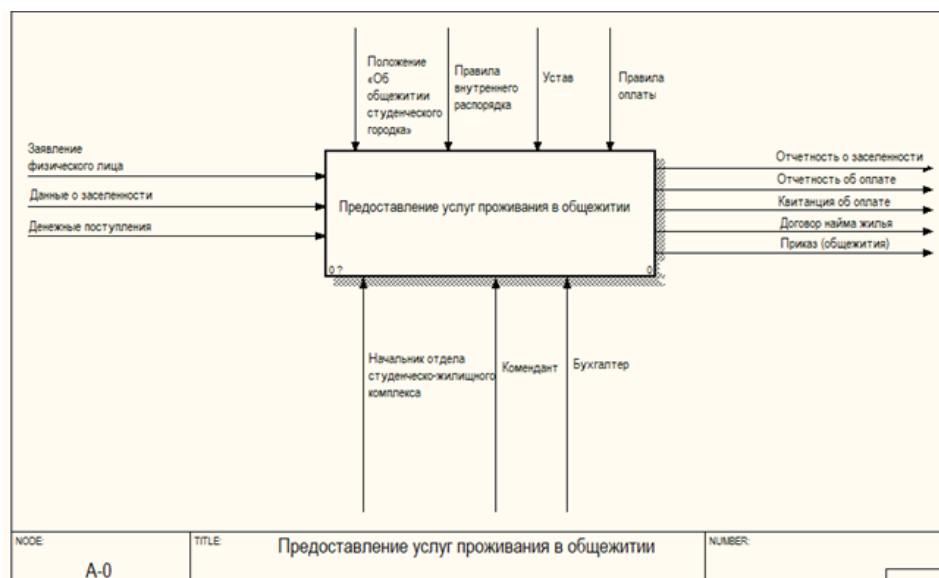


Рисунок 2 – Главная контекстная диаграмма (модель AS-IS)

Входящие стрелки – «Заявление физического лица», «Данные о заселенности», «Денежные поступления». Это те вводные, которые необходимы для начала работы.

Выходные стрелки – «Отчетность о заселенности», «Отчетность об оплате», «Квитанция об оплате», «Договор найма жилья», «Приказ (общежития)».

Управляющие для предоставления услуг проживания в общежитии – это «Положение «Об общежитии студенческого городка»», «Правила внутреннего распорядка ВГТУ», «Правила оплаты ВГТУ», «Устав ВГТУ».

А в роли «Механизмов» выступает комендант, бухгалтер и начальник отдела студенческо-жилищного комплекса.

Для более детального понимания логики бизнес-процессов, протекающих в текущей проблемной области, разработанная выше контекстная диаграмма

была разбита на пять процессов [2]. Декомпозиция контекстной диаграммы представлена на рис. 3.

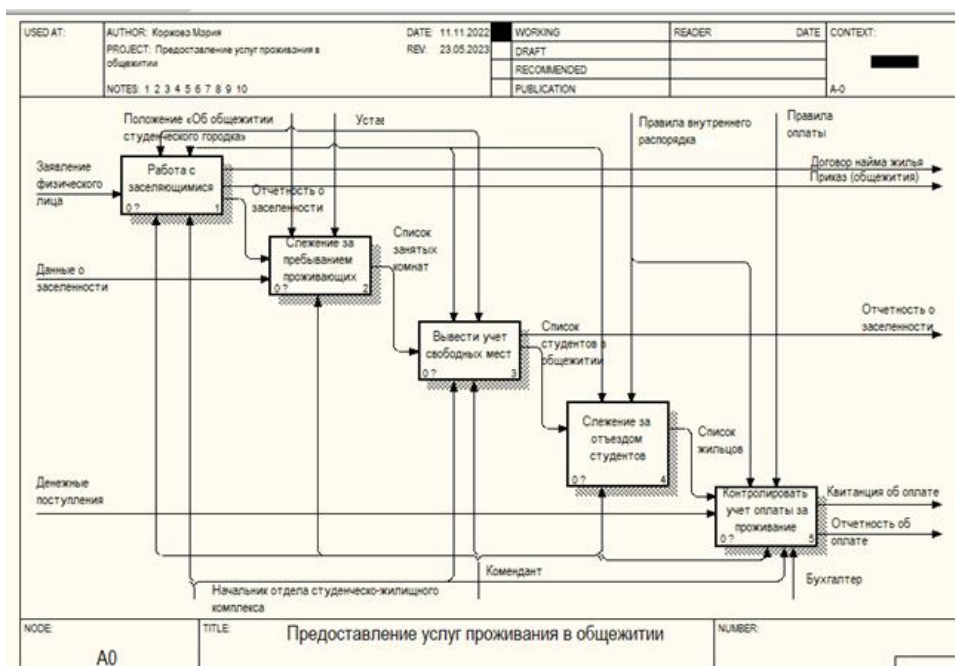


Рисунок 3 – Декомпозиция контекстной диаграммы

Блок-схема процесса алгоритма расчета стоимости проживания для бюджетников представлена на рис. 4.

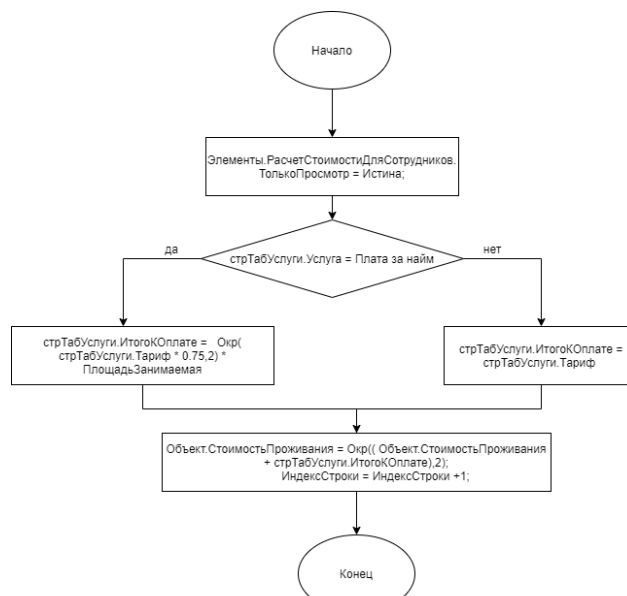


Рисунок 4 – Блок-схема процесса расчета количества рабочих места

Блок схема алгоритма расчета стоимости проживания для контрактников представлена на рис. 5.

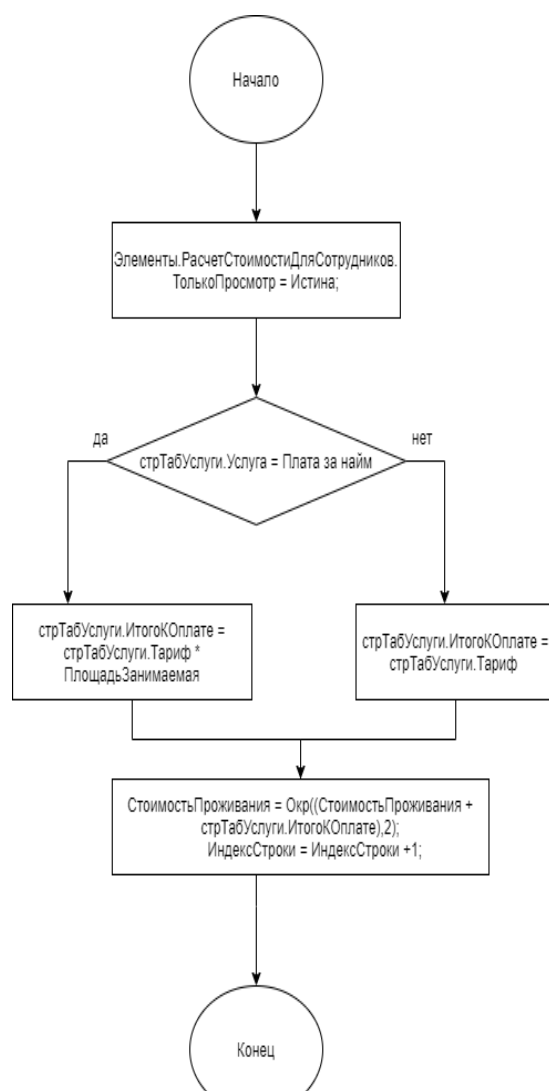


Рисунок 5 – Алгоритм расчета стоимости проживания для контрактников

В итоге, алгоритмы представляют собой последовательность шагов, в которых определяется категория проживания, применяются различные условия и тарифы в зависимости от комнаты и потребностей проживающих (рис. 6). Затем производится расчет стоимости проживания на основе формул, учитывающих жилую площадь, количество человек и применяемый тариф для каждой коммунальной услуги и суммируются.

Этот алгоритм обеспечивает точный и справедливый расчет стоимости проживания в общежитии, учитывая различные факторы, такие как длительность проживания, категория проживания, площадь комнаты и количество проживающих. Такой подход позволяет достичь прозрачности и справедливости в определении стоимости проживания для разных категорий проживающих.

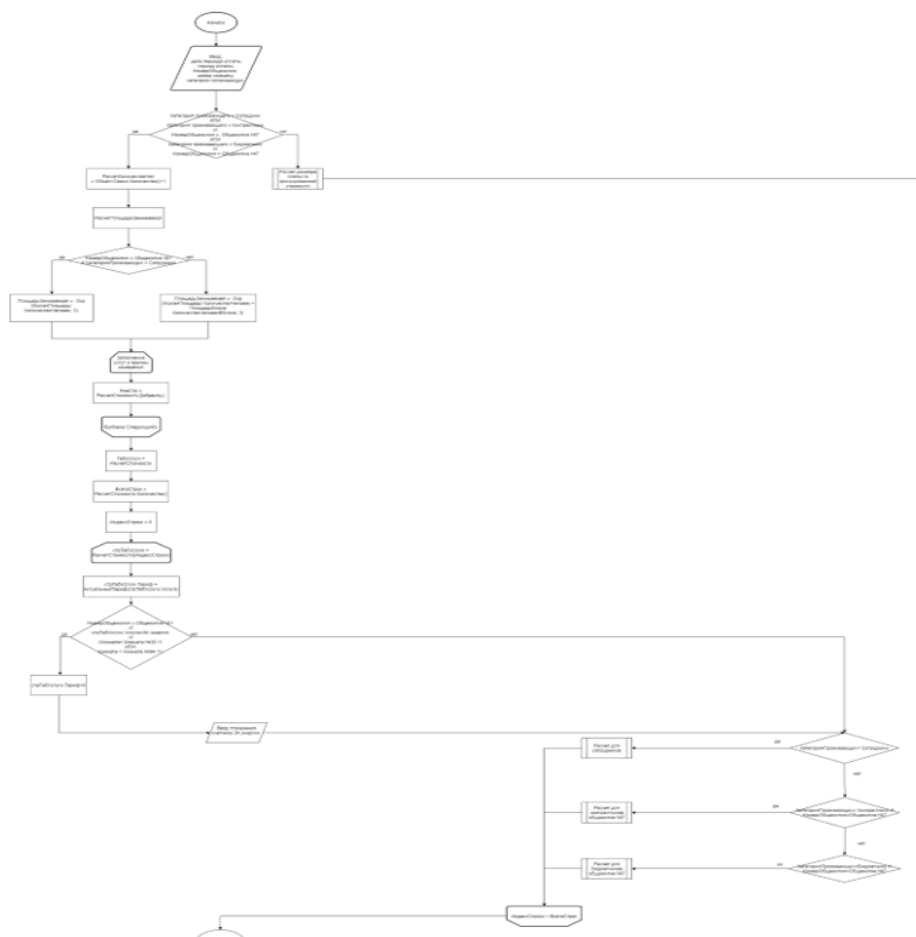


Рисунок 6 – Алгоритм расчет стоимости проживания по коммунальным услугам

### Выводы

Новые требования и нормативы в сфере предоставления услуг общежитий, а также необходимость эффективного и точного учета и распределения затрат создают потребность в разработке специализированного программного решения.

### Список литературы

1. Управление качеством учебного процесса / В.Г. Горбунов, О.Л. Бордюжа, В.В. Лавлинский, Д.В. Байбеков // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 14-25.
2. Кельчевская, Н.Р. Концепция ценообразования платы за проживание в общежитиях проблемы и пути решения / Н.Р. Кельчевская, П.А. Марьянов // Университетское управление практика и анализ. – 2021. – Т. 42, № 2. – С. 34-48.
3. Кириллина, Ю. В. Моделирование бизнес-процессов : учебное пособие / Ю. В. Кириллина, И. А. Семичастнов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. – 140 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/256733> (дата обращения: 08.10.2024).
4. Заяц, А. М. Инструментальные средства инфокоммуникационных систем : учебное пособие / А. М. Заяц, А. А. Логачев. – Санкт-Петербург :



СПбГЛТУ, 2022. – 228 с. – ISBN 978-5-9239-1346-0. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/308624> (дата обращения: 08.10.2024).

5. Головнин, О. К. Введение в системное программирование и основы жизненного цикла системных программ : учебное пособие / О. К. Головнин, А. А. Столбова. – Самара : Самарский университет, 2021. – 172 с. – ISBN 978-5-7883-1695-6. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257132> (дата обращения: 08.10.2024).

6. Лентяева, Т. В. Информационные системы в экономике : учебное пособие / Т. В. Лентяева, А. Д. Лагунова. – Москва : РТУ МИРЭА, 2021. – 100 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/218570> (дата обращения: 15.02.2023).

7. Разработка математической модели оптимизации процесса обучения курсантов силовых структур в высших учебных заведениях как сложной системы / В. И. Сумин, А. С. Дубровин, С. В. Родин, В. К. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 70-78.

### References

1. Quality management of the educational process / V.G. Gorbunov, O.L. Bordyuzha, V.V. Lavlinsky, D.V. Baibekov // Modeling of systems and processes. – 2023. – Vol. 16, No. 2. – pp. 14-25.

2. Kelchevskaya, N. R. The concept of pricing fees for living in dormitories problems and solutions / N. R. Kelchevskaya, P. A. Maryanov // University management practice and analysis. – 2021. – Vol. 42, No. 2. – pp. 34-48.

3. Kirillina, Yu. V. Modeling of business processes : a textbook / Yu. V. Kirillina, I. A. Semichastnov. – Moscow : RTU MIREA, 2022. – 140 p. // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/256733> (date of request: 08.10.2024).

4. Zayats, A. M. Instrumental means of infocommunication systems : a textbook / A. M. Zayats, A. A. Logachev. – St. Petersburg : SPbGLTU, 2022. – 228 p. – ISBN 978-5-9239-1346-0 // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/308624> (date of request: 08.10.2024).

5. Golovnin, O. K. Introduction to system programming and the basics of the life cycle of system programs : a textbook / O. K. Golovnin, A. A. Stolbova. – Samara : Samara University, 2021. – 172 p. – ISBN 978-5-7883-1695-6 // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257132> (date of issue: 08.10.2024).

6. Lentyaeva, T. V. Information systems in economics : a textbook / T. V. Lentyaeva, A.D. Lagunova. – Moscow : RTU MIREA, 2021. – 100 p. // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/218570> (date of application: 02/15/2023).

7. Development of a mathematical model for optimizing the process of training cadets of law enforcement agencies in higher educational institutions as a complex system / V. I. Sumin, A. S. Dubrovin, S. V. Rodin, V. K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. – 2023. – Vol. 16, No. 2. – pp. 70-78.

## **РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ОБНАРУЖЕНИЯ МОШЕННИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ С ПЛАТЕЖНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ**

О.В. Оксюта, В.А. Иванников

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Работа посвящена разработке сервиса обнаружения мошеннических действий с платежными операциями. Разработанный программный код предназначен для выявления подозрительных транзакций, которые могут нанести материальный ущерб. Программа позволяет взаимодействовать с брокерами сообщений, а также с базой данных.

Ключевые слова: антифрод, микросервисная архитектура, реактивные системы, события, анализ входных данных.

## **DEVELOPMENT OF A SERVICE FOR DETECTING FRAUDULENT ACTIONS WITH PAYMENT TRANSACTIONS**

O.V. Oksuyta, V.A. Ivannikov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The work is devoted to the development of a service for detecting fraudulent actions with payment transactions. The developed program code is designed to identify suspicious transactions that can cause material damage. The program allows you to interact with message brokers, as well as with the database.

Keywords: antifraud, micro service architecture, reactive systems, events, input data analysis.

Виды подозрительных операций отличаются и зависят от рассматриваемой отрасли. Признаки таких операций описаны и хранятся в специальных справочниках и бывают общие и специфические. Для того, чтобы определить операцию подозрительной ее достаточно найти в списке общих подозрительных операций или провести анализ этой операции относительно деятельности организации.

При разработке системы поиска подозрительных транзакций необходимо решить следующие задачи:

1. проанализировать различные технологии и выбрать наиболее оптимальные для реализации микросервисы,
2. выявить необходимую функциональность,
3. спроектировать структуру баз данных,
4. реализовать микросервисы.

При реализации системы поиска подозрительных транзакций были использованы следующие средства разработки:

1. Java 17,
2. фреймворк. Spring Boot 3.0.6 (Webflux),
3. Spring Data JPA,
4. база данных. PostgreSQL 13,
5. брокер сообщений Apache Kafka 3.3,
6. NoSQL кэш база данных Redis,
7. Mapstruct,
8. миграции базы данных. Flyway,
9. средство контейнеризации: Docker.

В ходе разработки системы были определены требования к аппаратному и программному обеспечению.

Требования к аппаратному обеспечению сервера:

- процессор с тактовой частотой 2 ГГц и выше,
- процессор, как минимум с 8 вычислительными ядрами,
- 128 Гб оперативной памяти,
- 100 Тб дискового пространства.

Требования к программному обеспечению сервера: среда выполнения Java-кода JRE для версии Java 17.

Реализация антифрод-сервиса подразумевает разработку двух слабосвязанных микросервисов, образующих систему для обнаружения подозрительных действий. Для удобства развертывания, микросервисы «подняты» в среде контейнеров Docker.

Система анализирует транзакции в реальном времени, сравнивая их с нормальным поведением или правилами. Когда система обнаруживает отклонения от нормы, это может быть сигналом возможного мошенничества.

Основные этапы работы системы:

- сбор данных: система получает данные о поведении пользователя или о транзакциях: тип операции, время, место, сумма, источник и другие параметры,
- анализ данных: алгоритмы анализируют данные, чтобы сравнить текущие действия с нормальными или известными мошенническими схемами,
- реакция на аномалии: если действие считается подозрительным, система помечает платеж подозрительным и отправляет в тему Kafka.

На рис. 1 показана общая архитектура сервиса поиска подозрительных транзакций.

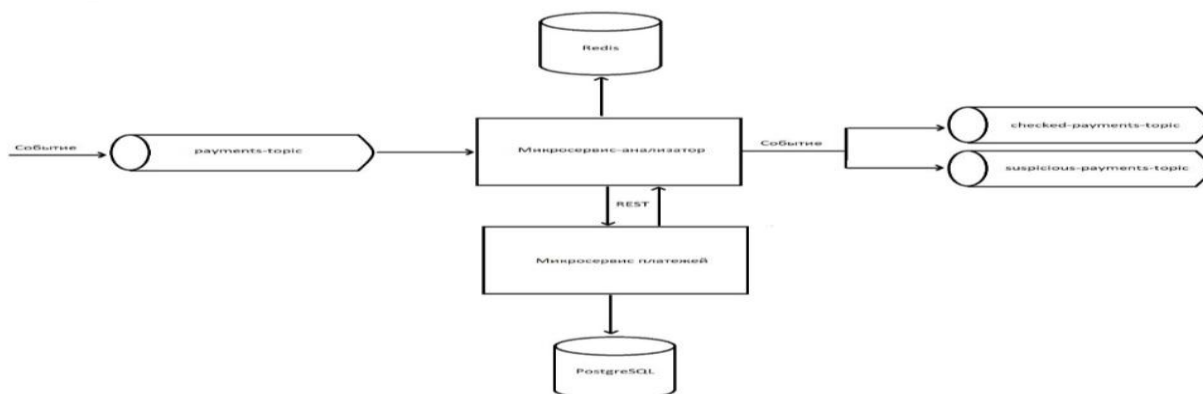


Рисунок 6 – Общая архитектура сервиса

База данных микросервиса платежей состоит из нескольких сущностей.

Сущность payments предназначена для хранения информации о входящих платежах; logs – для хранения бизнес-логов микросервиса; flyway\_schema\_history – служебная таблица, хранящая информацию о выполнении скриптов миграции микросервиса.

На рис. 2 показаны параметры основных сущностей базы данных.

payments		flyway_schema_history	
id	<pi> bigserial	installed_rank	<pi> integer
payer_card_number	character varying(150)	version	character varying(50)
receiver_card_number	character varying(150)	description	character varying(150)
latitude	double	type	character varying(20)
longitude	double	script	character varying(1000)
date	timestamp with time zone	checksum	integer
payments_pk	<pi>	installed_by	character varying(100)
		installed_on	timestamp without time zone
		execution_time	integer
		success	boolean
		flyway_schema_history_pk	<pi>

logs	
id	<pi> bigserial
id_payer	character varying(150)
query	character varying(8000)
action	character varying(15)
logs_pk	<pi>

Рисунок 2 – Параметры сущностей базы данных

### Список литературы

1. Абдуллин, А.А. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4-9.
2. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. / Т. Коннолли, К. Бегг – 3-е изд.б ; пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1440 с.
3. Мартин, Р. Чистый код: создание, анализ и рефакторинг. / Р. Мартин. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 464 с.
4. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
5. Ричардсон, К. Микросервисы. Паттерны микросервисной архитектуры. / К. Ричардсон. – Майнинг, 2019. – 554 с.
6. Рогозин Е.А. Модель индивидуально группового назначения доступа к иерархически организованным объектам критических информационных систем с использованием мобильных технологий / Е.А. Рогозин, В.А. Хвостов,

В.В. Суханов [и др.]// Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.

7. Сидоров, А.А. Проектирование информационных систем / А. А. Сидоров. – СПб., 2019. – 318 с.

8. Суханов, В.В. Методика аналитического мониторинга аномального поведения пользователей в распределенной информационной системе критического применения / В.В. Суханов, О.В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 79-85. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-79-85.

### References

1. Abdullin, A.A. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – vol. 12, No. 2. – pp. 4-9.

2. Connolly, T. Databases. Design, implementation and support. Theory and practice / T. Connolly, K. Begg – 3rd edition. Translated from English. – M. : Publishing house "Williams", 2003. – 1440 p.

3. Martin, R. Pure code: creation, analysis and refactoring. / R. Martin. – St. Petersburg: Piter, 2013. – 464 p.

4. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of external libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

5. Richardson, K. Microservices. Patterns of microservice architecture / K. Richardson. – Mining, 2019. – 554 p.

6. Rogozin E.A. Model of individually group assignment of access to hierarchically organized objects of critical information systems using mobile technologies / E.A. Rogozin, V.A. Khvostov, V.V. Sukhanov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 73-79. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-73-79.

7. Sidorov, A.A. Designing information systems / A. Sidorov. – St. Petersburg, 2019. – 318 p.

8. Sukhanov, V.V. Methodology of analytical monitoring of abnormal user behavior in a distributed information system of critical application / V.V. Sukhanov, O.V. Lankin // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 79-85. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-79-85.

## **АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПРОДУКЦИИ НА СКЛАДЕ ПРЕДПРИЯТИЯ**

О.В. Оксюта, Н.С. Белоштанов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем для учета продукции на складе предприятия. Был составлен ряд функциональных требований для последующей разработки информационной системы, также была смоделирована система согласно методологии IDEF0.

Ключевые слова: автоматизация складских операций, информационная система, оптимизация складского учета, моделирование.

## **ANALYSIS AND MODELING OF PRODUCT ACCOUNTING INFORMATION SYSTEM IN THE ENTERPRISE WAREHOUSE**

O.V. Oksuyta, N.S. Beloshtanov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of an analysis of existing information systems for accounting for products in an enterprise's warehouse. A number of functional requirements for the subsequent development of the information system were compiled, and the system was modeled according to the IDEF0 methodology.

Keywords: automation of warehouse operations, information system, optimization of warehouse accounting, modeling.

Каждое предприятие, независимо от его размера, сталкивается с необходимостью хранения, структурирования, организации и обработки больших объемов данных. Поэтому компании любого масштаба нуждаются в автоматизированных системах учета готовой продукции. В табл. 1 приведены результаты анализа различных программных решений для управления складом предприятия.

Таблица 1 – Результаты анализа существующих информационных систем для склада предприятия

	1С: Управление торговлей	Битрикс24	SAP ERP
Самостоятельный программный продукт/конфигурация	Конфигурация	Самостоятельный программный продукт	Конфигурация
Базовые функции учета	Да	Да	Да
Интерфейс	Интуитивно понятный интерфейс	Удобный интерфейс с возможностью настройки под пользователя	Сложный интерфейс
Формирование отчетов	Да	Да	Да
Необходимость обучения персонала	Нет	Нет	Да
Сопровождение программного продукта	Да	Нет	Да
Стоимость лицензии (руб.)	30,000 - 90,000	90,000	от 500,000

Для успешной разработки информационной системы для учета складской продукции предприятия была выполнена модель предметной области с использованием диаграмм IDEF0. IDEF0 — методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Контекстная диаграмма IDEF0, представленная на рис. 1, иллюстрирует процесс учета продукции на складе предприятия. На рис. 2 показана диаграмма декомпозиции контекстной диаграммы учета продукции на складе предприятия.



Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

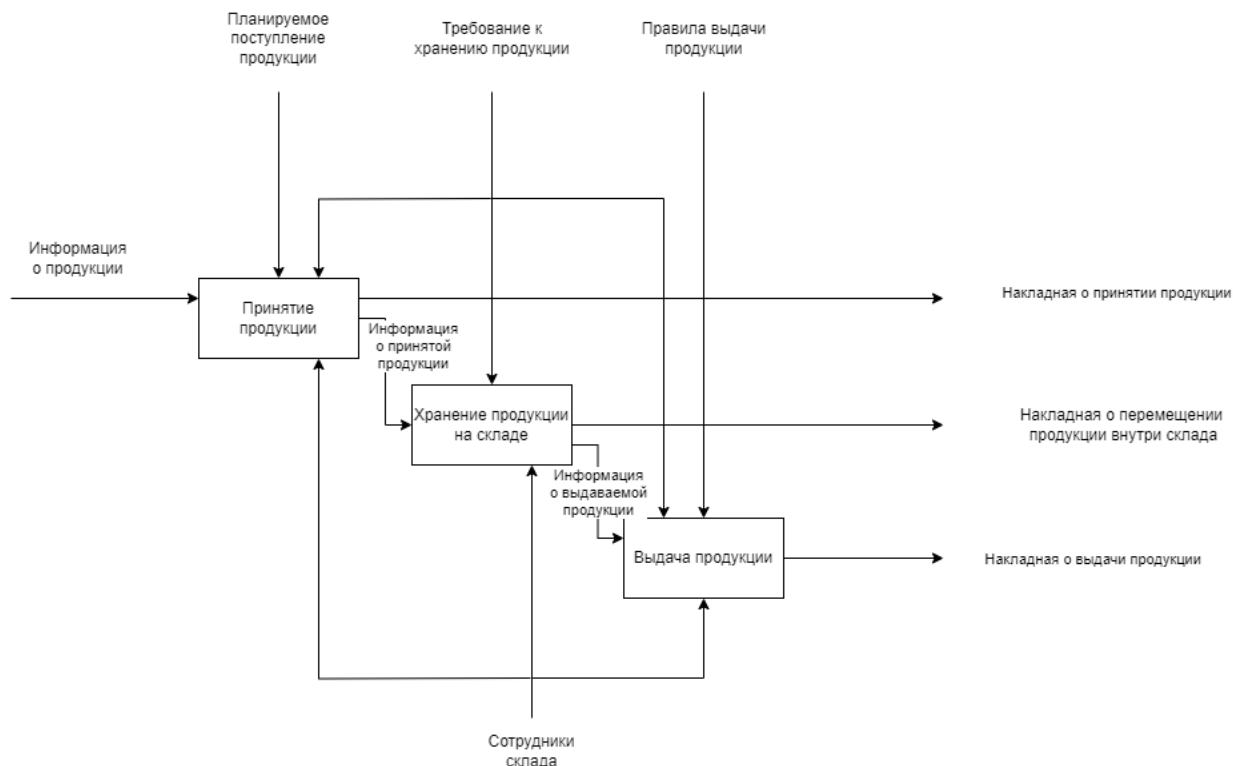


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции А0

В результате анализа процессов, представленных на контекстной диаграмме, были определены задачи, которые должна выполнять система.

Функциональные требования описывают, что система должна делать для удовлетворения потребностей или ожиданий пользователя. Эти требования можно воспринимать как функции, которые пользователь замечает при работе с системой. Составим функциональные требования к разрабатываемой информационной системе.

Таблица 2 – Функциональные требования

Идентификатор	Описание
fun_req_1	Учет и регистрация поступления продукции на склад.
fun_req_2	Учет и регистрация отгрузки продукции со склада.
fun_req_3	Учет и регистрация перемещения продукции.
fun_req_4	Отслеживание текущего состояния запасов продукции.
fun_req_5	Ведение и управление данными о поставщиках и покупателях.
fun_req_6	Реализация индивидуальных пользовательских прав доступа
fun_req_7	Генерация отчетов о движении и наличии продукции на складе.

### Список литературы

1. Амирова, А.Р. Разработка программного обеспечения информационно-аналитической системы складского учета / А.Р. Амирова, Д.Р. Богданова // Форум молодых ученых. – 2019. № 4. – С. 60-67.
2. Математическое обеспечение информационно-управляющей системы для хранения продукции с ограниченным сроком хранения / Д.В. Арапов, Н.Ю. Юдина, В.А. Курицын, Л.А. Коробова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 7-18.



3. Муханов, К.А. Алгоритмы структурной и параметрической настройки адаптивных следящих систем / К.А. Муханов // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 39-47.
4. Рышкова, И.М. Особенности организации складского учета товаров / И.М. Рышкова // Молодой ученый. – 2018. № 36. – С. 76-78.
5. Тертерян, А.С. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев / А.С. Тертерян, А.В. Бровко // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
6. Юров, А.Н. Проектирование автоматизированной системы производственных планировок / А.Н. Юров // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 87-93.

### **References**

1. Amirova, A.R. Software development of an information and analytical warehouse accounting system / A.R. Amirova, D.R. Bogdanova // Forum of Young Scientists. – 2019. No. 4. – pp. 60-67.
2. Mathematical support of an information and control system for storing products with a limited shelf life / D.V. Arapov, N.Yu. Yudina, V.A. Kuritsyn, L.A. Korobova // Modeling of systems and processes. – 2024. – vol. 17, No. 1. – pp. 7-18.
3. Mukhanov, K.A. Algorithms of structural and parametric tuning of adaptive tracking systems / K.A. Mukhanov // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 2. – pp. 39-47.
4. Ryshkova, I. M. Features of the organization of warehouse accounting of goods / I.M. Ryshkova // Young scientist. - 2018. No. 36. – pp. 76-78.
5. Terteryan, A.S. Optimization methods in multi-criteria problems using local qualitative importance of criteria / A.S. Terteryan, A.V. Brovko // Modeling of systems and processes. - 2022. – vol. 15, No. 1. – pp. 107-114.
6. Yurov, A.N. Designing an automated production planning system / A.N. Yurov // Modeling of systems and processes. – 2019. – vol. 12, No. 1. – pp. 87-93.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ТОНАЛЬНОСТИ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ОТЗЫВОВ НА ТОВАРЫ**

О.В. Оксюта, А.В. Юдин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен анализ эмоциональной тональности русскоязычных отзывов на товары в категории "Женская одежда и аксессуары". Набор данных, содержащий более 97 тыс. отзывов, был изучен с использованием различных методов обработки и анализа текстов.

Ключевые слова: анализ данных, обработка текста, машинное обучение, методы машинного обучения.

## **USING MACHINE LEARNING TO ANALYZE THE EMOTIONAL TONE OF RUSSIAN-LANGUAGE PRODUCT REVIEWS**

O.V. Oksuyta, A.V. Yudin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analysed the emotional tone of Russian-language product reviews in the category "Women's clothing and accessories". The dataset containing more than 97 thousand reviews was studied using various methods of text processing and analysis.

Keywords: data analysis, text processing, machine learning, machine learning methods.

### **Введение**

В современную эпоху информационного бума, когда ежедневно поступает огромное количество текстовой информации из разных источников, начиная от социальных платформ и заканчивая новостными порталами, важность анализа эмоциональной окраски этих текстов становится все более очевидной. Эта оценка играет критическую роль во многих областях, включая анализ общественного мнения, маркетинговые исследования и разработку персонализированных рекомендательных систем. Использование методов машинного обучения для анализа тональности текста представляет собой мощный инструмент из области обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP), который автоматизирует процесс оценки эмоциональной окраски. Это означает, что компьютерная модель обучается распознавать эмоциональные нюансы текста, позволяя классифицировать его как позитивный, негативный или нейтральный.

### **Обзор предметной области**

Анализ эмоциональной тональности в компьютерной лингвистике — это способ определения настроения текста. В простейшем случае его сводят к бинарному разделению текстов на позитивные и негативные. Иногда добавляют ещё категорию нейтральных текстов. Есть более сложные методы, которые пытаются выявить эмоции, связанные с текстом, например, страх, злость, печаль или счастье. Некоторые методы присваивают текстам значения по определенной шкале и тогда анализ сводится к предсказанию этих числовых значений.

Существует 3 основных подхода к решению данной задачи.

#### 1. Модели на основе правил и словарей.

В данном подходе используются заранее созданные словари, которые опираются на специальные слова или словосочетания для определения тональности [1],[2]. Такие словари чаще всего создаются вручную. Данный метод может показать высокую эффективность в определении тональности, однако он плохо подходит для обобщения. Реализация данного метода также требует значительных усилий, особенно при отсутствии необходимого словаря. Данная проблема не так существенна для англоязычных текстов, поскольку существуют обширные англоязычные ресурсы, такие как SenticNet [3], SentiWordNet [4] и SentiWords [5]. Для русскоязычных ресурсов существуют словари RuSentiLex [6] и LINIS Crowd [7].

#### 2. Подходы на основе машинного обучения.

Вторая категория методов основана на машинном обучении. Эти методы автоматически извлекают признаки из текста и применяют алгоритмы машинного обучения. Среди классических алгоритмов классификации тональности можно выделить наивный байесовский классификатор [8], дерево решений [9], логистическую регрессию [10] и метод опорных векторов [11]. В последние годы внимание исследователей привлекают методы глубокого обучения, которые превосходят традиционные подходы в анализе тональности [12]. Это подтверждается результатами соревнования SemEval, где ведущие решения успешно применяли сверточные (CNN) и рекуррентные (RNN) нейронные сети. Одной из ключевых особенностей методов машинного обучения является автоматическое извлечение признаков из текста. В простых подходах для представления текста в векторном виде обычно используется модель "мешок слов" (bag of words). В более сложных системах применяются модели дистрибутивной семантики, такие как Word2Vec, GloVe и FastText, для генерации векторных представлений слов.

#### 3. Смешанный подход.

Данный подход подразумевает сочетание двух предыдущих методов. Смешанные методы позволяют достичь высокой точности, но в то же время включают в себя недостатки составляющих его подходов.

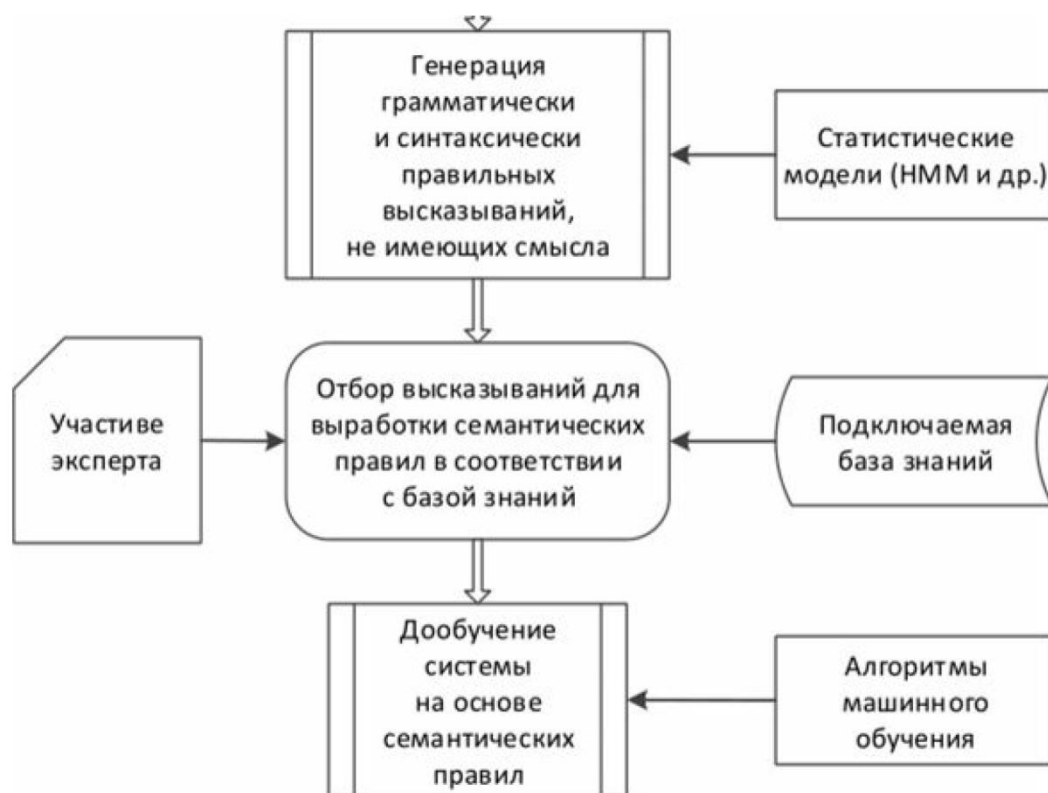


Рисунок 1. Схематическое представление смешанного подхода [13]

Анализ эмоциональной тональности текста находит применение в различных сферах. Например, в мире бизнеса, этот анализ помогает компаниям оценить общественное мнение о своих продуктах и услугах, выявить недовольство клиентов или понять, какие аспекты нуждаются в улучшении. В сфере маркетинга, анализ тональности позволяет оценить эффективность рекламных кампаний и анализировать отзывы пользователей в социальных сетях и отзывах о продуктах. В области медицинского исследования, анализ эмоциональной тональности может быть использован для оценки эмоционального состояния пациентов, мониторинга психологического благополучия или даже предсказания риска развития психологических расстройств. Кроме того, в политической аналитике, этот вид анализа помогает оценить общественное мнение о политических событиях, кандидатах и партиях, а также выявить тенденции и настроения избирателей. В зависимости от области применения методы определения тональности могут меняться.

#### Описание набора данных

Для исследования эмоциональной тональности был выбран набор данных, включающий в себя более 97 тыс. русскоязычных отзывов на товары с высоким рейтингом с крупного коммерческого сайта [13]. Отзывы представлены на товары в категории «Женская одежда и аксессуары». Набор данных включает в себя 2 столбца: review – текстовый отзыв, sentiment – оценка эмоциональной тональности. Поскольку в каждом отзыве помимо текста хранилась оценка удовлетворенности покупателя товаром, такой набор данных подходит для задачи многоклассовой классификации.

Авторы набора данных преобразовали 5-балльную шкалу оценки отзывов в 3-балльную, где оценки «1» и «2» получили метку класса «negative», «3» - «neutral», «4» и «5» - «positive». Такое преобразование необходимо, поскольку отзывы с близкими оценками имеют схожий эмоциональный окрас. Распределение классов в задаче представлено на Рис. 2.

#### Обучение

Для классификации эмоционального окраса текста с помощью машинного обучения были рассмотрены модели Логистической Регрессии (LR) и Наивного Байеса (NB) из библиотеки sklearn. Перед обучением проводился подбор гиперпараметров с помощью GridSearch. В качестве методов многоклассовой классификации были рассмотрены: One-Vs-Rest, One-Vs-One, OutputCode. Предварительно все отзывы были разделены на тренировочную и тестовую выборку в процентном соотношении 80 на 20.

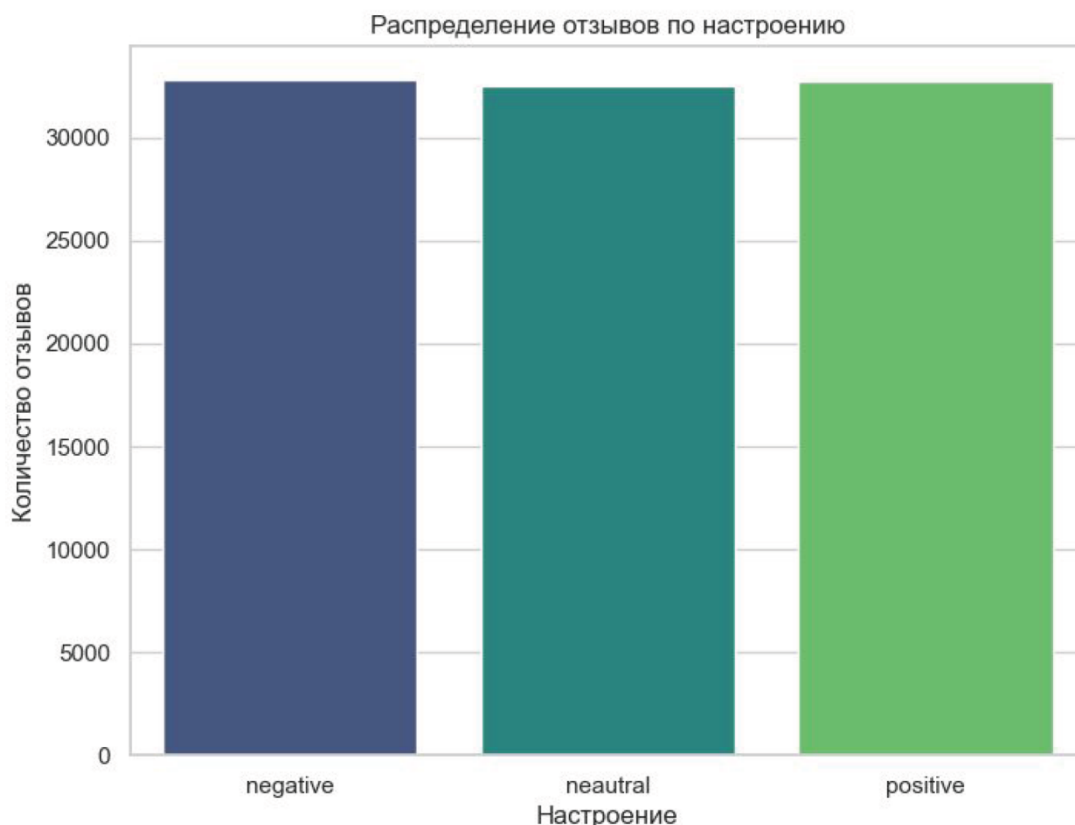


Рисунок 2. Распределение отзывов в наборе данных по эмоциональному окрасу

Для оценки качества предсказания была использована f1-мера:

$$f_1 = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall},$$

$$precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

Было проведено обучение для всех представленных комбинаций методов с целью определить комбинацию с наилучшим значением метрики f1 на тестовой выборке. В данной работе рассматривались 2 метода предобработки текста (стемминг и лемматизация), 2 способа преобразования текста в вектора признаков (TF-IDF и Word2Vec), 2 модели (Logistic Regression и Naive Bayes) и 3 стратегии многоклассовой классификации (One-Vs-Rest, One-Vs-One, OutputCode). В итоге было изучено 24 комбинации методов анализа.

#### Результаты

Ниже представлены полученные значения метрик f1 для метода извлечения признаков TF-IDF.

Стратегия	Модель	Стемминг	Лемматизация
One-Vs-Rest	LR	0.71	0.71
	NB	0.69	0.69
One-Vs-One	LR	0.71	<b>0.72</b>
	NB	0.69	0.69
OutputCode	LR	0.55	0.66
	NB	0.38	0.38

- Для метода TF-IDF наилучшее предсказание на тестовой выборке было получено с использованием модели Логистической Регрессии в стратегии One-Vs-One и лемматизации текста.

- Наилучшее полученное значение f1-меры – 0.72.

- В каждой стратегии модель Logistic Regression показала лучший результат по сравнению с моделью Naive Bayes.

- Использование лемматизации позволило добиться небольшого увеличения точности предсказаний.

Ниже представлены полученные значения метрик f1 для извлечения признаков с помощью предобученной модели Word2Vec.

Стратегия	Модель	Стемминг	Лемматизация
One-Vs-Rest	LR	0.64	<b>0.68</b>
	NB	0.49	0.61
One-Vs-One	LR	0.64	0.67
	NB	0.49	0.61
OutputCode	LR	0.62	0.67

- Для метода извлечения признаков Word2Vec наилучшее предсказание на тестовой выборке было получено с использованием модели Логистической Регрессии в стратегии One-Vs-Rest и лемматизации текста.

- Наилучшее полученное значение f1-меры – 0.68.

- Как и в предыдущем случае, модель Логистической регрессии оказалась наиболее эффективна для данной задачи.

- Во всех комбинациях стратегий и моделей использование лемматизации, а не стемминга, позволило повысить качество предсказаний.

## Общие выводы

При использовании метода извлечения признаков из текста TF-IDF были получены более высокие значения метрики  $f1$  предсказаний, чем при использовании метода Word2Vec. Это связано с тем, что TF-IDF больше подходит для работы с классическими методами машинного обучения, в то время как Word2Vec лучше использовать вместе со сверточными и рекуррентными нейронными сетями.

Наилучшее значение  $f1$ -меры, полученное в данной работе с помощью классических методов машинного обучения, составляет 0.72. Авторы набора данных проводили анализ с помощью метода извлечения признаков Word2Vec и предложенной ими сверточной нейронной сети и получили наибольшее значение  $f1$ -меры 0.75 [14]. Разница в производительности между методами классического машинного обучения и более сложными подходами составила 3 процента. Этот относительно небольшой разрыв подчеркивает, что классические методы обладают достаточной эффективностью, особенно с учетом их более низкой вычислительной сложности. Таким образом, результаты поддерживают использование классических методов в решении данной задачи, учитывая их вычислительную доступность.

## Список литературы

1. M. Thelwall, K. Buckley, G. Paltoglou, D. Cai and A. Kappas. Sentiment strength detection in short informal text. 2010.
2. C. Gomez-Rodriguez, I. Alonso-Alonso and D. Vilares. How important is syntactic parsing accuracy? An empirical evaluation on rule-based sentiment analysis. 2019.
3. E. Cambria, S. Poria, R. Bajpai and B. Schuller. SenticNet 4: A semantic resource for sentiment analysis based on conceptual primitives. 2016
4. S. Baccianella, A. Esuli and F. Sebastiani. SentiWordNet 3.0: An enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. 2010.
5. L. Gatti, M. Guerini and M. Turchi. SentiWords: Deriving a high precision and high coverage lexicon for sentiment analysis. 2016.
6. N. Loukachevitch and A. Levchik. Creating a general Russian sentiment lexicon. 2016.
7. O. Y. Koltsova, S. Alexeeva and S. Kolcov. An opinion word lexicon and a training dataset for Russian sentiment analysis of social media. 2016.
8. H. Schutze, C. D. Manning and P. Raghavan. Introduction to Information Retrieval. 2008.
9. J. R. Quinlan. Induction of decision trees. Mach. Learn., 1986.
10. D. G. Kleinbaum, K. Dietz, M. Gail, M. Klein and M. Klein. Logistic Regression. 2002.
11. S. R. Gunn. Support vector machines for classification and regression. 1998.
12. D. Tang, B. Qin and T. Liu. Deep learning for sentiment analysis: Successful approaches and future challenges. 2015.
13. GitHub – rureviews.

14. Smetanin, S., Komarov, M. Sentiment Analysis of Product Reviews in Russian using Convolutional Neural Networks. National Research University Higher School of Economics, 2019.

15. Алгоритмы объединения информации о web-страницах с фоновыми онтологическими знаниями / Е.В. Коновальчук, В.В. Лавлинский, С.Н. Яньшин [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 32-37.

### References

1. M. Thelwall, K. Buckley, G. Paltoglou, D. Cai and A. Kappas. Sentiment strength detection in short informal text. 2010.

2. C. Gomez-Rodriguez, I. Alonso-Alonso and D. Vilares. How important is syntactic parsing accuracy? An empirical evaluation on rule-based sentiment analysis. 2019.

3. E. Cambria, S. Poria, R. Bajpai and B. Schuller. SenticNet 4: A semantic resource for sentiment analysis based on conceptual primitives. 2016

4. S. Baccianella, A. Esuli and F. Sebastiani. SentiWordNet 3.0: An enhanced lexical resource for sentiment analysis and opinion mining. 2010.

5. L. Gatti, M. Guerini and M. Turchi. SentiWords: Deriving a high precision and high coverage lexicon for sentiment analysis. 2016.

6. N. Loukachevitch and A. Levchik. Creating a general Russian sentiment lexicon. 2016.

7. O. Y. Koltsova, S. Alexeeva and S. Kolcov. An opinion word lexicon and a training dataset for Russian sentiment analysis of social media. 2016.

8. H. Schutze, C. D. Manning and P. Raghavan. Introduction to Information Retrieval. 2008.

9. J. R. Quinlan. Induction of decision trees. Mach. Learn., 1986.

10. D. G. Kleinbaum, K. Dietz, M. Gail, M. Klein and M. Klein. Logistic Regression. 2002.

11. S. R. Gunn. Support vector machines for classification and regression. 1998.

12. D. Tang, B. Qin and T. Liu. Deep learning for sentiment analysis: Successful approaches and future challenges. 2015.

13. GitHub – rureviews.

14. Smetanin, S., Komarov, M. Sentiment Analysis of Product Reviews in Russian using Convolutional Neural Networks. National Research University Higher School of Economics, 2019.

15. Algorithms for combining information about web pages with background ontological knowledge / E.V. Konovalchuk, V.V., Lavlinsky S.N. Yanshin [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – pp. 32-37.



## **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОТЧЕТА ПОСЕЩЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

А.Ю. Павлов, С.С. Панфилов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем в области образовательных учреждений, которые обеспечивают оптимальное использование времени и упрощают работу преподавателей. Предложено моделирование собственной системы для оптимизации работы преподавателей в вузе и моделирование необходимой базы данных (модель «сущность-связь»).

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

## **INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATIC ATTENDANCE REPORT**

A.Y. Pavlov, S.S. Panfilov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of an analysis of existing information systems in the field of educational institutions, which ensure optimal use of time and simplify the work of teachers. It is proposed to model its own system to optimize the work of teachers at the university and to model the necessary database (the entity-relationship model).

Keywords: management, information system, modeling, database.

В большинстве вузов преподаватели тратят много времени на то, чтобы отметить присутствие студентов. Допустим 4 группы по 30 человек минимум, это ест время как самих студентов, так и преподавателей. Целью этой статьи будет предложение решения по оптимизации этого процесса.

В начале учебного года все первокурсники помимо студенческого и зачетной книжки получают proximity карточку (уже есть в большинстве университетах, для обеспечения возможности пройти через турникеты на входе), которая и будет в дальнейшем обеспечивать отчет о посещении занятий без участия преподавателя.

Во время получения приказа о зачислении на студента оформляется карточка с уникальным идентификатором, который заносится в базу данных. Пример базы данных представлен на рис. 1.

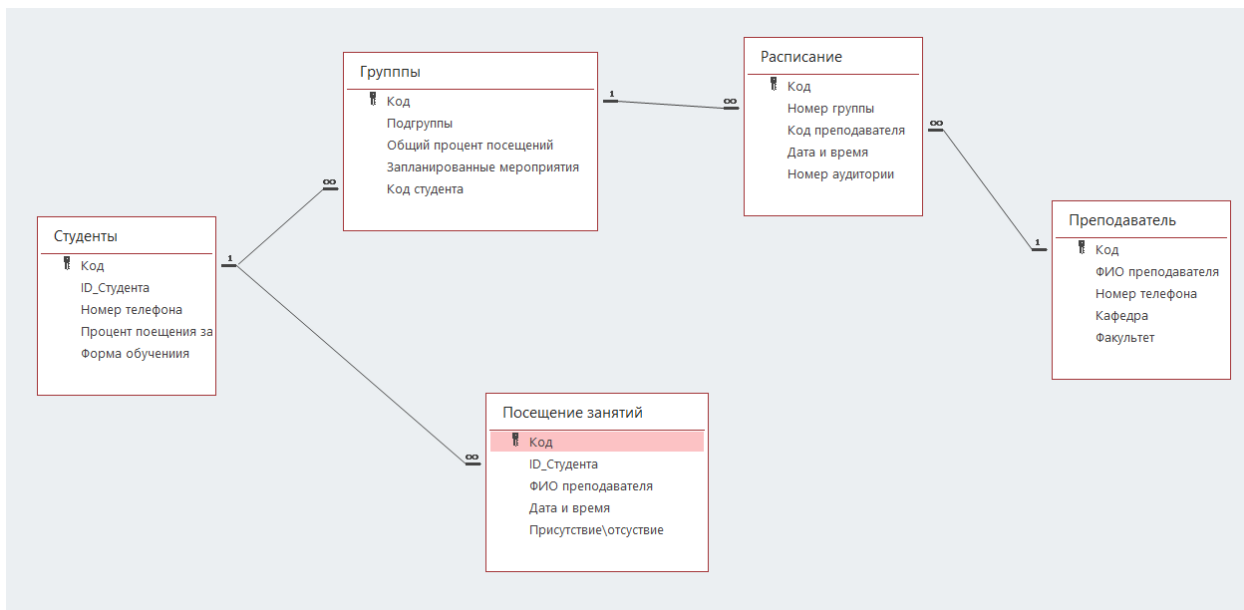


Рисунок 1 – База данных

Также необходимо установить внутри каждой аудитории ридеры для считывания данных с карточек студентов и занесения в базу данных, представленную выше.

Для данных задач подойдут простейшие аналоги ридеров и карточек. Например, для студентов можно использовать проксимити карточки, которые сравнительно недорогие и имеют простейшую схему создания, представленную на рис. 2.

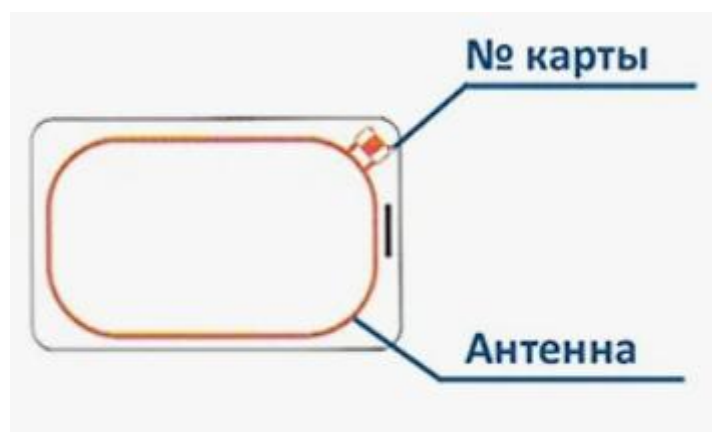


Рисунок 2- Схема Proximity-карты

При желании для сотрудников университета можно использовать более сложный вид карт, для возможности предоставления доступа к базе данных. Для этой цели подойдут более дорогие виды карт-пропусков, смарт-карт, схема которой представлена на рис. 3.

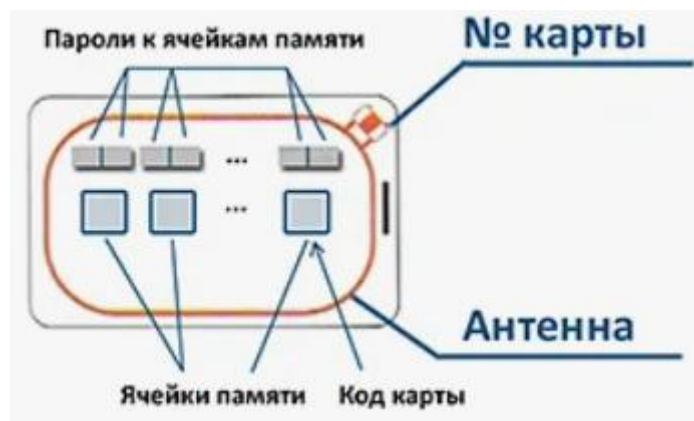


Рисунок 3 – Схема Smart-карты

Для создания отчета по посещению студенту необходимо, зайдя на пару, поднести свою карту к ридеру, в результате чего он отметится в базе данных как присутствующий на паре. При необходимости преподаватель может вносить корректировки в базу данных либо через свою учетную запись, либо через номер своей smart-карты.

Предложенное выше решение проблемы значительно упростит и оптимизирует проведение пар, а также оно относительно недорогое, что также указывает на его эффективность. Примерный подсчет финансовых затрат представлен в табл. 1.

Таблица 1- Затраты на установку

Затраты на работу и необходимые компоненты	Минимальный ценовой сегмент	Максимальный ценовой сегмент
Proximiti-карты	11р за шт	60р за шт
Смарт-карты	76р за шт	142р за шт
Ридер	744р за шт	1500р за шт
Установка устройств в аудиториях	2000	10000
Интеграция базы данных в систему	5000	15000
Итог (установки системы):	7000	25000

После установки данная система позволит не тратить время на то, чтобы отметить присутствующих студентов и сразу приступить к занятию, в среднем идет экономия от 5 до 15 минут времени на пару. Если учитывать, что пара проводится в среднем 3 раза за 2 недели, и если посчитать экономию времени на месяц это будет полноценная пропущенная пара, а год около 10 пар.

#### Выводы

Таким образом при незначительных финансовых вложениях мы можем получить значительную прибавку времени на парах, что увеличит объемы материала, который можно дать студентам на занятии, и повысит их успеваемость.

### Список литературы

1. Евдокимова С.А., Новикова Т.П., Новиков А.И. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.
2. Алгоритм голосового поиска в интеллектуальном мультимодальном интерфейсе / А.А. Абдуллин, Е.А. Маклакова, А.А. Илунина [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 4-9.
3. Модификация метода поиска информации в сети интернет на основе использования методов индуктивного рассуждения / В.В. Лавлинский, А.Л. Савченко, И.А. Земцов, О.Г. Иванова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 61-67.
4. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4-9.

### References

1. Evdokimova S.A., Novikova T.P., Novikov A.I. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organization // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 24-35.
2. The algorithm of voice search in an intelligent multimodal interface / A.A. Abdullin, E.A. Maklakova, A.A. Ilunina [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 4-9.
3. Modification of the method of searching for information on the Internet based on the use of inductive reasoning methods / V.V. Lavlinsky, A.L. Savchenko, I.A. Zemtsov, O.G. Ivanova // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 61-67.
4. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – pp. 4-9.

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ МОДУЛЬ ОБРАБОТКИ ПРОТОКОЛА DRONE-ID ОТ DJI OCUSYNC 2.0**

Д.С. Порядин<sup>1</sup>, Р.Б. Архипов<sup>1</sup>, А.С. Кравченко<sup>2</sup>, С.Л. Сахаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (г. Воронеж)

Аннотация. В статье рассмотрен способ декодирования протокола «OcuSync-2.0» используемого в БПЛА DJI Mavic, с целью получения информации о местоположении борта и пульта управления

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, декодирование протокола передачи данных, каналы управления.

## **DJI OCUSYNC 2.0 HARDWARE AND SOFTWARE MODULE FOR DRONE-ID PROTOCOL PROCESSING**

D.S. Poryadin<sup>1</sup>, R.B. Arkhipov<sup>1</sup>, A.S. Kravchenko<sup>2</sup>, S.L. Saharov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> VUNTS of the Air Force “VVA named after Prof. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”  
(Voronezh)

<sup>2</sup> Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov  
(Voronezh)

Abstract. The article discusses a method for decoding the OcuSync-2.0 protocol used in the DJI Mavic UAV in order to obtain information about the location of the board and the control panel

Keywords: unmanned aerial vehicles, data transfer protocol decoding, control channels.

В современном мире нарастает активность применения беспилотных летательных аппаратов различного назначения. Активное использование гражданских БПЛА, в Российской Федерации регламентируется на законодательном уровне и требует соблюдения строго прописанных правил эксплуатации. Технические возможности правоохранительных органов по контролю и обеспечению регламента полётов БПЛА ограничены в виду массовости применения как в гражданском, так и военном сегментах эксплуатации. Но что делать службам безопасности гражданских критически важных объектов, как вариант вкладывать значительные финансовые средства для закупки специальных технических средств мониторинга и противодействия БПЛА различных классов и типов.

В данной статье приводятся практические результаты исследования по мониторингу наиболее распространённого типа БПЛА квадрокоптерного типа

компании «DJI» и техническое решение по локализации как оператора, так и самого борта.

Одним из ключевых компаний–производителей беспилотных летательных аппаратов является «DJI», чья доля рынка на сегодняшний день занимает более 90 %. Техническое решение на основе декодирования протокола «DJI» и анализа программно-аппаратного обеспечения беспилотника представляет собой набор скриптов на языке программирования «Python3» и аппаратных средств: одноплатного компьютера «Raspberry-Pi5», с установленной на нем системой «DragonPi-OS64» и SDR приёмопередатчика «USRP-D200-mini-i» - показывающего, что данные передающиеся от беспилотника к оператору доступны в зоне радио доступности средствами радиоэлектронной разведки, что ставит под угрозу безопасность и конфиденциальность устройства и оператора, даже на современной «1001 прошивке» дрона, которая скрывает местоположение как БПЛА, так и оператора.

Современные «FPV»-дроны стали незаменимым инструментом во многих отраслях народного хозяйства. Поводом к этому стало обеспечение высокого качества изображения при низкой себестоимости устройства, что открыло перед пользователем новые возможности в фото- и видеосъемки (картографировании) местности. Крупные компании используют для создания эффектных и ярких шоу-представлений новых продуктов, выступая новым рекламным лозунгом, для доставки посылок с воздуха.

В это же время резко возрастает вопрос обеспечения безопасности, из-за возникновения угроз вмешательства в работу беспилотников или использование их в неправомерных целях злоумышленниками. Например, возможным вектором атаки в данном случае может стать незаконное проникновение небольшого по своим размерам, начинённого опасными химическими веществами или взрывчатыми веществами, «FPV»-дрона на территорию критически важного объекта, такого как администрация города или атомная электростанция, куда незаконное проникновение строго запрещено.

Целью предложенного технического решения по мониторингу полётов БПЛА «DJI» стали декодирование протокола передачи данных между бортом и пультом управления и декодирование передаваемых данных с помощью набора скриптов «Drone-ID OcuSync-2.0». Такая функция должна обеспечиваться мощными средствами защиты информации, обеспечивающими конфиденциальность и целостность передаваемых данных рис. 1.

Предложенное техническое решение рассматривает два возможных варианта декодирования протокола передачи данных: когда оператор «прослушивает» трафик, передаваемый по радиоканалу и, когда оператор имеет физический доступ к БПЛА «DJI». Многие думают, что передаваемые по радиоканалу данные зашифрованы и их конфиденциальности ничего не угрожает, но на самом деле это не так. При помощи набора специальных скриптов и анализа программно-аппаратной части БПЛА, показываем, что доступ к данным возможно получить при наличии соответствующего оборудования, а именно программно-определяемого радио (SDR) и «Raspberry-Pi5», с установленным на нём операционной системы «DragonPi-OS64» на «Ubuntu».

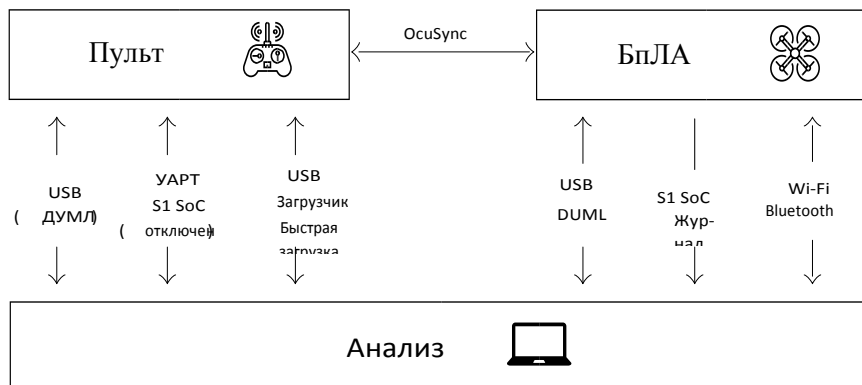


Рисунок 1 – Доступ к данным БПЛА «DJI»

Как в режиме «online» так и режиме пост обработки просмотра передаваемого трафика, оператору средств РЭР предоставляется доступ к пакету – раскрывающему местоположение беспилотного летательного аппарата и его оператора.

В ходе технического исследования прошивки и программного обеспечения БПЛА «DJI Mavic Air 2», связанного с физическим уровнем беспроводной связи, в целях изучения пакетов, использующих протокол «Drone-ID», были получены базовые алгоритмы передачи данных по протоколу «OcuSync-2.0». Визуализацию «сырых» данных, полученных с первого этапа работы приемника, который обнаруживает пакеты-кандидаты, не выполняя еще никакой вторичной обработки информации, можно наблюдать на рис. 2.

Структуру пакета DUML, можно разделить на четыре части: заголовок, транзитный, «command» и полезная нагрузка. Заголовок содержит «магический байт», равный фиксированному значению «0x55», за которым следует длина пакета, номер версии и контрольная сумма заголовка CRC-8. За заголовком следуют транзитные данные, которые используются для установки отправителя/получателя команды DUML. Известно 32 типа отправителя и приемника (например, ПК, мобильное приложение, центральная плата и Wi-Fi). Помимо источника и пункта назначения, транзитная часть пакета содержит уникальный порядковый номер для поддержания порядка следования нескольких пакетов

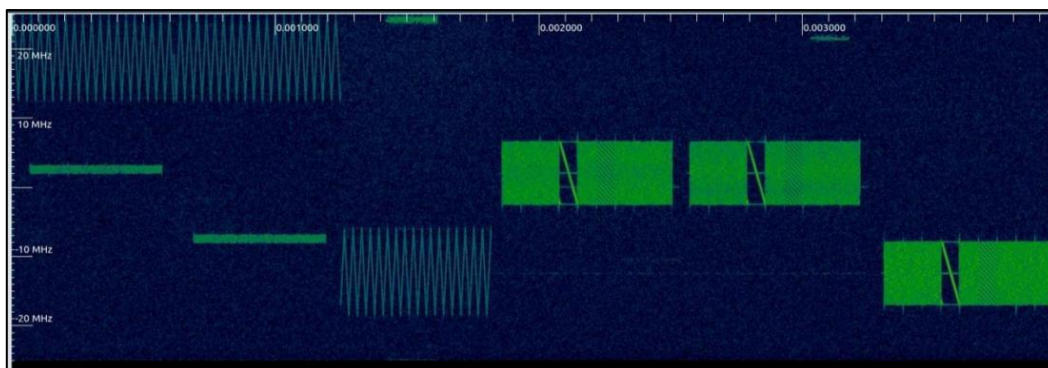


Рисунок 2 – Визуализация исходного файла образца спектрограмма «водопад»

На основе этого были сконфигурированы скрипты, способные принимать, демодулировать и декодировать пакеты протокола «Drone-ID» и выяснили, что они являются незашифрованными, даже при наличии у них обновленной «1001 прошивки» (специальная прошивка, позволяющая скрыть данные местоположения оператора и борта), когда данные точно должны быть скрыты, мы все равно можем получить необходимую для нас полезную информацию (уникальный номер борта и уровень сигнала RSSI). блок-схема скрипта представлена на рис. 3.



Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма декодирования протокола «OcuSync-2.0»

Весь эксперимент проводился только с использованием доступной аппаратной частью, с открытым исходным кодом, а именно; тесты проводились на одноплатном компьютере «RaspberryPi5».

Программно-определяемого радио, а именно SDR приёмопередатчика «USRP B200-mini-i» – аппаратная плата, позволяющая быстро проектировать и реализовывать гибкие программно-определяемые системы радиосвязи, с частотным диапазоном от 50 МГц и до 6 ГГц, скоростным подключением USB 3.0., корпус которого выполнен на 3D-принтере и программная реализация на «Python3» с графическим интерфейсом, изображенная на рис. 4 и 5.

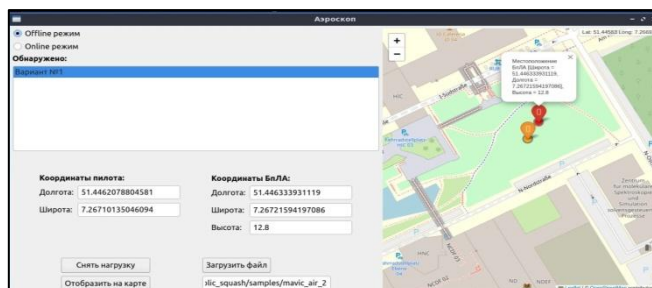


Рисунок 4 – Работа программы в режиме пост обработки

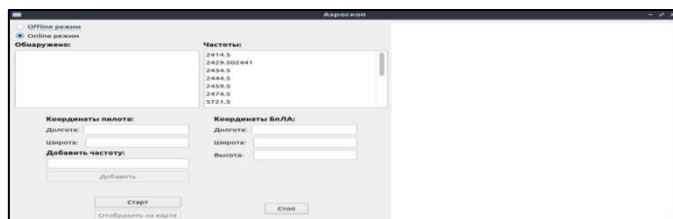


Рисунок 5 – Работа программы в режиме реального времени



На рис. 4 показано окно работы программы в автономном режиме, когда не обработанные данные, полученные на первом этапе работы приемника, пользователь может самостоятельно декодировать и получить необходимую ему информацию.

На рис. 5 представлено окно работы программы в динамическом режиме, когда к блоку обработки данных напрямую подключен блок приема через приёмопередатчик, тем самым позволяя вести радиоэлектронную разведку в непосредственной близости с исследуемым объектом.

В динамическом режиме мы постоянно сканируем приемником каждую заданную в базе данных полосу частот, указанных в отдельном блоке «частоты», с периодичностью 1,3 секунды при полосе пропускания 50 МГц, результатом чего получается пакет n-го размера на полосу. В случае нахождения кадров, блокируется полоса записи и возврат к ней происходит только после переключения канала.

Спецификация протокола «OcuSync-2.0», как выяснилось, использует схожие методы и параметры, как в стандарте сотовой связи 4G–LTE. Демодуляция осуществляется переводом радиосигнала в биты и байты, при котором необходимо учитывать: синхронизацию по времени, с целью определения границ OFDM-поднесущей, оценка канала для учета искажений во время радиопередачи и демодуляцию самих поднесущих.

Декодирование будет показывать, являлось ли назначение битов правильным, раскрывая полученный поток битов в структуру протокола «Drone-ID». Здесь возможно как декодирование, так и оповещение о том, что пакет повреждён. Это проверяется с помощью контрольных сумм CRC, включенных в каждый пакет, при соответствующем совпадении нашей калькуляции с исходной.

Данная программа позволяет успешно декодировать как статическую информацию о полетах и передвижении оператора дрона, так и динамическую в реальном времени, показывая хорошую производительность с нашей аппаратной конфигурацией. Декодированные данные свидетельствуют о точной информации местоположения дрона и его оператора, что позволяет полностью восстановить траекторию полета. Тем самым получив как можно больше пакетов, мы сможем получить лучшее разрешение траектории полета. Пример обработки данных в статическом режиме представлены на рис. 6.

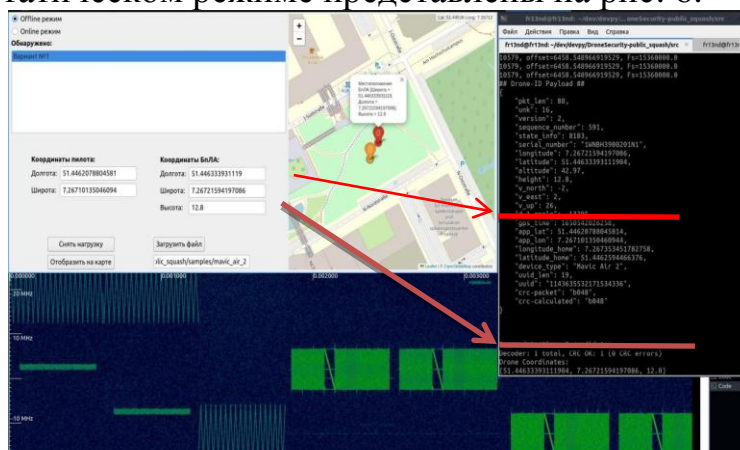


Рисунок 6 – Пример работы программы в автономном режиме



Рисунок 7 – Внешний вид готового программно-аппаратного модуля мониторинга каналов управления и передачи данных БПЛА «ДJI»

Тесты показали, что в пределах зоны радио доступности к каналу управления и передачи данных БПЛА можно успешно декодировать передачу данных «ДJI» с помощью «Drone-ID OcuSync-2.0», а самое главное мы обнаружили, что передаваемая информация является незащищенной никаким шифрованием, раскрывая точное местоположение дрона и места его управления оператором.

Внешний вид готового программно-аппаратного модуля мониторинга каналов управления и передачи данных БПЛА «ДJI» представлен на рисунке 7. Данные результаты исследований будут полезны специалистам по безопасности КВО, охраняемых от НСД, в том числе по средствам БПЛА различных типов и классов.

### Список литературы

1. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы в части обратимых одиночных событий / А.Е. Козюков, Г.А. Распопов, А.И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 27-32. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.

2. Суханов, В.В. Логическое проектирование информационного обеспечения распределенных информационных систем критического применения / В.В. Суханов, О.В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-67-73.

### References

1. Methods for ensuring the stability of the electronic component base in terms of reversible single events / A. E. Kozyukov, G. A. Raspopov, A. I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. 2021. Vol. 14, No. 1. P. 27-32. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.

2. Sukhanov V.V., Lankin O.V. Logical design of information support for distributed information systems of critical application // Modeling of systems and processes. 2021. Vol. 14, No. 1. P. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-67-73.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ КУРАТОРА УЧЕБНОЙ ГРУППЫ**

М.Р. Подтынников, А.Н. Потапов, К.В. Зольников

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа существующих информационных систем в области управления деятельностью института, а также контроля учебных групп. Предложено моделирование собственной системы согласно архитектуре MVC и моделирование необходимой базы данных (модель «сущность-связь»).

Ключевые слова: управление, информационная система, моделирование, база данных.

## **MODELING AN AUTOMATED WORKPLACE FOR A STUDY GROUP CURATOR**

M.R. Podtynnikov, A.N. Potapov, K.V. Zolnikov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents the results of the analysis of existing information systems in the field of management of the institute's activities, as well as the control of study groups. It is proposed to model its own system according to the MVC architecture and model the necessary database (the "entity-relationship" model).

Keywords: management, information system, modeling, database.

Высшее учебное заведение – это учреждение образования с большим количеством студентов, и порой, продуктивно организовать жизнь всех студентов первого курса силами психолого-педагогических и воспитательных центров не представляется возможным [1].

В целях обеспечения единства обучения и воспитания студентов, повышения эффективности учебно-воспитательного процесса, усиления влияния профессорско-преподавательского состава на формирование личности будущих специалистов к каждой студенческой учебной группе первого курса прикрепляется преподаватель-куратор. Работа куратора является составной частью учебно-воспитательного процесса [2].

Куратор обеспечивает участие студентов во вне учебной деятельности группы – в мероприятиях, проводимых факультетом, вузом, направляет свою деятельность на формирование в группе сплоченного студенческого коллектива, создает в нем атмосферу доброжелательности, взаимопомощи, взаимной ответственности, атмосферу творчества, увлеченности, общественной активности.

Корпоративные информационные системы (КИС) в целом можно рассматривать как управленческую идеологию, которая реализована на основе информационных систем и использует ключевые бизнес-стратегии организации или предприятия [3].

КИС предназначены для:

- Отражения целостной картины состояния дел на предприятии в реальном времени;
- Учета, контроля, анализа и оптимизации финансово- хозяйственной деятельности предприятия.
- Обеспечения решения внутренних задач управления.
- Повышение эффективности управления планово-экономическим отделом предприятия.
- Повышение обоснованности принимаемых управленческих решений.
- Облегчение труда управленческого персонала [4].

Для разработки системы необходимо выявить аналоги приложений. В табл. 1 приведены основные аналоги и их характеристики.

Таблица 1 – Аналоги

<b>Название</b>	<b>Характеристики</b>
1С:Университет	Решение позволяет автоматизировать учет, хранение, обработку и анализ информации об основных процессах высшего учебного заведения: поступление в вуз, обучение, оплата за обучение, выпуск и трудоустройство выпускников, расчет и распределение нагрузки профессорско-преподавательского состава, деятельность учебно-методических отделов и деканатов, поддержка ФГОС-3 и уровневой системы подготовки (бакалавр, специалист, магистр) на уровне учебных планов и документов государственного образца об окончании вуза, формирование отчетности.
GS-Ведомости	Джи Эс Ведомости Онлайн - web-интерфейс для одноименного решения по автоматизации образовательного учреждения, которое благодаря своей модульной системе позволяет управлять всеми процессами обучения. Онлайн версия дает возможность работать с базами данных, подавать заявления на поступление, отслеживать информацию об успеваемости, итогах работ и оплаты, обмениваться сообщениями и многое другое.
PROClass	Система контроля и мониторинга качества знаний PROClass (СКМКЗ) - интерактивный комплекс, предназначенный для опроса, проведения проверки, оценки знаний, уровня восприятия и понимания изучаемого материала, обучающимися всего класса в режиме реального времени, непосредственно на уроке.

Для более подробного осмотра механизма обучения студента следует рассмотреть IDEF0, а также провести анализ работы кураторов.

На рис. 1 представлена контекстная IDEF0-диаграмма A0, демонстрирующая общую схему обучения в институте.

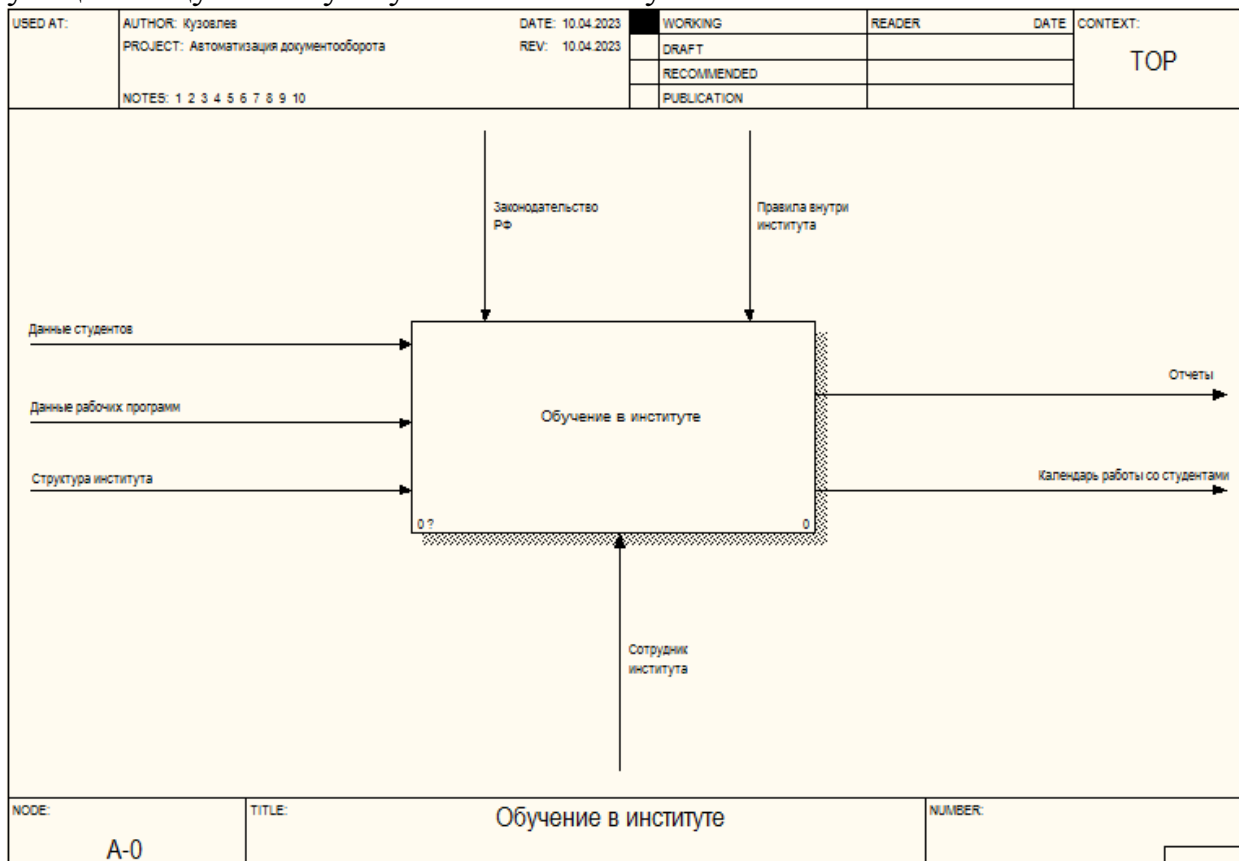


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма

На представленной диаграмме входными данными служат: данные студентов, данные рабочих программ, структура института. Механизмы, регулирующие работу института: сотрудник института. Механизмы управления: законодательство РФ, внутренние правила. Выходными данными являются: отчеты, календарь работы со студентами [5].

На рис. 2 представлена декомпозиция IDEF0-диаграммы.

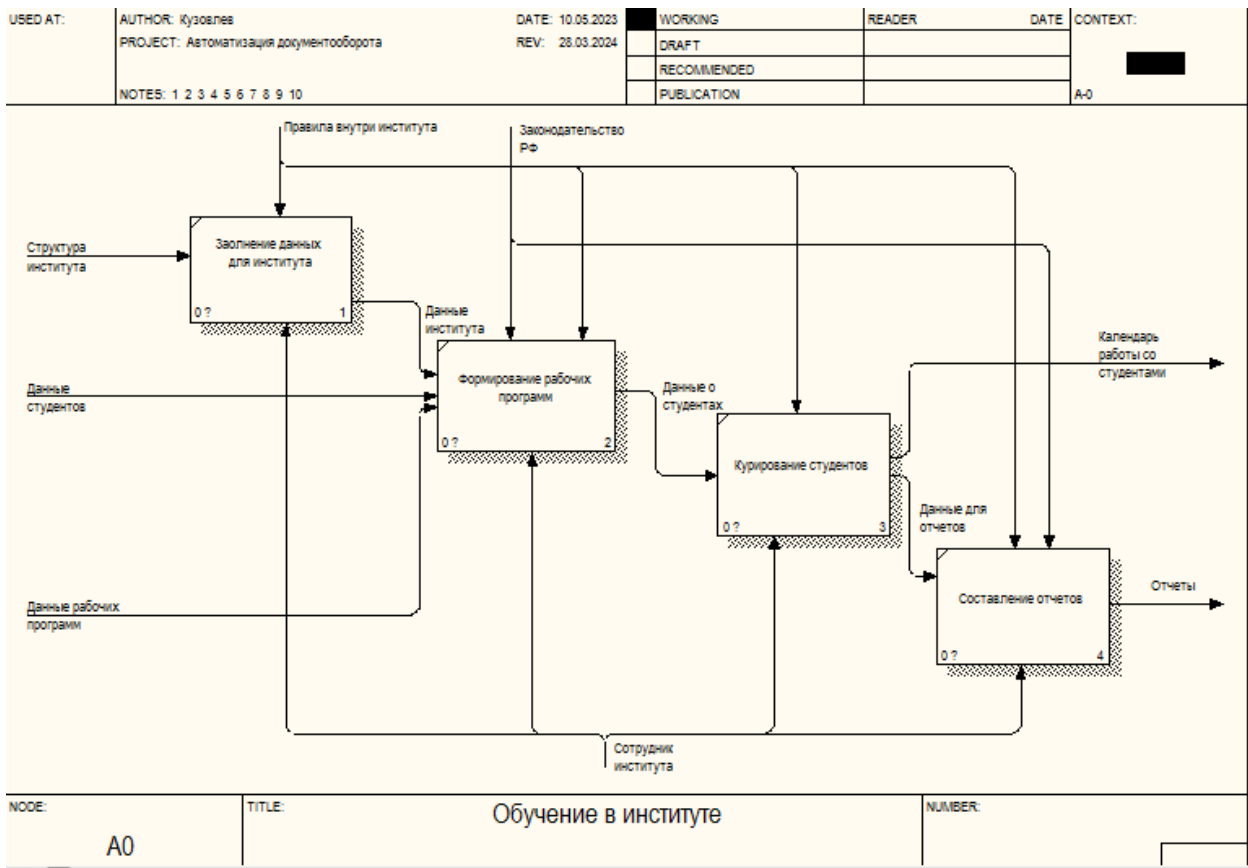


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиции A0

Стоит рассмотреть основные процессы, проходящие в предприятии:

- Заполнение данных для института – работа по внесению данных о структуре института.
  - Формирование рабочих программ – работа по обработке необходимых данных, для формирования групп обучения и составления рабочих программ.
  - Курирование студентов – составление календарного плана по работе со студентами, а также анализ их успеваемости.
  - Составление отчетов – структурирование и оформление данных.

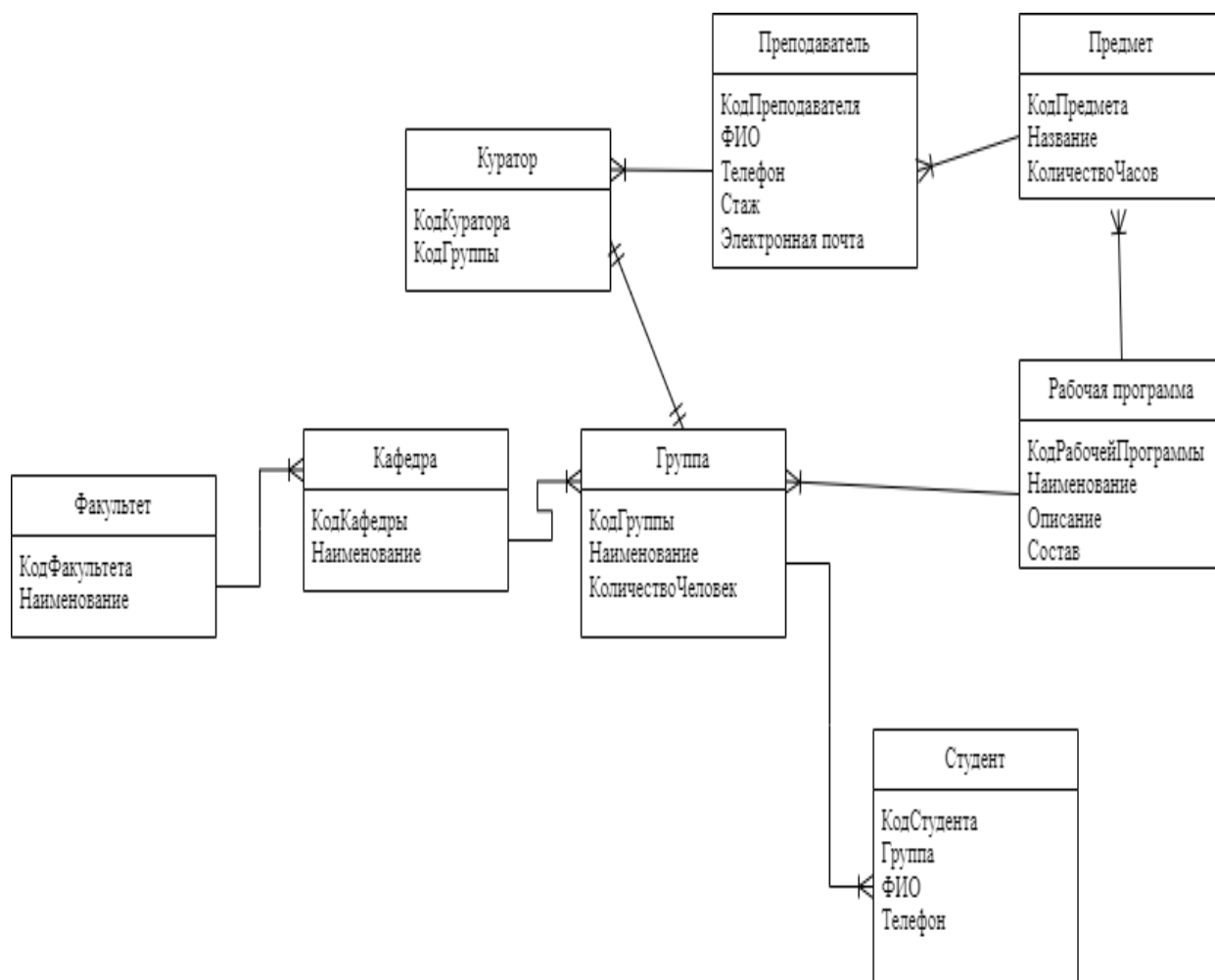


Рисунок 3 – ER-диаграмма

В результате исследования предметной области при проектировании ER-диаграммы были выделены следующие сущности предметной области: факультет, кафедра, группа, куратор, преподаватель, предмет, рабочая программа, студент [6].

### Выводы

Таким образом, в современном образовательном процессе роль куратора группы становится все более значимой и многофункциональной, а следовательно, для оптимизации его работы необходимо создание автоматизированного рабочего места, которое включает в себя моделирование деятельности и проектирование баз данных для современных университетов.

### Список литературы

1. Разработка математической модели оптимизации процесса обучения курсантов силовых структур в высших учебных заведениях как сложной системы / В.И. Сумин, А.С. Дубровин, С.В. Родин, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 70-78.
2. Беляев, А.В. Воспитание студентов в вузе / А.В. Беляев // Педагогика. – 2014. – № 5. – С. 54-62.

3. Вострокнутов А.Е. Корпоративные информационные системы: учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ. – 2020.

4. Львович Я. Е. Анализ подходов при проектировании корпоративных информационных систем // Современные проблемы экономики и менеджмента. – 2019. – С. 191-193.

5. Богомазов, А.Л. Студенческое самоуправление в современном университете: анализ и условия развития / А.П. Богомазов // Вестник БГУ. Серия 4, Филология. Журналистика, Педагогика. – 2014. – № 2. – С. 96 –101.

6. Управление качеством учебного процесса / В.Г. Горбунов, О.Л. Бордюжа, В.В. Лавлинский, Д.В. Байбеков // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 14-25.

### References

1. Development of a mathematical model for optimizing the process of training cadets of law enforcement agencies in higher educational institutions as a complex system / V.I. Sumin, A.S. Dubrovin, S.V. Rodin, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. – Vol. 16, No. 2. – pp. 70-78.

2. Belyaev, A.V. Education of students at the university / A.V. Belyaev // Pedagogy. – 2014. – No. 5. – pp.54-62.

3. Vostroknutov A. E. Corporate information systems: textbook. Krasnodar: KubGAU. – 2020.

4. Lvovich Ya. E. Analysis of approaches in the design of corporate information systems //Modern problems of economics and management. – 2019. – pp. 191-193.

5. Bogomazov, A.L. Student self-government in a modern university: analysis and conditions of development / A.P. Bogomazov // Bulletin of BSU. Series 4, Philology. Journalism, Pedagogy. – 2014. – No. 2. – pp. 96-101.

6. Gorbunov, V.G. Quality management of the educational process / V.G. Gorbunov, O.L. Bordyuzha, V.V. Lavlinsky, D.V. Baibekov // Modeling of systems and processes. – 2023. – Vol. 16, No. 2. – pp. 14-25.



## **ИНФРАСТРУКТУРА КЛЮЧЕЙ И ПРИНЦИПЫ ЕЁ РАБОТЫ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ РЕЕСТРОВ**

А.С. Плоткин<sup>1</sup>, К.В. Стародубов<sup>2</sup>, Ю.Ю. Громов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Аннотация. В статье приводятся результаты анализа принципов работы инфраструктуры ключей в «классических» системах и их сравнение с системами распределенных реестров, оценена применимость систем управления ключами в распределенных реестров. Сделан вывод о необходимости разработки специализированной математической модели, позволяющей провести оценку устойчивости инфраструктуры ключей в системах распределенных реестров.

Ключевые слова: технология распределённых реестров, инфраструктура ключей, системы управления ключами, устойчивость к деструктивным воздействиям.

## **KEY INFRASTRUCTURE AND PRINCIPLES OF ITS OPERATION IN DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY SYSTEMS**

A.S. Plotkin<sup>1</sup>, K.V. Starodubov<sup>2</sup>, Yu.Yu. Gromov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FGAOU VO Moscow Polytechnic University

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution Tambov State Technical University

<sup>3</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA -  
Russian Technological University

Abstract. The paper presents the results of analysing the principles of key infrastructure operation in ‘classical’ systems and their comparison with distributed registry systems, assesses the applicability of key management systems in distributed registries. It is concluded that it is necessary to develop a specialised mathematical model to assess the stability of key infrastructure in distributed registry systems.

Keywords: distributed ledger technology, key infrastructure, key management systems, resistance to destructive influences.

Технология распределённых реестров (ТРР) является одним из неотъемлемых элементов современных информационных систем и активно используется в критически важных секторах, таких как финансовые услуги, государственное управление, здравоохранение, энергетика и управление цепочками поставок [1].

С учетом строения систем TRP, основанных на децентрализованной архитектуре, у которой отсутствует единая точка отказа, особое внимание уделяется обеспечению устойчивости к внешним и внутренним деструктивным воздействиям [2].

Важнейшей составляющей безопасности и устойчивости к таким деструктивным воздействиям является инфраструктура ключей (ИК), которая управляет криптографическими ключами, используемыми для аутентификации, шифрования данных и цифровой подписи. Именно от её устойчивости зависит защита данных, сохранение конфиденциальности и целостности информации, а также противодействие злоумышленникам, которые могут пытаться скомпрометировать ИК.

ИК представляет собой совокупность аппаратных, программных и организационных средств, обеспечивающих управление криптографическими ключами и сертификатами в информационных системах.

При определении факторов, приводящих к деструктивным воздействиям на ИК, необходимо учитывать особенности подходов, используемых для реализации ИК [3].

Классический подход в процессе работы задействует такие структуры, как Центр сертификации (ЦС) и Центр регистрации (ЦР).

Пример работы возможно изложить в последовательности шагов:

#### **Шаг 1. Генерация ключей и выдача сертификата**

1. Участник А генерирует пару ключей (открытый и закрытый).
2. Участник А отправляет открытый ключ в ЦР.
3. ЦР проверяет идентификационную информацию участника А.
4. ЦР пересылает запрос в ЦС.
5. ЦС подписывает открытый ключ участника А и создает цифровой сертификат.
6. Сертификат публикуется в репозитории.

#### **Шаг 2. Подпись и верификация транзакции**

1. Участник А создает транзакцию и подписывает ее своим закрытым ключом.
2. Транзакция передается участнику В.
3. Участник В извлекает сертификат участника А из репозитория.
4. Участник В использует открытый ключ из сертификата для верификации подписи.
5. Если подпись действительна, транзакция считается аутентичной.

#### **Шаг 3. Шифрование и передача данных**

1. Участник А шифрует данные с использованием открытого ключа участника В.
2. Данные передаются участнику В.
3. Участник В расшифровывает данные с использованием своего закрытого ключа.

#### **Шаг 4. Отзыв сертификата**

1. В случае компрометации закрытого ключа участника А, ЦА отзывает сертификат.

2. Информация об отзыве публикуется в реестре отозванных сертификатов.
3. Участники сети проверяют статус сертификатов перед выполнением транзакций.

Данный подход не применим в системах TRP, так как нарушает основной принцип их работы (децентрализацию).

В системах TRP вместо классической централизованной модели управления используется децентрализованный подход к управлению криптографическими ключами и аутентификации [4]. Основные принципы децентрализованной работы ИК в системах TRP заключаются в следующем [5]:

- каждый участник системы генерирует свою пару ключей (открытый и закрытый). Закрытый ключ хранится в безопасном месте, обычно на локальном устройстве узла сети, и никогда не передается по сети. Открытый ключ распространяется в сети и может быть доступен всем узлам сети;
- в распределенных реестрах нет единого центра сертификации, который бы подтверждал подлинность участников. Вместо этого используется принцип децентрализованного доверия. Аутентификация и проверка узлов сети происходят с помощью криптографических методов, таких как цифровые подписи и хеш-функции;
- при создании транзакции узел сети подписывает её своим закрытым ключом. Эта подпись обеспечивает подлинность и целостность транзакции. Другие узлы сети могут проверить подпись с помощью открытого ключа отправителя;
- для верификации транзакции другие узлы сети используют открытый ключ отправителя. Если цифровая подпись транзакции действительна, и транзакция соответствует правилам консенсуса, она включается в блок и добавляется в распределенный реестр.

Пример работы ИК при децентрализованном подходе можно изобразить следующими шагами.

#### **Шаг 1. Генерация ключевой пары**

- Узел А генерирует пару ключей: закрытый ключ хранится локально, открытый ключ публикуется в распределенном реестре.

#### **Шаг 2. Подпись транзакции**

- Узел А создает транзакцию и подписывает её своим закрытым ключом. Подпись включает хеш транзакции, зашифрованный закрытым ключом узла А.

#### **Шаг 3. Верификация транзакции**

- Узел В получает транзакцию, извлекает открытый ключ узла А из RP и проверяет подпись, расшифровывая хеш. Если хеш совпадает с хешем транзакции, подпись действительна.

#### **Шаг 4. Добавление блока в распределенный реестр**

- Проверенные транзакции включаются в блок, который подписывается майнерами или валидаторами в зависимости от используемого алгоритма консенсуса. Подпись блока также проверяется остальными узлами сети.

Исходя из описанных шагов можно сделать вывод, что основными элементами, участвующими в работе ИК являются криптографические ключи, криптографические методы (цифровые подписи и хэш функции), которые используются для обеспечения доверия и устойчивости систем ТРР к деструктивным воздействиям.

Управление ИК оказывает значительное влияние на эффективность использования криптографии при обеспечении устойчивости к деструктивным воздействиям. Ненадлежащее управление ИК может поставить под угрозу любую систему, в том числе системы ТРР.

Для «классических» систем, в которых используется ИК существуют вспомогательные системы, которые берут на себя функции по управлению ключами, обеспечивая устойчивость ИК (системы управления ключами).

**Системы управления ключами** – это системы, предназначенные для генерации, распределения, хранения, защиты и управления криптографическими ключами в информационных системах. Они обеспечивают безопасность и целостность данных, поддерживая шифрование, цифровые подписи и аутентификацию [6].

#### **Основные функции систем управления ключами:**

- **генерация ключей:** Создание криптографических ключей.
- **распределение ключей:** Безопасное распространение ключей между пользователями или системами.
- **хранение ключей:** Надежное и защищенное хранение ключей.
- **замена ключей:** Обновление или замена устаревших или скомпрометированных ключей.
- **уничтожение ключей:** Безопасное удаление ключей по истечении их срока действия.
- **управление политиками:** Настройка и соблюдение политик безопасности в отношении ключей.

Применение систем управления ключами в системах ТРР возможно, они могут быть интегрированы, но чаще всего возникает ряд сложностей.

#### **1. Децентрализация и управление ключами:**

– системы ТРР, такие как блокчейн, по своей природе децентрализованы. Это усложняет централизованное управление ключами, которое предлагают традиционные системы управления ключами.

– в децентрализованных системах каждый узел или участник должен управлять своими ключами самостоятельно, что требует дополнительных механизмов для обеспечения безопасности и координации.

#### **2. Масштабируемость:**

– распределённые реестры могут включать тысячи или миллионы участников, что ставит высокие требования к масштабируемости и производительности систем управления ключами.

– обеспечение безопасности ключей на таком масштабе может быть сложной задачей.

#### **3. Комплаенс и регуляторные требования:**

– системы ТРР могут работать в различных юрисдикциях с различными регуляторными требованиями. Системы управления ключами должны соответствовать этим требованиям, что может быть сложно при глобальном развертывании.

#### 4. **Интеграция и совместимость:**

– интеграция систем управления ключами с существующими системами ТРР может требовать значительных усилий и адаптации.

– не все системы управления ключами могут поддерживать специфические потребности и протоколы конкретных систем ТРР.

#### 5. **Устойчивость и уязвимости:**

– системы управления ключами должны быть высокозащищёнными, так как они становятся ключевой точкой отказа и потенциальной целью для атак.

– комплексные механизмы защиты, такие как аппаратные криптографические модули, могут быть необходимы для обеспечения безопасности.

При использовании ТРР системы управления ключами слабо применимы и не эффективны.

#### **Выводы**

Таким образом существующее математическое и алгоритмическое обеспечение, разработанное для централизованных систем, не способно в полной мере обеспечить необходимый уровень устойчивости ИК в условиях распределённых реестров «из коробки».

Проблемы возникают на всех этапах жизненного цикла ключей: от их генерации и распределения до эксплуатации, хранения и уничтожения, а также усугубляются при наличии множества независимых узлов, что затрудняет мониторинг и обеспечение устойчивости ИК.

Разработка инструмента, позволяющего проводить оценку устойчивости, могла бы решить данную проблему, путем выявления слабых мест и доработки процессов обеспечения устойчивости [7]. Это возможно реализовать при помощи разработки специализированной математической модели, позволяющей провести оценку устойчивости ИК в системах ТРР, что позволит внедрять необходимые средства обеспечения устойчивости к деструктивным воздействиям.

### **Список литературы**

1. Плоткин А.С. Анализ применения распределённых реестров при взаимодействии банковских систем разных стран // Теория и практика проектного образования. 2022. №20.

2. Pal O., Alam B., Thakur V., Singh S. Key management for blockchain technology. ICT Express (2019). DOI: 10.1016/j.ict.2019.08.002.

3. Плоткин А.С., Кесель С.А., Репин М.М., Федоров Н.В. Анализ уязвимостей систем управления ключами в распределённых реестрах на примере блокчейн IBM // Вопросы кибербезопасности. - 2021. - № 1 (41). - С. 58-68.

4. Управление ключами шифрования и безопасность сети. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/553/409/info> (дата обращения: 11.09.2024).
5. Key management. – URL: <https://cloud.ibm.com/docs/blockchain?topic=blockchain-ibp-security> (дата обращения: 24.09.2024);
6. СКМС – Система управления криптографическими ключами // <https://www.cryptomathic.com>. – URL: [https://www.cryptomathic.com/hubfs/Documents/Product\\_Sheets/Cryptomathic\\_СКМС\\_-\\_Product\\_Sheet.pdf](https://www.cryptomathic.com/hubfs/Documents/Product_Sheets/Cryptomathic_СКМС_-_Product_Sheet.pdf) (дата обращения: 23.05.2022).
7. Еськов С.С. Специальное математическое и программное обеспечение взаимного информационного согласования в системах распределенного реестра, 2020.

### References

1. Plotkin A.S. Analysis of the application of distributed registers in the interaction of banking systems of different countries // Theory and Practice of Project Education. 2022. № 20.
2. O. Pal, B. Alam, V. Thakur, S. Singh, Key management for blockchain technology. ICT Express (2019). DOI: 10.1016/j.ict.2019.08.002.
3. Plotkin A.S., Kesel S.A., Repin M.M., Fedorov N.V. Vulnerability analysis of key management systems in distributed registries on the example of IBM blockchain // Voprosy cybersecurity. - 2021. - №1(41). - С. 58-68.
4. Encryption key management and network security. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/553/409/info> (date of reference: 11.09.2024).
5. Key management. URL: <https://cloud.ibm.com/docs/blockchain?topic=blockchain-ibp-security> (access date: 24.09.2024);
6. СКМС - Cryptographic Key Management System. – URL: [https://www.cryptomathic.com/hubfs/Documents/Product\\_Sheets/Cryptomathic\\_СКМС\\_-\\_Product\\_Sheet.pdf](https://www.cryptomathic.com/hubfs/Documents/Product_Sheets/Cryptomathic_СКМС_-_Product_Sheet.pdf) (access date: 23.05.2022).
7. Yeskov S.S. Special mathematical and software of mutual information coordination in distributed registry systems, 2020.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ МОДЕЛИ УЧЕБНОЙ ЭВМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЕЕ АРХИТЕКТУРЫ**

Е.И. Скворцова, А.С. Ягодкин, В.С. Шапкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический  
университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье описана модель учебной ЭВМ, которая реализует доступ к элементам ЭВМ, позволяет игнорировать незначительные особенности работы реальной ЭВМ. Моделируемая ЭВМ включает процессор, оперативно-запоминающее устройство, кэш-память, регистры общего назначения, контроллер клавиатуры, дисплей, блок таймеров. Приведен пример программы на языке assembler, позволяющей отобразить на мониторе все заглавные латинские буквы из размещенного в памяти массива чисел – кодов ASCII.

Ключевые слова: архитектура, программная модель ЭВМ, ассемблер, дисплей, система команд, классы команд, способы адресации, регистры процессора, стартовый адрес, ASCII-коды.

## **USING A TEACHING COMPUTER SOFTWARE MODEL TO STUDY ITS ARCHITECTURE**

E.I. Skvortsova, A.S. Yagodkin, V.S. Shapkin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article describes a model of an educational computer, which implements access to computer elements and allows you to ignore unimportant features of the operation of a real computer. The simulated computer includes a processor, random access memory, cache memory, general purpose registers, keyboard controller, display, timer block

An example of a program in the assembler language is given that allows you to display on the monitor all capital Latin letters from an array of numbers located in memory - ASCII codes.

Keywords: architecture, computer program model, assembler, display, instruction system, instruction classes, addressing methods, processor registers, start address, ASCII codes.

Рассмотрим написание программ на языке Assembler для модели учебной ЭВМ с использованием циклов. Некоторые традиционные архитектуры микроконтроллеров имеют множество ограничений, поэтому использовать язык программирования высокого уровня сложно.

Структурная схема модели учебной ЭВМ представлена на рис. 1. Модель учебной ЭВМ реализует доступ к элементам ЭВМ, позволяет игнорировать незначительные особенности работы реальной ЭВМ. Она включает процессор, оперативно-запоминающее устройство, кэш-память, регистры общего назначения, контроллер клавиатуры, дисплей, блок таймеров и т.д. Процессор содер-

жит аккумулятор, системные регистры, арифметическое устройство и устройство управления. Устройство управления содержит счетчик адреса команды (PC), регистр базового адреса (RB), RA – регистр исполнительного адреса, SP – указатель стека.

Доступ к регистрам общего назначения POH (R0-R9) выполняется через регистры RDR и RAR.

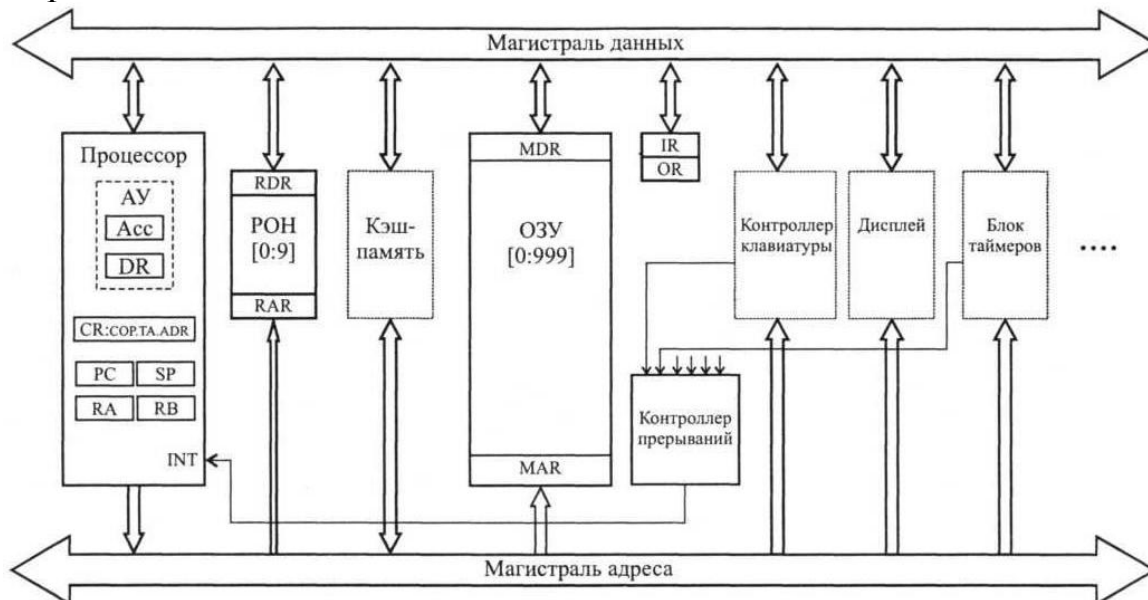


Рисунок 1 – Структурная схема учебной ЭВМ

Доступ к регистрам внешних устройств осуществляется с помощью команд IN aa, OUT aa, где aa двухразрядный десятичный адрес регистра внешнего устройства. При создании модели внешнего устройства ему присваивается базовый адрес, все адреса его регистров смещаются по отношению к базовому адресу.

В начале программы разрешаем ввод данных на монитор, установив флаг контроллера монитора в значение 1. Флаг автоинкремента адресов видеопамяти изменяем на 1, содержимое AR (регистр адреса) автоматически увеличивается на 1 после любого обращения к регистру DR (регистр данных) – по записи или чтению: OUT 11.

Необходимо отобразить на мониторе все заглавные латинские буквы из размещенного в памяти массива чисел – кодов ASCII.

Для вывода заглавных латинских букв на мониторе необходимо определить диапазон латинских символов в таблице ASCII. Этот интервал задан от 65 до 90, для решения поставленной задачи понадобится лишь один его предел, а именно 65, который равен символу "A".

Загрузим начальное значение 65 в ячейку 30:

RD #65

WR 30

В память монитора записываем 65 – ASCII-код символа «A»:

OUT 10

Загрузим в регистр R1 значение счетчика цикла для нахождения значений ASCII-кодов латинских букв от 65 до 90:



RD #25

WR R1

Для модификации ASCII-кода в ячейке 30 и для вывода на монитор соответствующей латинской буквы используем цикл:

M:RD 30

ADD #1

WR 30

OUT 10

JRNZ R1, M

Записываем ноль в регистр адреса монитора:

RD #0

OUT 13

Результат работы программы представлен на рис. 2-4.

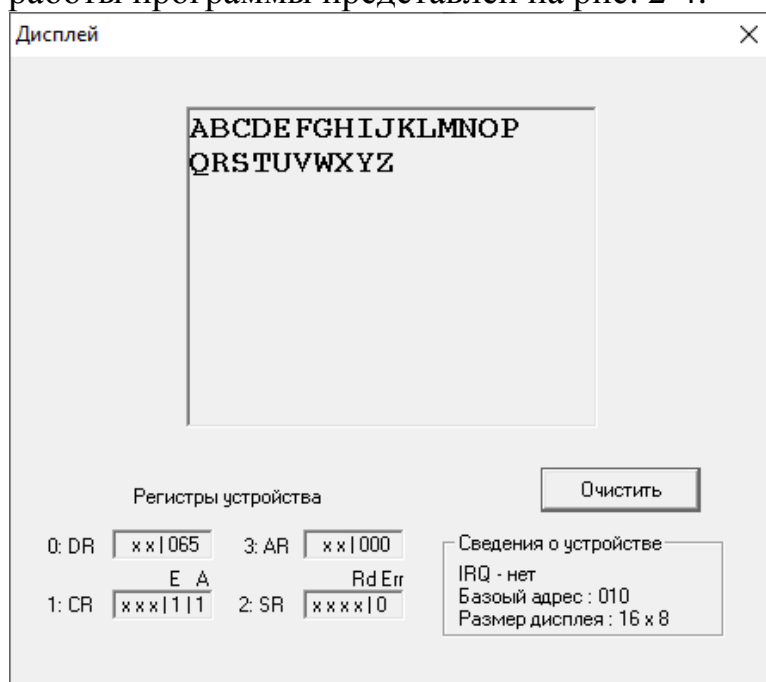


Рисунок 2 – Пример вывода данных на дисплей

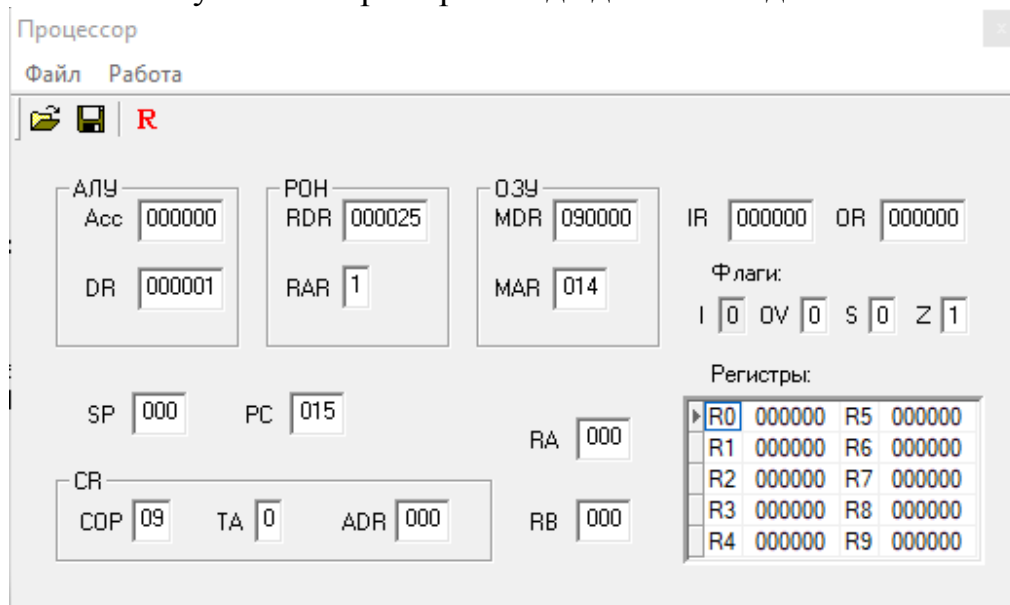


Рисунок 3 – Пример значений процессора

x	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009
000	211011	380011	211065	220030	380010	211023	320001	210030	231001	220030
010	380010	171007	211000	380013	090000	090000	000000	000000	000000	000000
020	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
030	000090	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
040	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
050	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
060	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
070	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
080	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
090	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
100	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000

Рисунок 4 – Пример записи заданных символов в память

Программа вводится в мнемосодах в окно «Текст программы» с последующим ассемблированием:

```
RD #11
OUT 11
RD #65
WR 30
OUT 10
RD #25
WR R1
M:RD 30
ADD #1
WR 30
OUT 10
JRNZ R1,M
RD #0
OUT 13
HLT
```

### Список литературы

1. Ягодкин А.С., Зольников В.К., Скворцова Т.В., Ачкасов А.В., Кузнецов С.А., Макаренко Ф.В. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15, № 3. - С. 136-148.
2. Повышение формализации задач верификации топологии и электрической схемы для систем автоматизированного проектирования. / А.В. Полуэктов, К.В. Зольников, А.В. Ачкасов, Ю.А. Чевычелов // Моделирование систем и процессов. - 2024. - Т. 17, № 1. - С. 102-111.

3. Технология разработки RTL модели описания изделия при разработке программно-аналитического комплекса САПР / Д.В. Шеховцов, А.М. Плотников, К.В. Зольников, А.И. Заревич // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16, № 3. - С. 7.

### References

1. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for analyzing the electrical characteristics of LSI // Modeling of systems and processes. - 2022. - Т. 15, No. 3. - P. 136-148.

2. Increased formalization of topology and electrical circuit verification tasks for computer-aided design systems. / A.V. Poluektov, K.V. Zolnikov, A.V. Achkasov, Yu.A. Chevychelov // Modeling of systems and processes. - 2024. - Т. 17, No. 1. - P. 102-111.

3. Technology for developing an RTL model of product description when developing a CAD software and analytical complex / D.V. Shekhovtsov, A.M. Plotnikov, K.V. Zolnikov, A.I. Zarevich // Modeling of systems and processes. - 2023. - Т. 16, No. 3. - P. 7.

## **ПРИМЕНЕНИЕ САПР В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

М.С. Спиридонов, А.С. Гондарук, В.И. Анциферова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г. Ф. Морозова»

Аннотация. В работе описаны особенности применения САПР в процессе работ при проектировании и строительстве автомобильных дорог. Рассмотрены основные задачи, которые позволяет решать САПР, а также основные преимущества использования данной системы. Подробно описаны основные компоненты САПР, сделан вывод о необходимости постоянного совершенствования данных систем, в связи, с довольно быстрыми техническими изменениями во многих сферах человеческой деятельности.

Ключевые слова: проектирование, строительство автомобильные дороги, системы автоматизированного проектирования (САПР), алгоритм.

## **THE USE OF CAD IN THE PRODUCTION PROCESS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF HIGHWAYS**

M.S. Spiridonov, A.S. Gondaruk, V.I. Antsiferova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper describes the features of the use of CAD in the production process in the design and construction of highways. We have considered the main tasks that CAD allows us to solve, as well as the main advantages of using this system. In addition, we have described the main components of CAD, and concluded that there is a need for continuous improvement of these systems, due to fairly rapid technical changes in many areas of human activity.

Keywords: design, construction of highways, computer-aided design (CAD) systems, algorithm.

В настоящее время практически во всех сферах человеческой жизнедеятельности происходит их автоматизация и внедрение различных компьютерных технологий. В том числе это касается проектирования и строительства различных объектов. Создание новейших технологических программ и средств позволяет значительно увеличить технический уровень выполненной работы, а также экономит время работы специалистов.

Говоря про строительство автомобильных дорог, стоит отметить, что данный вид строительства постоянно сопровождается появлением новых задач и их усложнением. Следовательно, всё это требует новых подходов и методов в

работе, которые реализуются по средством применения различных автоматизированных систем.

В 21 веке особо стало популярно развитие разнообразных программных систем, которые пришли на смену отдельным автономным программам. Данные программные системы направлены на комплексное выполнение проектных работ.

Одной из таких систем является система автоматизированного проектирования (САПР). САПР представляет собой техническую систему, которая состоит из целого комплекса разнообразных средств автоматизации проектирования. Проектирование автомобильных дорог при помощи САПР предполагает кардинальное изменение проектной деятельности.

САПР позволяет решить две основные задачи при проектировании и строительстве автомобильных дорог. Во-первых, благодаря САПР происходит разработка проектно-сметной документации. Во-вторых, уже в последующем происходит её выпуск. При этом, важно отметить, что уровень качества выполняемой работы, значительно выше, чем при традиционном проектировании.

Стоит отметить, что качество новой автомобильной дороги определяется не только процессом строительства, но и разработкой проекта, который должны заранее подготовить соответствующие специалисты. При составлении проекта необходимо обязательно обращать внимания на особенности климата и местности в предполагаемом месторасположении автомобильной дороги. Кроме того, необходимо уделять внимание пожеланиям заказчика. Всё это говорит о том, что проектирование автомобильной дороги довольно важный процесс.

При этом, важно отметить, что проект автомобильной дороги необходимо составлять не только при строительной новой дороги, но и при проведении ремонта уже имеющийся дороги. Составление данных проектов должен заниматься специально подготовленный специалист, который имеет соответствующую квалификацию в данной области, а также опыт проведения подобных работ.

Использование САПР при проектировании и строительстве автомобильных дорог имеет следующие преимущества:

1) Значительное улучшение качества объектов проектируемых и возводимых объектов.

2) Экономия финансовых средств, используемых для проектирования и строительства автомобильных дорог. Отмечается, что использование систем автоматизированного проектирования позволяет уменьшить стоимость автомобильной дороги на 10-15 %. При этом, стоит отметить, что качество возводимых автомобильных дорог становится значительно лучше.

3) Существенное уменьшение затрачиваемого времени на процесс проектирования, а также улучшение качества проектной документации [2].

При проектировании и строительстве автомобильных дорог с применением САПР прослеживается значительных экономический эффект. В первую очередь это связано с тем, что повышается качество возводимых объектов, при этом в тоже время происходит снижение стоимости сметы и необходимых материалов.

Система автоматизированного проектирования (САПР) включает в себя 5 компонентов, которые представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Компоненты САПР

Проектирование и строительство автомобильных дорог в настоящее время имеет довольно быстрое и успешное развитие. Это в первую очередь связано с переходом на автоматизированные системы проектирования.

Создание конкретных проектов автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования выражается в виде алгоритмов.

Под алгоритмами в данном случае следует понимать определённый порядок разнообразных процедур, которые производят вычислительные и логические действия. На основе данных действий в дальнейшем становится возможным рассчитать самые разнообразные данные на основе уже имеющейся информации [3].

Важно отметить, что при строительстве и проектировке автомобильных дорог необходимо учитывать имеющиеся нормативно-правовые документы. Среди таких документов можно выделить следующие:

- разнообразные ГОСТы;
- отраслевые дорожные нормы и нормативы (ОДН);
- строительные нормы и правила (СНиП) и многое другое [1].

В результате использования САПР можно получить довольно реалистичную трехмерную модель дороги и проектную документацию. Данные программные продукты позволяют реализовать комплексный подход к разработке проектов на всех этапах проектирования и строительства автомобильных дорог, предложить несколько вариантов проектных решений и выбрать наиболее приемлемый вариант в рамках одного проекта, наглядно оценить преимущества и недостатки различных вариантов проектных решений.

Обобщая всё вышесказанное можно заключить, что в связи с тем, что в современном мире многие сферы научной деятельности развиваются достаточно быстро, происходит изменение и технологий проектирования и строительства автомобильных дорог. Довольно быстро совершенствуются программы и алгоритмы проектирования и строительства. Кроме того, появляются новые нормативные документы, которые также необходимо следовать в строительной и проектной деятельности. Именно поэтому САПР нельзя считать универсальной системой, которая будет использоваться в работе ещё многие годы. Не исключено, что данная система будет претерпевать существенные изменения с опорой на научно-технический прогресс.

## Список литературы

1. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов: в 2 ч. / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – Подольск: изд-во АТП, 2010. – 12 с.
2. Характеризация и моделирование сигналов в САПР / В. А. Скляр, В. К. Зольников, А. И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, №1. – С. 62.
3. Федотов, Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог / Г.А. Федотов. – М.: Транспорт, 1986. – С. 32-33.
4. Звягинцева, А.В. Базовое численное моделирование для реализации мероприятий по улучшению экологической обстановки на объектах / А.В. Звягинцева, А.С. Самофалова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 29-34.
5. Характеризация и моделирование сигналов в САПР / В.А. Скляр, В.К. Зольников, А.И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 62-67.
6. Звягинцева, А.В. Применение методов численного моделирования для оценки безопасности на объектах общественного назначения / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, В.В. Кульнева // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 30-42.

## References

1. Babkov V.F. Designing highways: textbook for universities: at 2 o'clock / V.F. Babkov, O.V. Andreev. Podolsk: publishing house of the ATP, 2010. – 12 p.
2. Characterization and modeling of signals in CAD / V. A. Sklyar, V. K. Zolnikov, A. I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2018. – Vol. 11, No. 1. – p. 62.
3. Fedotov, G.A. Automated design of highways / G.A. Fedotov. – M.: Transport, 1986. – pp. 32-33.
4. Zvyagintseva, A.V. Basic numerical modeling for the implementation of measures to improve the environmental situation at facilities / A.V. Zvyagintseva, A.S. Samofalova, V.V. Kulneva // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 29-34.
5. Characterization and modeling of signals in CAD / V.A. Sklyar, V.K. Zolnikov, A.I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2018. – vol. 11, No. 1. – pp. 62-67.
6. Zvyagintseva, A.V. Application of numerical modeling methods for safety assessment at public facilities / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, V.V. Kulneva // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 3. – pp. 30-42.

## **ФРЕЙМОВЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ETL**

П.А. Степанова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье исследуется применение фреймовых моделей представления знаний ETL (extract - экстракция, transform - преобразование, load – загрузка) данных. Фреймовые модели – это структура данных, которая организует информацию о каком-либо объекте. Благодаря таким моделям возможно эффективно описывать сложные иерархические отношения между сущностями в ETL-процессе.

Ключевые слова: фреймовая модель, фреймы, представление знаний, ETL, сущности, свойства, взаимосвязи.

## **ETL KNOWLEDGE REPRESENTATION FRAME MODELS**

P.A. Stepanova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines the application of ETL knowledge representation frame models (extract, transform, load) of data. Frame models are a data structure that organizes information about an object. Thanks to such models, it is possible to effectively describe complex hierarchical relationships between entities in an ETL process.

Keywords: frame model, frames, knowledge representation, ETL, entities, properties, relationships.

### **Введение**

Представление знаний – важнейший атрибут в разработке интеллектуальных систем, который позволяет моделировать и обрабатывать информацию о чем-либо. Фреймовые модели предлагают детальный и последовательный подход к структурированию знаний в предметных областях с богатой иерархической структурой.

Рассмотрим практическое применение фреймовых моделей представления знаний ETL в предметной области «Железная дорога» (продажа билетов).

### **1. Абстрактные объекты и понятия**

Абстрактные объекты и понятия называются так, потому что не существуют в физическом мире, а существуют только в нашем воображении. То есть, они не имеют физических свойств (например, массы, формы, цвета), и их



нельзя непосредственно наблюдать. Для представления таких объектов существуют фреймы-прототипы.

Фреймы-прототипы – это когнитивные структуры, которые отражают знания и позволяют хранить и обрабатывать информацию об абстрактных стереотипных объектах, понятиях, событиях и т.д. Фреймы-прототипы структурированы в виде набора атрибутов и свойств, описывающих характеристики рассматриваемой предметной области, в нашем случае железной дороги.

Каждый фрейм может содержать слоты и атрибуты. Слоты – это некие ячейки, которые хранят значения для конкретных атрибутов объекта. Имя слота при этом соответствует определенному типу атрибута. Например, фрейм «Поезд» содержит слоты для списка вагонов – «Вагон» и мест – «Место», входящих в состав поезда. Атрибуты представляют собой свойства, которые как-либо характеризуют фрейм-объект, при этом такие характеристики могут быть различными по природе (по физическим свойствам, функционалу и т.д.). Например, фрейм-объект «Вагон» содержит атрибуты с номером вагона, типом вагона, общим количеством мест и количеством свободных мест.

Итак, выделим 6 основных фреймов предметной области «Железная дорога» и определим их слоты и атрибуты, результаты представим в виде табл. 1.

Таблица 1 - Фреймы предметной области «Железная дорога»

№	Наименование фрейм-прототипа	Слоты фрейм-прототипа	Атрибуты фрейм-прототипа
1	Фрейм-объект: Поезд	- Вагоны (список фреймов-объектов “Вагон”); - места (список фреймов-объектов “Место”)	Номер поезда; тип поезда; маршрут (откуда - куда); дата отправления; время отправления; список вагонов; свободные места; цена билета.
2	Фрейм-объект: Вагон	Места (список фреймов-объектов “Место”)	Номер вагона; тип вагона (плацкартный, купе, СВ); количество мест; свободные места
3	Фрейм-объект: Место	Пассажир (фрейм-объект “Пассажир”)	Номер места; тип места (верхнее/нижнее, боковое/среднее); доступность (свободно/занято)
4	Фрейм-объект: Пассажир	Билет (фрейм-объект “Билет”)	Имя; фамилия; отчество; паспортные данные; контактный телефон; адрес
5	Фрейм-объект: Билет	Пассажир (фрейм-объект “Пассажир”)	Номер билета; дата продажи; маршрут (откуда - куда); дата отправления; время отправления; цена билета; тип вагона; номер вагона; номер места

6	Фрейм-роль: Сотрудник	- Клиент (фрейм-объект “Пассажир”); - поезд (фрейм-объект “Поезд”); - билет (фрейм-объект “Билет”)	Имя; фамилия; должность
---	--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

## 2. Конкретные объекты

Противоположностью абстрактных объектов являются конкретные объекты, которые реально существуют в мире в качестве материальных вещей, то есть, конкретные объекты представляют собой самостоятельно существующие предметы, которые мы можем видеть и осязать.

Чтобы представить конкретный объект в искусственном интеллекте, используют фрейм-экземпляр. Это структура данных, которая наследует общие свойства от своего фрейм-прототипа, но при этом может иметь уникальные данные для конкретных атрибутов. Кроме того, в фрейме-экземпляре значения всех слотов являются константами. Например, фрейм-экземпляр «Поезд №123» содержит значения с информацией о типе поезда (пассажирский), маршруте следования поезда (Москва-Воронеж), дате отправления (15.12.2024) и времени отправления (10:00).

Выделим фреймы-экземпляры предметной области «Железная дорога» на основе фреймов-прототипов и результаты отразим в табл. 2.

Таблица 2 - Фреймы-экземпляры предметной области «Железная дорога»

№	Фрейм-экземпляр	Значения фрейм-экземпляра
1	Поезд №123	Тип: <i>Пассажирский</i> Маршрут: <i>Москва - Воронеж</i> Дата отправления: <i>2024-12-15</i> Время отправления: <i>10:00</i>
2	Вагон №1	Тип: <i>Купе</i> Количество мест: <i>36</i> Свободные места: <i>10</i>
3	Место №10	Тип: <i>Нижнее, боковое</i> Доступность: <i>Свободно</i>
4	Пассажир Иван Иванов	Паспортные данные: <i>12 34 № 567890</i> Контактный телефон: <i>+7 (777) 777-77-77</i>
5	Билет № 123456	Дата продажи: <i>2024-12-14</i> Маршрут: <i>Москва - Воронеж</i> Дата отправления: <i>2024-12-15</i> Время отправления: <i>10:00</i> Цена билета: <i>2500 руб.</i> Тип вагона: <i>Купе</i> Номер вагона: <i>1</i> Номер места: <i>10</i>

### 3. Ситуации

В общем смысле, ситуация - это набор каких-либо обстоятельств, происходящих в определенное время и в определенном месте. Для описания различных ситуаций в представлении знаний используют фрейм-ситуации.

Фрейм-ситуация – это набор данных, которые представляют общую модель ситуации. Такой тип фрейма описывает условия и действия внутри конкретной ситуации. Например, для фрейма-ситуации «Покупка билета» необходимо, чтобы выполнялось условие – клиент хочет купить билет. После выполнения данного условия, происходит ряд действий – сотрудник предлагает варианты билетов, клиент выбирает и т.д. и результатом действий является покупка билета (табл. 3).

Таблица 3 – Фреймы-ситуации предметной области «Железная дорога»

№	Фрейм-ситуация	Условия	Действия
1	Прототип: Покупка билета	1. Клиент хочет купить билет на поезд; 2. Сотрудник проверяет наличие билетов.	1. Сотрудник предлагает клиенту варианты билетов; 2. Клиент выбирает билет; 3. Сотрудник оформляет билет; 4. Клиент оплачивает билет.
2	Прототип: Отмена бронирования	1. Клиент хочет отменить бронирование билета. 2. Сотрудник проверяет возможность отмены	1. Сотрудник отменяет бронирование. 2. Сотрудник возвращает деньги клиенту
	Фрейм-ситуация-экземпляр		
3	Покупка билета на поезд № 123	1. Клиент Иван Иванов хочет купить билет на поезд № 123. 2. Сотрудник проверяет наличие билетов	1. Сотрудник предлагает клиенту билет в купе, вагон № 1, место № 10. 2. Клиент выбирает билет. 3. Сотрудник оформляет билет № 123456. 4. Клиент оплачивает билет.
4	Отмена бронирования билета № 123456	1. Клиент Иван Иванов хочет отменить бронирование билета № 123456. 2. Сотрудник проверяет возможность отмены	1. Сотрудник отменяет бронирование билета. 2. Сотрудник возвращает деньги клиенту Ивану Иванову

#### 4. Динамика ситуаций

Динамика ситуаций – это ход развития, последовательность изменений ситуации под воздействием каких-то внутренних или внешних факторов с течением времени. Для представления динамики ситуаций используют фрейм-сценарии.

Фрейм-сценарий описывает последовательность состояний, действий и отношений, которые происходят внутри ситуации, а также их взаимосвязь. Такой фрейм может способствовать предсказанию развития ситуации на основе ранее встречавшейся цепочке связанных и влияющих друг на друга событий.

Выделим этапы фрейма-сценария:

- 1) Описание ситуации в начальный момент времени;
- 2) Список действий, происходящих в ходе ситуации;
- 3) Описание изменений состояния и отношений, произошедших в результате действий;
- 4) Описание ситуации на конечный момент времени (результат).

На основе данных этапов опишем два фрейма-сценария предметной области «Железная дорога».

*Первый сценарий – «Покупка билета».* Сцена – клиент обращается к сотруднику. Действие – сотрудник спрашивает информацию о желаемом маршруте, дате и времени отправления, второе действие – проверяет наличие билетов. Вторая сцена имеет два ответвления: если билеты есть – предложение билетов, если билетов нет – отсутствие билетов и отказ в покупке.

*Второй сценарий – «Отмена бронирования».* Сцена – клиент обращается к сотруднику. Действие – сотрудник спрашивает информацию о номере билета, второе действие – проверяет возможность отмены. Вторая сцена также имеет два ответвления: если отмена возможна – бронирование отменено, иначе – отказ в отмене.

#### 5. Фреймы-объекты сценариев и сцен

Фреймы-объекты сценариев/сцен – это типовая структура данных для определенной сцены, включающая и описывающая характерные атрибуты этой сцены. Например, фрейм-объект «Запрос» сцены «Покупка билета» включает в себя атрибуты с информацией о маршруте предстоящей поездки, дате и времени желаемого отправления (табл. 4).

Таблица 4 – Фреймы-объекты сцен «Покупка билета»

№	Фрейм-объект	Атрибуты
1	Запрос	Маршрут; дата отправления; время отправления
2	Ответ	Доступные билеты; причина отказа (в случае отсутствия билетов); информация о возврате средств (в случае отмены бронирования)

#### 6. Построение схемы фреймов

Заключительным этапом исследования предметной области является построение схемы всех типов рассмотренных фреймов. Такая схема позволит структурировать все данные воедино и представить их наглядно.

Для построения использую онлайн-конструктор Mermaid, который с помощью кода на одноименном языке, позволит моментально вывести необходимую схему фреймов на экран.

Код для построения и результат работы кода (в виде схемы) представлены ниже:

```
graph LR
  subgraph Фреймы-прототипы
    A[Поезд] --> B[Вагон]
    B --> C[Место]
    A --> D[Пассажир]
    A --> E[Билет]
    A --> F[Сотрудник]
  end
  subgraph Фреймы-экземпляры
    G[№123] --> H[№1]
    H --> I[№10]
    G --> J[Иван Иванов]
    G --> K[№ 123456]
    G --> L[Петр Сидоров]
  end
  subgraph Фреймы-ситуации
    M[Покупка билета] --> N[Покупка билета на поезд №123]
    O[Отмена бронирования] --> P[Отмена бронирования билета № 123456]
  end
  subgraph Фреймы-сценарии
    Q[Покупка билета] --> R[Отмена бронирования]
  end
  subgraph Фреймы-объекты сценариев и сцен
    S[Запрос]
    T[Ответ]
  end
  A --> G
  B --> H
  C --> I
  D --> J
  E --> K
  F --> L
  M --> N
  O --> P
  Q --> R
  S --> Q
  T --> Q
  style A fill:#007bff,stroke:#000
  style B fill:#007bff,stroke:#000
  style C fill:#007bff,stroke:#000
  style D fill:#007bff,stroke:#000
  style E fill:#007bff,stroke:#000
  style F fill:#007bff,stroke:#000
  style G fill:#dc3545,stroke:#000
  style H fill:#dc3545,stroke:#000
  style I fill:#dc3545,stroke:#000
  style J fill:#dc3545,stroke:#000
  style K fill:#dc3545,stroke:#000
  style L fill:#dc3545,stroke:#000
  style M fill:#28a745,stroke:#000
  style N fill:#28a745,stroke:#000
  style O fill:#28a745,stroke:#000
  style P fill:#28a745,stroke:#000
  style Q fill:#ffc107,stroke:#000
  style R fill:#ffc107,stroke:#000
  style S fill:#6c757d,stroke:#000
  style T fill:#6c757d,stroke:#000
```

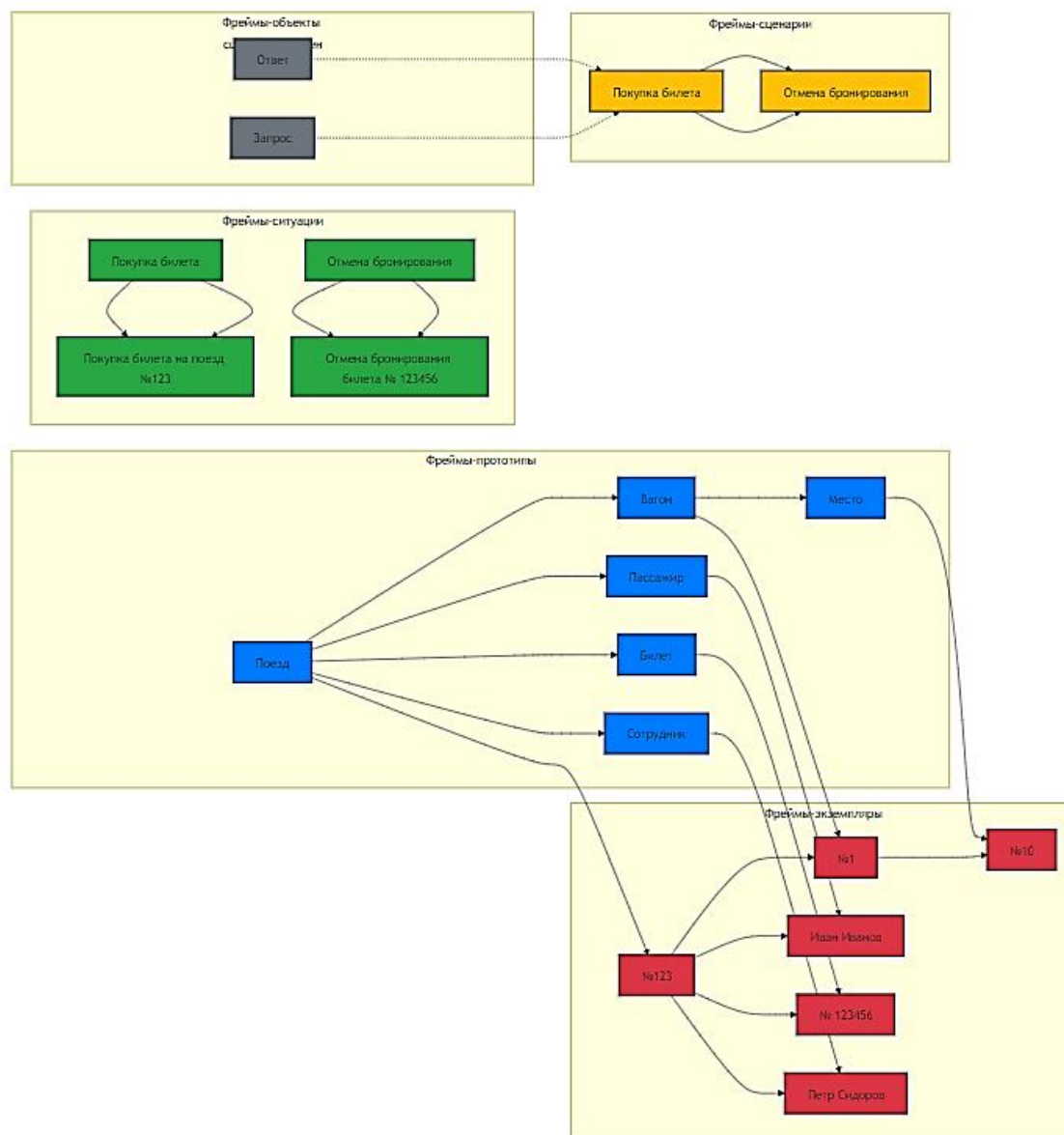


Рисунок 1 – Схема фреймов предметной области «Железная дорога»

### Вывод

Фреймовые модели – это адаптированный и удобный инструмент для структурирования большого объема данных с богатой иерархией. На основании фреймовых моделей можно построить наглядную схему всех процессов, объектов и отношений в любой предметной области.

### Список литературы

1. Раецкая Е.В. Алгоритм построения управления динамической системой в частных производных / А.В. Толкачев Моделирование и управление хаотическим процессом // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, №3. – С. 128-136.
2. Дагтон У.Х. Фреймы и связи в управлении глобальными коммуникациями / У.Х. Дагтон // Сетевое исследование Форума по управлению Интернетом. – 2018. – С. 612.

3. Кесс Ю.Ю. Анализ и синтез фреймовых моделей АСУ / Ю.Ю. Кесс. – 1986. – С. 168.
4. Филлмор Ч. Фреймы и семантика понимания / Ч. Филлмор // Новое в зарубежной лингвистике. – 1988. – С. 52-78.
5. Фомин И.Н. Фреймовый подход к систематизации расчетных моделей электроснабжения / И.Н. Фомин. – 2016.

### **References**

1. Raetskaya E.V. Algorithm for constructing control of a dynamic system in partial derivatives / A.V. Tolkachev Modeling and control of a chaotic process // Modeling of systems and processes. – 2022. –vol. 15, No.3. – pp. 128-136.
2. Dutton W.H. Frames and connections in global communications management / W.H. Dagton // Network research of the Internet Governance Forum. – 2018. – p. 612.
3. Kess Yu.Yu. Analysis and synthesis of automated control system frame models / Yu.Yu. Kess. – 1986. – p. 168.
4. Fillmore Ch. Frames and semantics of understanding / Ch. Fillmore // New in foreign linguistics. – 1988. – pp. 52-78.
5. Fomin I.N. Frame approach to systematization of calculation models of power supply / I.N. Fomin. – 2016.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИГР НА UNREAL ENGINE 5

А.С. Ягодкин, С.А. Солнышкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при работе с движком Unreal Engine 5 был проведен анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по работе с программным обеспечением. Построение системы с использованием визуального программирования и создание визуальных сцен было с учетом возможного применения в реальной жизни.

Ключевые слова: SQL, проектирование, база данных, запросы, таблицы.

## FEATURES OF GAME DEVELOPMENT ON UNREAL ENGINE 5

A.S. Yagodkin, S.A. Solnyshkin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, an analysis of the selected topic was conducted while working with the Unreal Engine 5 engine. The relevant literature on working with the software was studied. The construction of the system using visual programming and the creation of visual scenes was taking into account possible application in real life.

Keywords: SQL, design, database, queries, tables.

### Введение

В последние годы индустрия видеоигр потерпела большие изменения. Разработка игр становится более доступной и для нее не требуется иметь свою компанию с большим штатом сотрудников. Появляется все больше проектов от соло-разработчиков, которые могут не уступать по качеству крупнобюджетным играм.

Для создания проекта существуют игровые «движки». Ими называют программное обеспечение для создания игр. Он может быть создан с нуля для определенного проекта, а может быть использован уже готовый, находящийся в открытом доступе. Одним из открытых «движков» является Unreal Engine.

Он получил большую популярность после выхода версии 5.0. Благодаря внедрению в него новейших технологий его используют как инди-разработчики (разработчики-одиночки или маленькие студии), так и крупные компании.

В этой работе мы рассмотрим особенности разработки игр на Unreal Engine 5 и почему люди предпочитают его, взамен другим.



## Система визуального программирования

Самое главное в разработке игры – это грамотно написанный код. От того, насколько ответственно человек подошел к работе с ним зависит производительность игры, а также наличие ошибок («багов»).

Одной из полезных функций в Unreal Engine 5 являются Blueprints, или же «система визуального программирования», пример которой изображен на рис. 1.

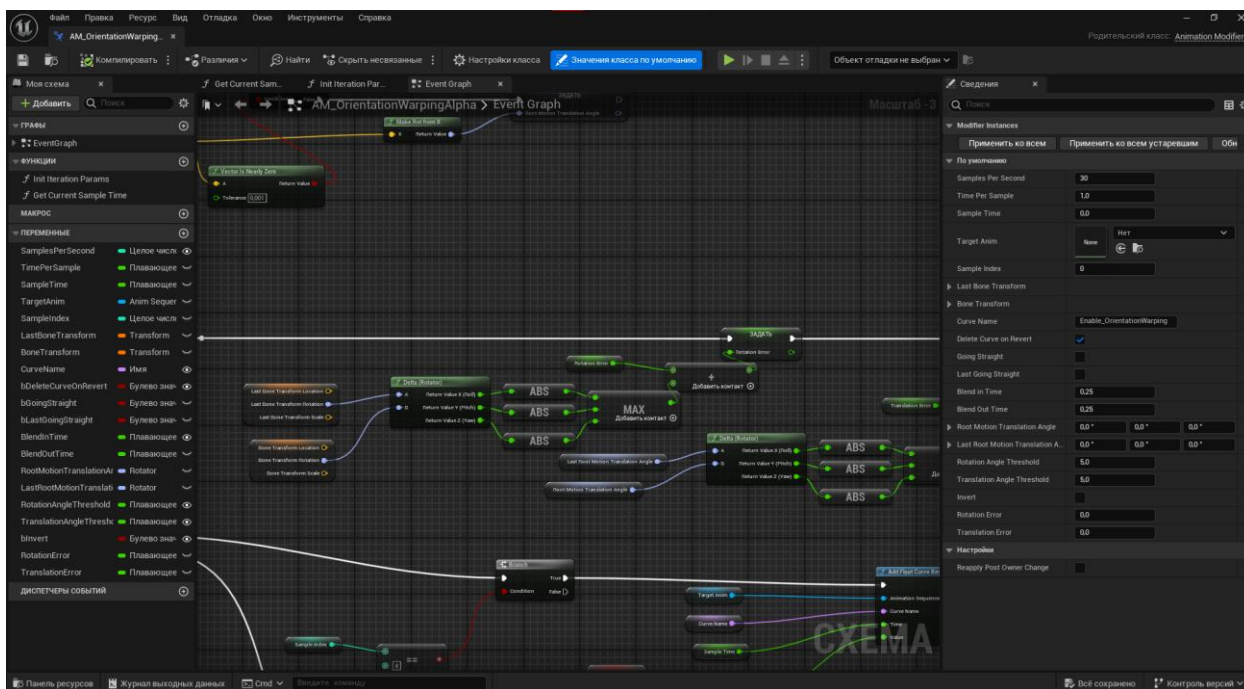


Рисунок 1 – Система визуального программирования

Она позволяет создавать и выполнять те или иные функции, не написав ни одной строчки кода. Так, например, можно написать простую игру, не имея опыта работы с языком программирования, описав работу того или иного объекта с помощью «узлов/нодов» (англ. Nodes). «Ноды» имеют разное назначение: от математически и логических операций до выполнения «особого действия» или ссылки на другой набор «нодов», выполняющих ту или иную функцию. Соединяя узлы между собой в определенной последовательности, будет выполнено то или иное действие в коде. Подобная система может наблюдаться в приложениях для работы с компьютерной графикой, когда с помощью «нодов» задаются свойства объекта: текстура, свет, материал и прочее.

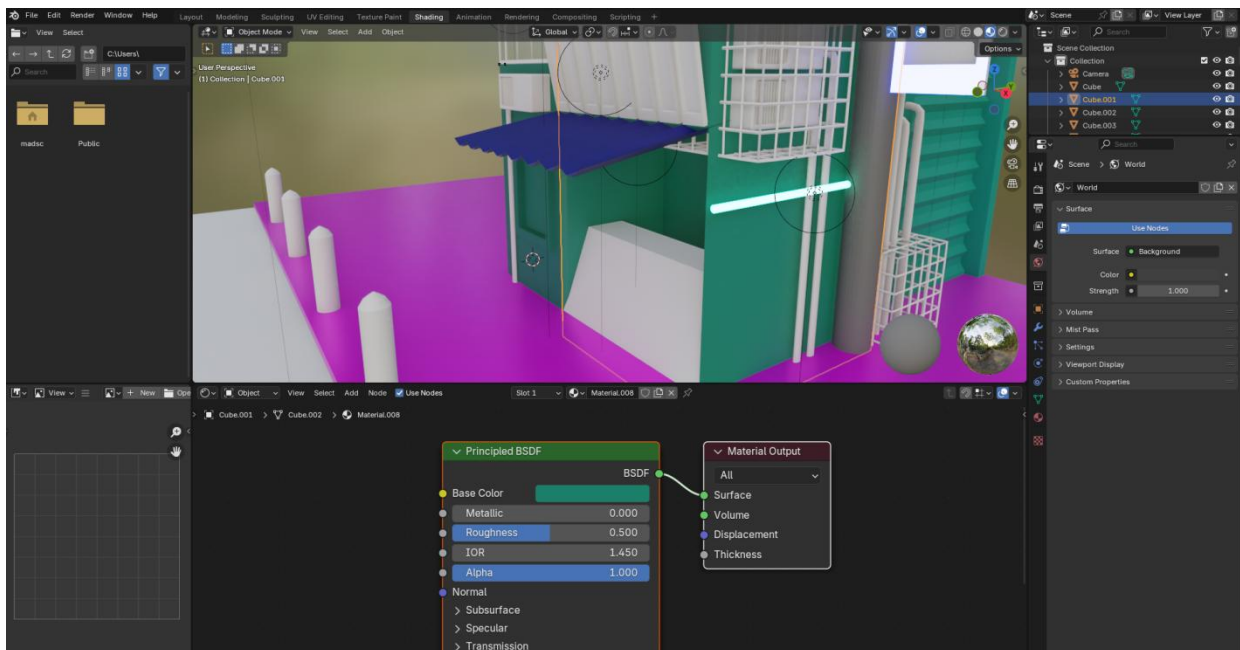


Рисунок 2 – Пример «нодов» в программе по работе с 3D моделями

Также с помощью визуального представления можно проследить на каком этапе выполнения кода происходит ошибка, что упрощает работу по ее устранению.

Не любую игру можно написать лишь с использованием Blueprints, однако, она система может сильно упростить работу.

#### Технология «Nanite»

Для хорошей производительности проекта разработчикам приходится упрощать некоторые аспекты игры или идти на определенные ухищрения. В основном, главную роль играет дальность прорисовки, оптимизация текстур, упрощение геометрии.

Чтобы улучшить производительность и не ухудшить графику в Unreal Engine 5 имеется технология «Нанитов» (англ. Nanite).

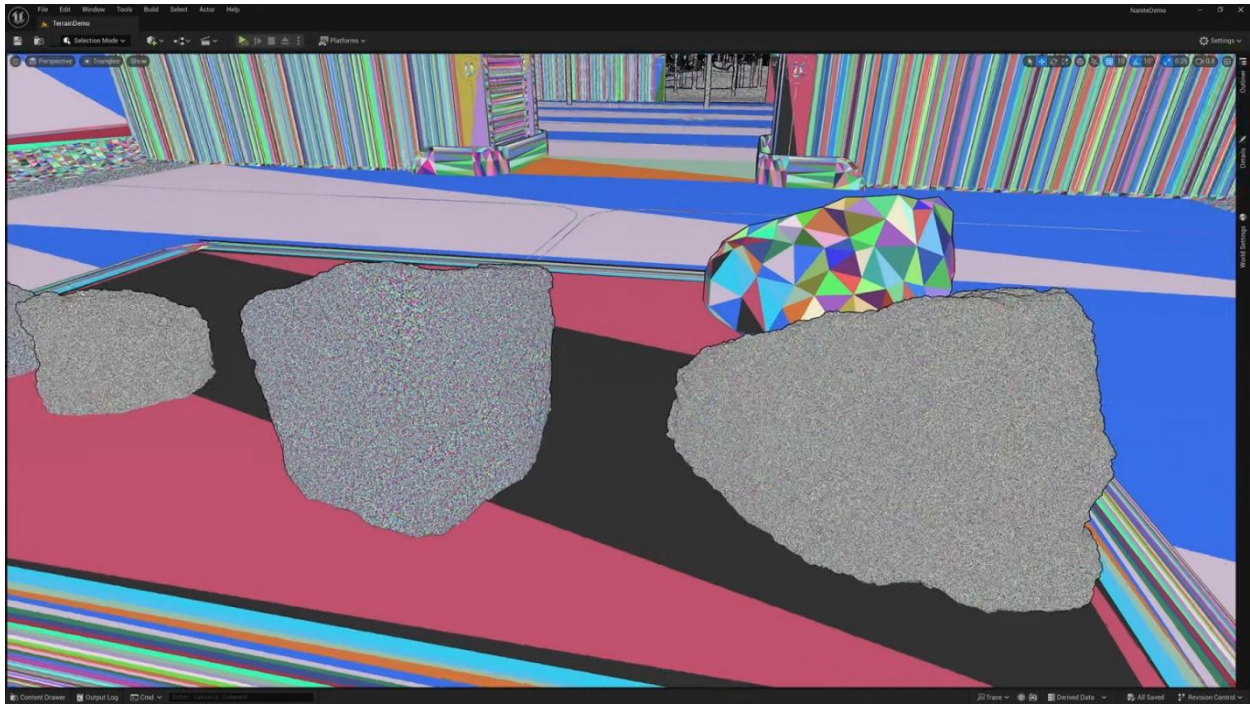


Рисунок 3 – Отличие количества полигонов у объектов

«Наниты» позволяют динамически упрощать или усложнять геометрию объекта в зависимости от расстояния до него. Чем дальше объект будет находиться от игрока, тем меньше полигонов он будет иметь, тем самым его детализация будет понижена и наоборот. Это позволяет оптимизировать сцену и снизить нагрузку на систему, не теряя в качестве.

#### Система освещения Lumen

Данная система является аналогом RayTracing (трассировка лучей), выполняемая на аппаратном уровне, тем самым уменьшая нагрузку на систему и придавая сцене реалистичное освещение и отражения.

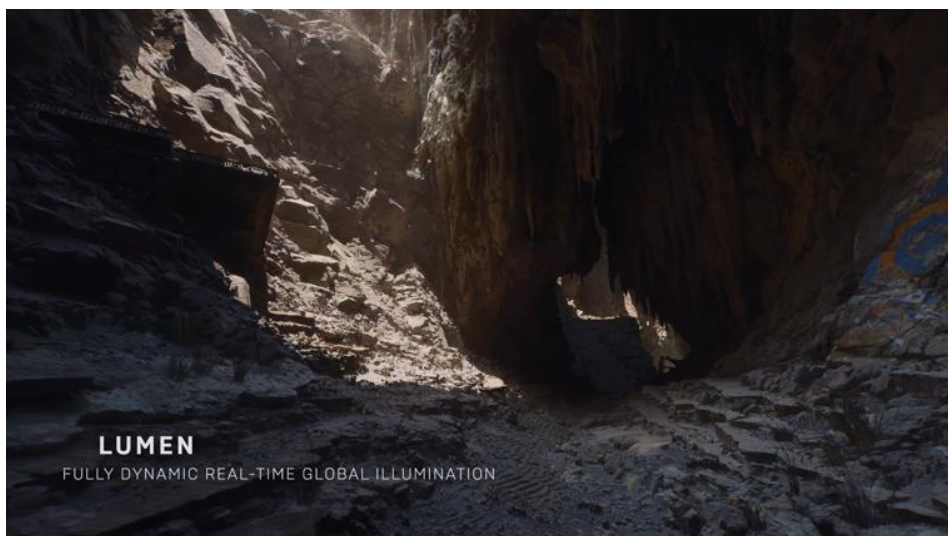


Рисунок 4 – демонстрация технологии Lumen

Это значительно увеличивает порог игроков, так как становится не обязательным использование видеокарт с поддержкой трассировки лучей. Вся обработка света в сцене происходит в режиме реального времени.

### Готовый набор объектов и механик

В Unreal Engine 5 интегрирован сервис Quixel Bridge. Это большая библиотека платных и бесплатных наборов («ассетов» (англ. Assets)), которые разработчик может использовать в своем проекте. Можно добавить в свой проект уже готовую систему передвижения, систему генерации ландшафта или интегрировать возможность использования VR-очков. Помимо этого, можно внедрить работу с другими языками программирования (сам движок использует C++).

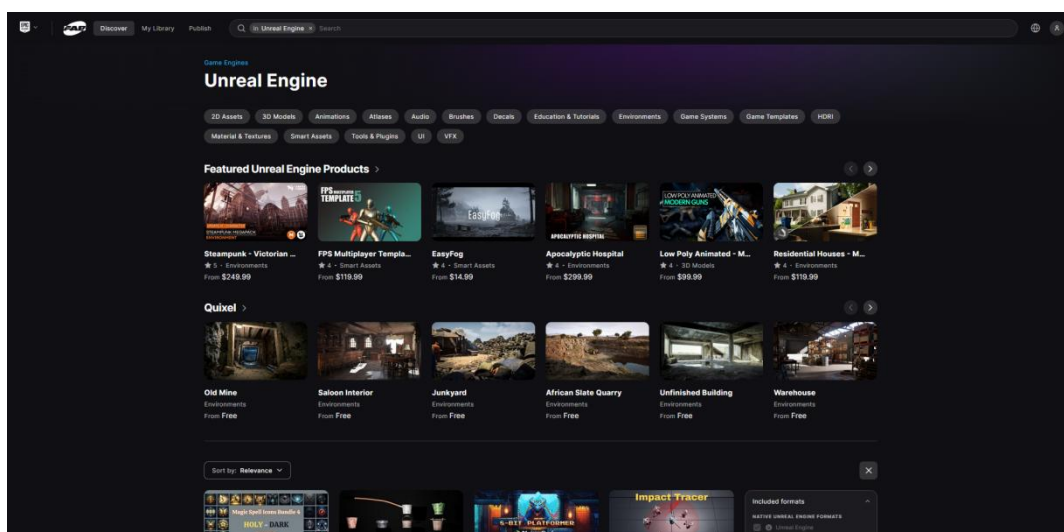


Рисунок 5 – Quixel Bridge

Также в свободном распространении находятся готовые объекты или текстуры, которые можно использовать для создания окружения.

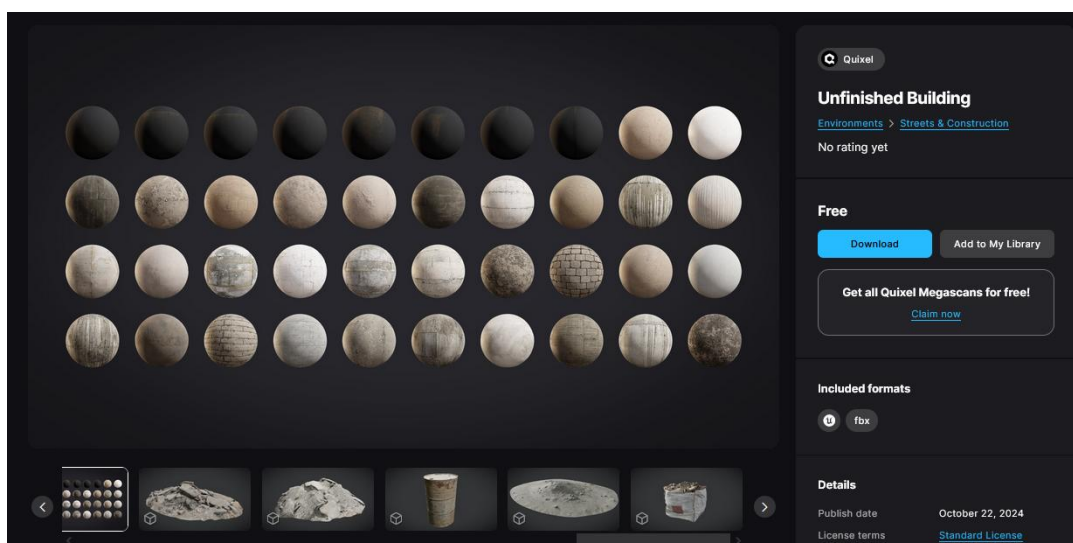


Рисунок 6 – Пример набора с текстурами

## Вывод

В ходе работы с Unreal Engine 5 мы ознакомились с особенностью разработки на данном движке и причины его популярности. На практике применили предоставленные технологии. Продемонстрировали как работу предложенных инструментов, использовали систему визуального программирования и создание визуальных сцен было с учетом возможного применения в реальной жизни.

## Список литературы

1. Балакшин, А. Unreal Engine 5 и его возможности: мнение программиста AAA-игр / А. Балакшин // Онлайн школа «XYZ» – 2023.
2. Грегори, Д. Игровой движок. Программирование и внутреннее устройство. Третье издание / Д. Грегори – 2024. – С. 20-53
3. Максименкова, О. В. Программирование в Unreal Engine 5 для начинающего игродела. Основы визуального языка Blueprint / О. В. Максименкова, Н. И. Веселко. – 2023. – С. 10-70.
4. Ромеро, М. Визуальное программирование Blueprints для Unreal Engine / М. Ромеро, Б. Сьюэлл. – 2-е издание. – 2024. – С. 15-51.
5. Поляков, С.И. Каскадное управление отоплением «умного дома» / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 82-89. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-82-89.

## References

1. Balakshin, A. Unreal Engine 5 and its capabilities: the opinion of a AAA games programmer / A. Balakshin // Online school "XYZ" – 2023.
2. Gregory, D. Game engine. Programming and internal structure. Third edition / D. Gregory. - 2024. - P. 20-53
3. Maksimenkova, O. V. Programming in Unreal Engine 5 for a novice game developer. Fundamentals of the visual language Blueprint / O. V. Maksimenkova, N. I. Veselko. - 2023. - P. 10-70.
4. Romero, M. Visual programming Blueprints for Unreal Engine - Second edition / M. Romero, B. Sewell - 2024. - P. 15-51.
5. Polyakov, S.I. Cascade control of heating “smart house” / S.I. Polyakov, V.I. Akimov, A.V. Polukazakov // Modeling of systems and processes. systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 4. - P. 82-89. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-82-89.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ОЦИФРОВКИ АРХИВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

С.А. Сазонова, А.В. Акименко, И.Н. Занин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Исследована задача разработки и реализации веб-сервиса для оцифровки архивных геологических карт с использованием алгоритмов компьютерного зрения. Проанализированы современные методы оцифровки и векторизации геологических карт. Выбраны алгоритмы, наиболее подходящие для задач распознавания символов, цифр и изолиний на геологических картах. Разработана архитектура веб-сервиса, включающая модули аутентификации пользователей, загрузки и хранения карт, их анализа и векторизации, а также интерфейс пользователя.

Ключевые слова: Веб-сервис, архитектура, геологические карты, алгоритмы компьютерного зрения, распознавание символов.

## **DESIGNING A WEB SERVICE FOR DIGITIZING ARCHIVAL GEOLOGICAL MAPS USING COMPUTER VISION ALGORITHMS**

S.A. Sazonova, A.V. Akimenko, I.N. Zanin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The task of developing and implementing a web service for digitizing archival geological maps using computer vision algorithms is investigated. Modern methods of digitization and vectorization of geological maps are analyzed. The algorithms that are most suitable for the tasks of recognizing symbols, numbers and contours on geological maps have been selected. The architecture of the web service has been developed, including modules for user authentication, downloading and storing maps, their analysis and vectorization, as well as a user interface.

Keywords: Web service, architecture, geological maps, computer vision algorithms, character recognition.

Геологические карты, являясь важным источником данных о геологической структуре и ресурсах земной коры, часто хранятся в аналоговом формате, что затрудняет их доступность и использование в современных исследованиях и практических приложениях. Проектирование веб-сервиса для автоматизированной оцифровки и анализа таких карт с использованием алгоритмов компьютерного зрения позволит сохранить ценные данные архивных карт, которые имеют историческую и практическую ценность.

В исследовании применяется новый подход к оцифровке архивных карт с применением современных технологий, позволяющих повышать скорость и точность процесса оцифровки за счет автоматизации ключевых этапов обработки данных.

Цель исследования - спроектировать простой и доступный для использования веб-сервис для оцифровки архивных геологических карт, направленный на использование мелкими геологическими фирмами, инженерно-геологическими архивами, а также на образовательные учреждения.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие задачи:

- изучение существующих методов и подходов к оцифровке и анализу геологических карт;
- анализ и выбор наиболее подходящих алгоритмов компьютерного зрения для реализации веб-сервиса;
- проектирование архитектуры веб-сервиса, включая взаимодействие компонентов и интерфейс пользователя.

Для реализации исследования использовались методы анализа и сравнительного обзора существующих подходов к оцифровке геологических карт, методы проектирования программного обеспечения. В качестве теоретической основы были изучены работы в области геоинформатики, компьютерного зрения и обработки изображений, что позволило определить оптимальные методы и подходы для решения поставленных задач.

Рассмотрим основные способы векторизации картографического материала в геоинформационных системах.

Основные характеристики векторных изображений:

- форматы: SVG, EPS, PDF, AI;
- масштабируемость. Векторные изображения могут быть увеличиваемы или уменьшаемы в любом размере без потери качества, поскольку они основаны на математических формулах;
- гибкость редактирования. Изменения в векторном изображении, такие как изменение цвета, формы или размера, могут быть легко внесены с помощью графического редактора;
- размер файла. По сравнению с растровыми изображениями, файлы векторных изображений обычно имеют меньший размер, особенно при высоком разрешении;
- использование. Логотипы, схемы, диаграммы, карты, включая векторные геологические карты.

Такие характеристики векторных карт, как масштабируемость, размер файла, гибкость редактирования и точность представления геометрических объектов обуславливает повсеместное использование векторных изображений в геоинформационных системах (ГИС).

В геологии векторные изображения геологических карт позволяют создавать геологические профили с точным определением границ слоев, разломов; проводить анализ пространственного распределения минералов, полезных ископаемых, воды или всевозможных загрязнений. Также векторные данные лег-

ко интегрируются в ГИС, что является важным преимуществом для будущего веб-сервиса.

Рассмотрим последовательность проектирования веб-сервиса для оцифровки карт. На рис. 1 приведена диаграмма компонентов как элемент языка моделирования UML.

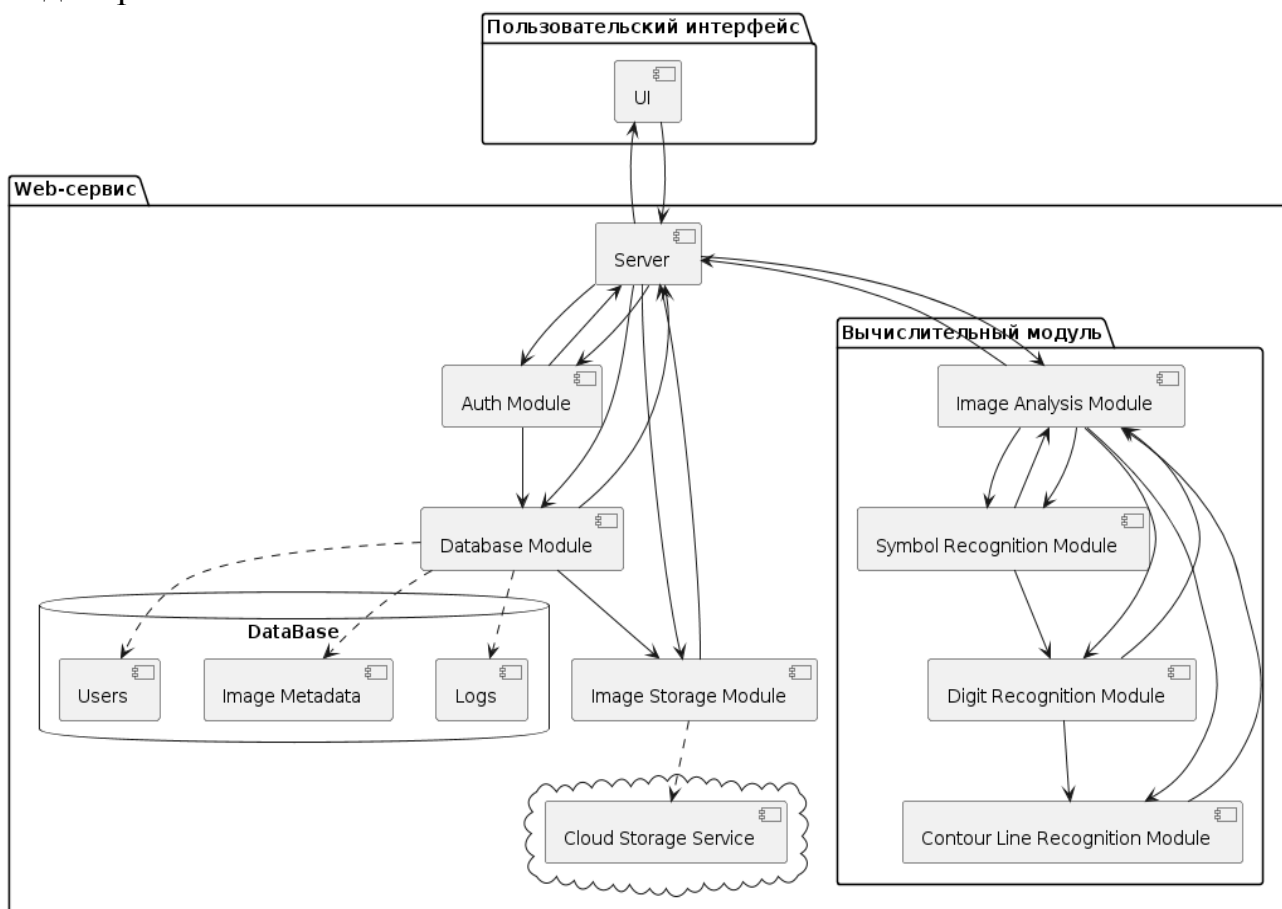


Рисунок 1 - Диаграмма компонентов

На рис. 2 и 3 изображены диаграммы классов. Класс характеризуется тремя составляющими: имя класса; список полей класса; список методов класса.

Имя класса должно быть уникальным в пределах диаграммы, быть в единственном числе. Поля класса (или атрибуты) представляют данные, хранимые в классе. Они описывают свойства объекта. Описание полей класса позволяет показывать тип поля, его идентификатор (также является уникальным), уровень видимости и кратность, если это необходимо. Методы класса представляют собой функции или процедуры, которые выполняют действия над объектами класса или взаимодействуют с другими объектами.



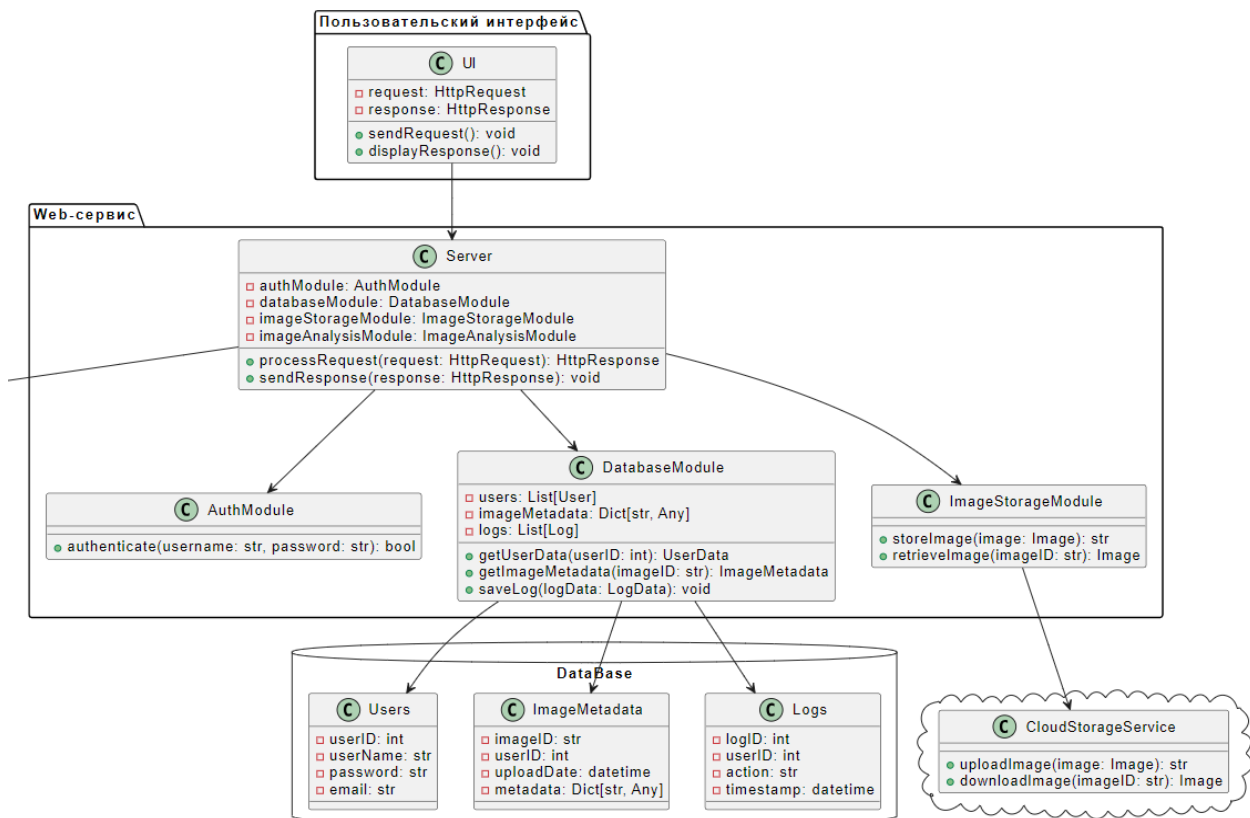


Рисунок 2 - Диаграмма классов

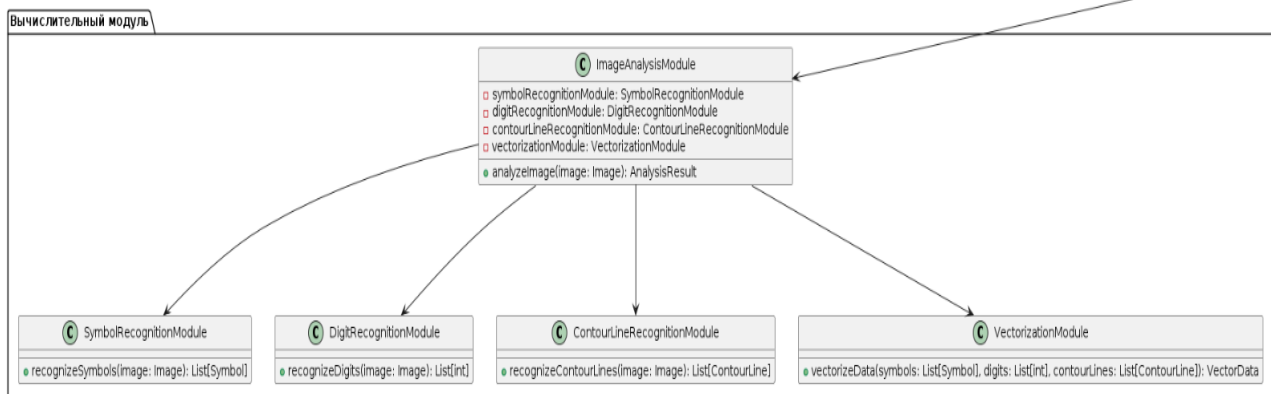


Рисунок 3 - Диаграмма классов (продолжение)

На рис. 4 приведена диаграмма деятельности UML, а на рис. 5 - диаграмма последовательности.

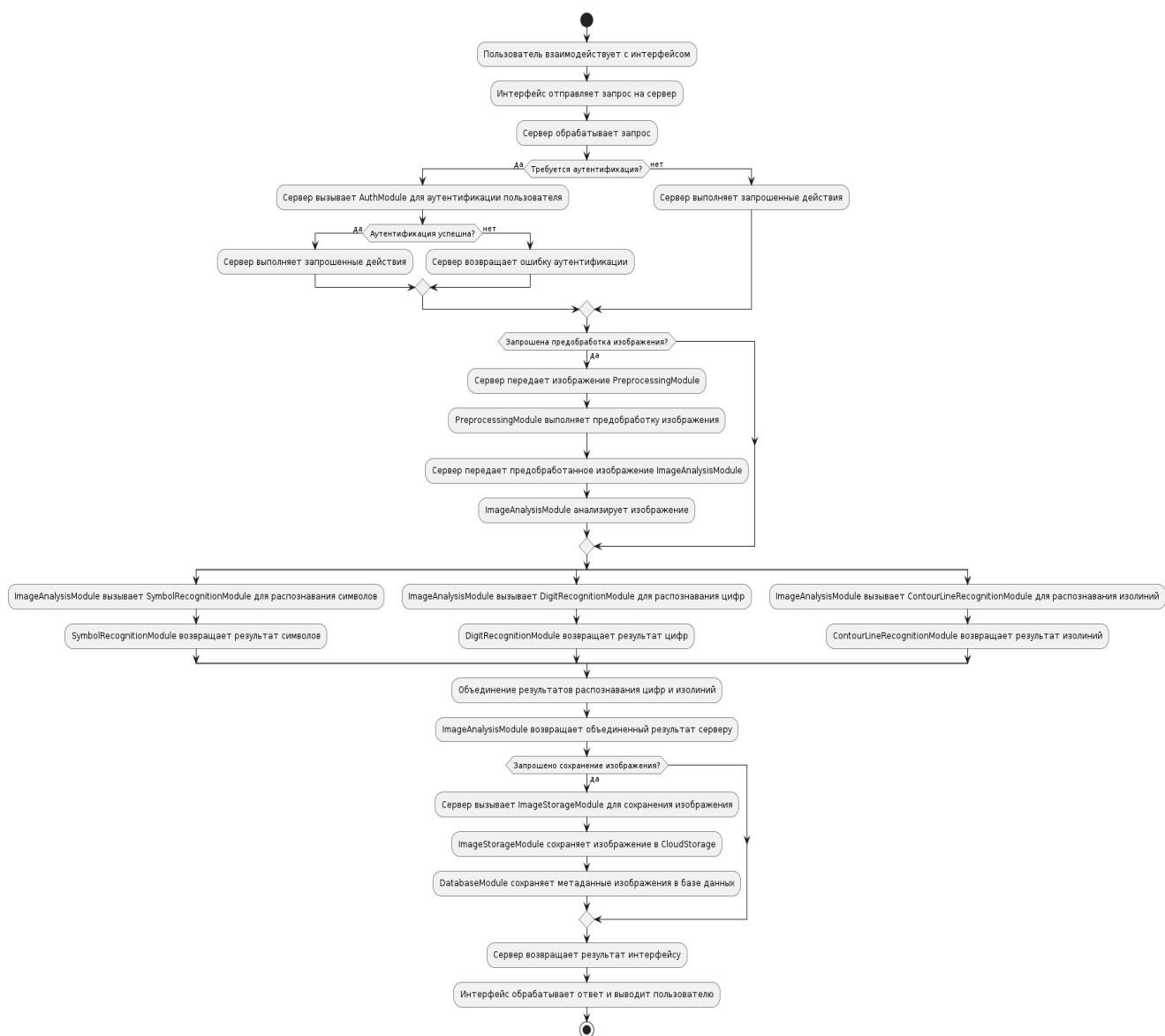


Рисунок 4 - Диаграмма деятельности

При разработке дизайна графического интерфейса пользователя для визуализации пользовательского интерфейса веб-сервиса была создана серия мокапов, которые позволили визуализировать структуру и элементы страниц. Мокап - это средне или высоко детализированное статичное представление дизайна.

Мокапы включали в себя:

1. Главную страницу с возможностью навигации и вывода сохраненных карт (рис. 6).
2. Страницу загрузки карты с полями для выбора файла и ввода метаданных (рис. 7).
3. Интерфейс доработки векторизованных карт (рис. 8).

Страница загрузки карт показывает, что для добавления нового изображения нужно пройти три этапа. На первом происходит загрузка файлов карты, после чего необходимо указать уникальное название для быстрого поиска в каталоге, в конце необходимо выбрать область для анализа карты.

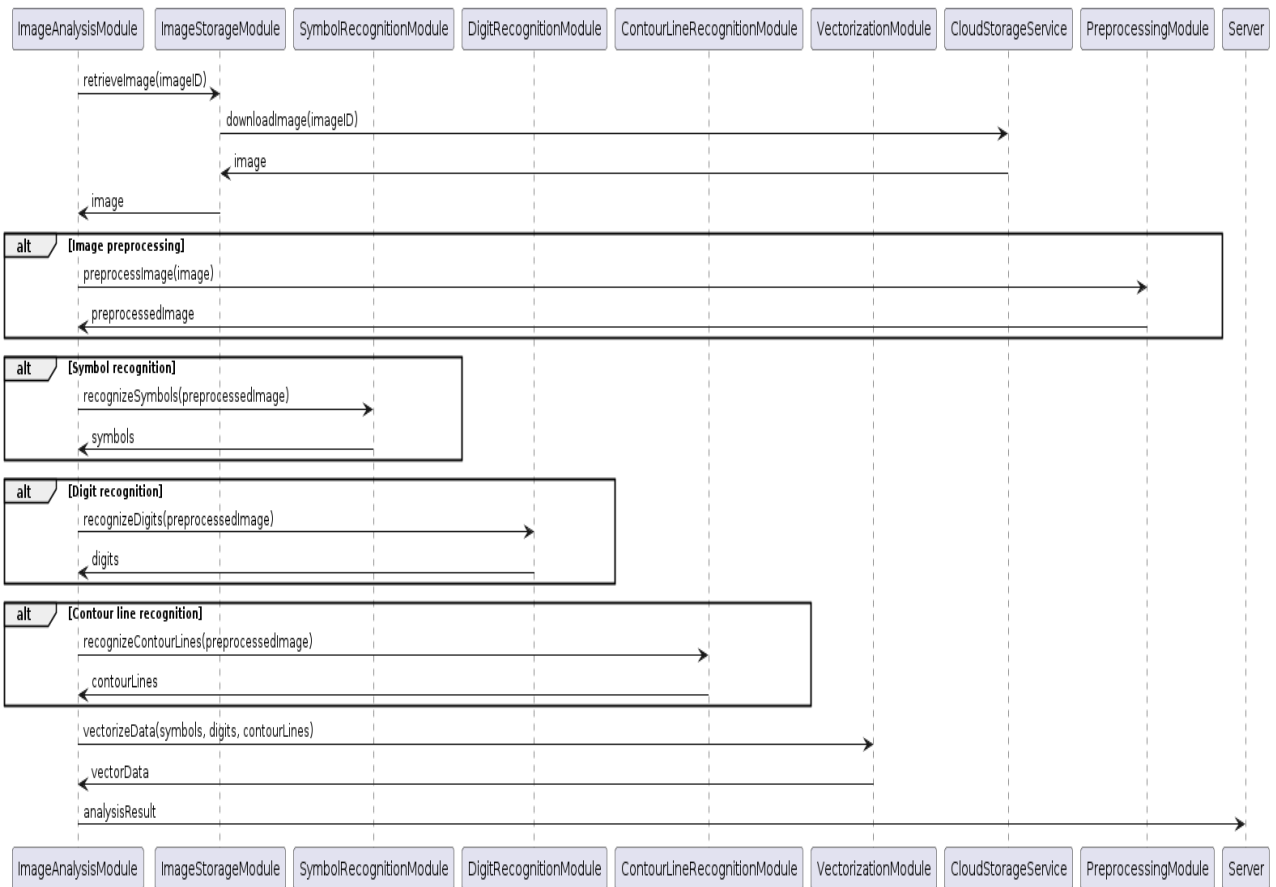


Рисунок 5 - Диаграмма последовательности



Рисунок 6 - Главная страница авторизованного пользователя

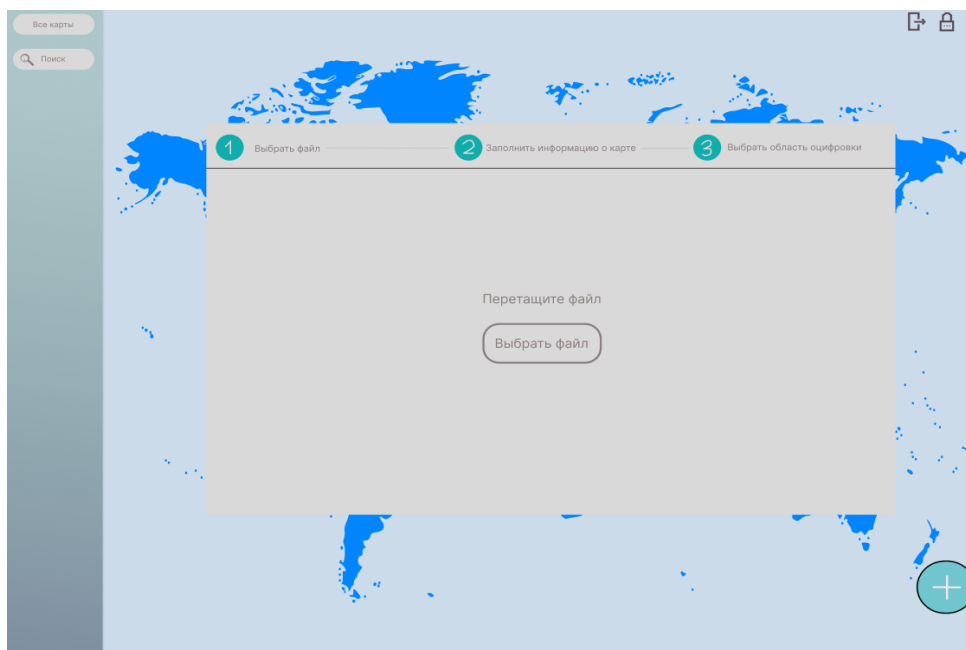


Рисунок 7 - Страница загрузки карты

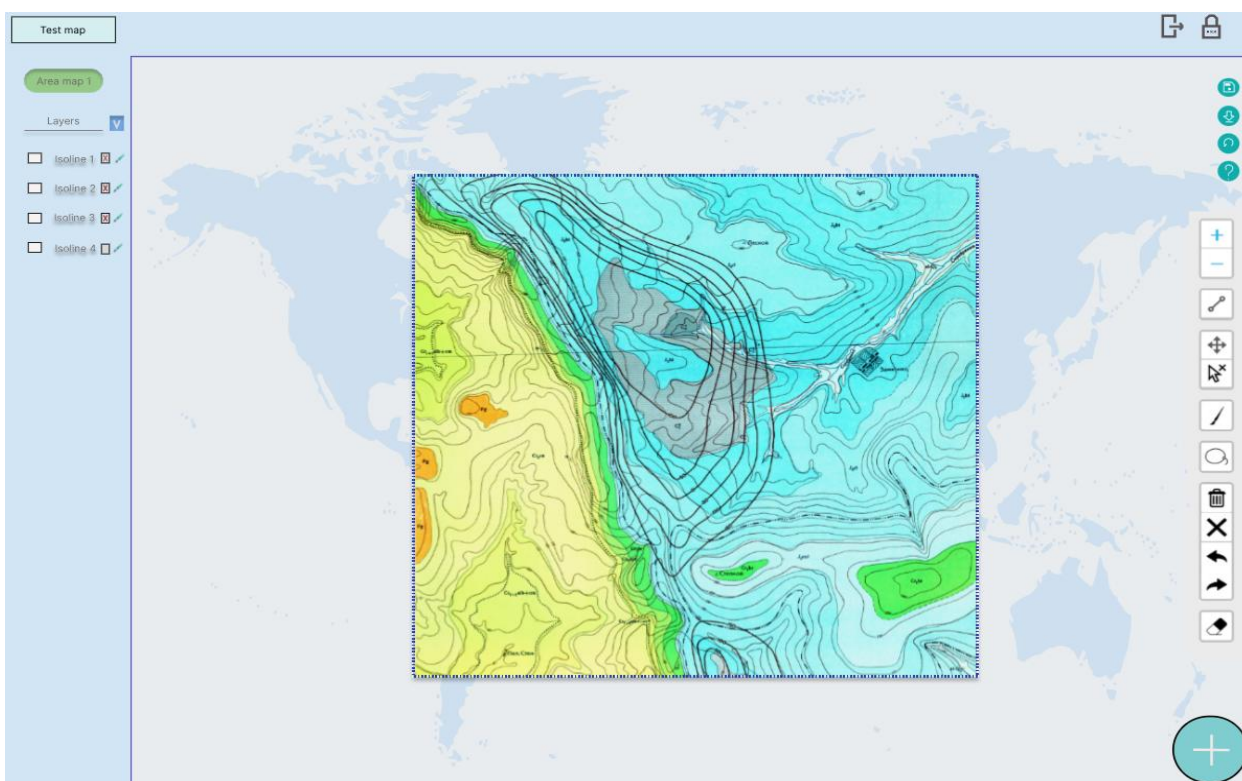


Рисунок 8 - Страница редактирования результатов анализа

Страница просмотра карты позволяет редактировать результаты анализа изображения, после чего можно экспортировать в формате GeoJSON.

В левой части страницы расположены слои изолиний для просмотра и редактирования. В правой верхней части расположена панель инструментов, основными функциями которой являются: сохранение внесенных изменений; экспорт результатов; перезапуск или отмена операции; кнопка помощи, предназначенная для вывода пользовательской инструкции. Также в правой части рас-

положена панель инструментов для редактирования непосредственно изображения карты пользователем.

Рассмотрим базы данных и хранилища. Облачное хранилище данных - это сервис, предоставляемый интернет-провайдерами, который позволяет пользователям хранить файлы, фотографии, видео и другие данные в удаленном сервере. Эти данные доступны для просмотра, скачивания и синхронизации через интернет. Облачное хранилище часто используется для резервного копирования данных, совместной работы над документами и доступа к файлам с различных устройств.

Amazon S3 – это объектное хранилище, рассчитанное на хранение и извлечение любых объемов данных из любой точки сети.

Основные особенности Amazon S3:

- масштабируемость и высокая доступность;
- безопасность данных благодаря шифрованию и контролю доступа;
- гибкость в управлении данными с помощью политик жизненного цикла;
- низкая стоимость хранения данных;
- интеграция с другими сервисами AWS.

В Amazon S3 доступны следующие типы хранилищ (классы хранения):

- S3 Standard - стандартный класс хранения для часто используемых данных. Обеспечивает высокую доступность (99,99%) и надежность (99,999999999%) данных;
- S3 Intelligent-Tiering - автоматически перемещает данные между двумя уровнями доступа (частый и редкий) в зависимости от частоты обращения к ним, оптимизируя затраты;
- S3 Standard-IA (Infrequent Access) - для редко используемых данных, требующих быстрого доступа. Предлагает более низкую стоимость хранения по сравнению со стандартным классом;
- S3 One Zone-IA - аналогичен S3 Standard-IA, но данные хранятся только в одной зоне доступности, что снижает стоимость хранения;
- S3 Glacier - для архивного хранения данных, к которым требуется редкий доступ. Предлагает самую низкую стоимость хранения, но более высокую стоимость извлечения данных;
- S3 Glacier Deep Archive – самый дешевый класс для долгосрочного архивного хранения данных, к которым требуется очень редкий доступ.

Рассмотрим клиентскую часть. Разработка графического интерфейса пользователя (GUI) - это процесс создания визуального интерфейса для взаимодействия пользователя с компьютерной системой или приложением. GUI включает в себя элементы, такие как меню, кнопки, значки, списки и другие, которые представлены в виде графических изображений.

Этапы разработки GUI:

- исследование - определение основных принципов и требований к интерфейсу;

- прототипирование - создание прототипа интерфейса для тестирования и отработки идеи;
- разработка дизайн-концепции - создание дизайн-концепции интерфейса, включая выбор цвета, формы и других элементов;
- разработка финальных макетов - создание финальных макетов интерфейса, готовых к программированию;
- программирование - реализация интерфейса с помощью программного обеспечения;
- тестирование - тестирование интерфейса на реальных пользователях, чтобы убедиться в его эффективности и удобстве.

Для реализации интерфейса с помощью программного обеспечения традиционно используется мультипарадигменный язык программирования - JavaScript, язык описания внешнего вида веб-страницы - CSS и язык гипертекстовой разметки документов для просмотра веб-страниц в браузере - HTML. В целом, традиционный подход покрывает нужды пользователей для проектируемого веб-сервиса. Также можно использовать библиотеку Leaflet.js, которая позволяет создавать интерактивные онлайн-карты.

Стоит добавить, что графический интерфейс также можно разрабатывать на языке Python, который имеет множество библиотек, которые подходят для разработки простых интерфейсов, прототипов или создания современных сложных приложений.

Рассмотрим вычислительный модуль. Для анализа изображений и выделения необходимых элементов подходит использование библиотек OpenCV и TensorFlow/Keras.

Основные возможности OpenCV в области обработки изображений: чтение и запись изображений в различных форматах, таких как JPEG, PNG, BMP и др.; доступ к отдельным пикселям изображения и работа с ними; масштабирование и изменение размера изображений; обрезка изображений (кадрирование); отражение и поворот изображений; фильтрация изображений (сглаживание, резкость, размытие и др.); коррекция яркости и контрастности; обнаружение краев и контуров; сегментация изображений; детекторы и дескрипторы объектов; машинное обучение для распознавания образов.

Для решения задачи обнаружения объектов может быть использована модель сверточной нейронной сети - YOLO (You Only Look Once) или SSD (Single Shot Detector), однако YOLO также можно использовать для классификации объектов с различной степенью точности, в зависимости от модели.

Для реализации и обучения моделей машинного обучения можно использовать библиотеку TensorFlow. TensorFlow поддерживает множество задач машинного обучения, а также примеры лучших практик для обучения собственных моделей через TensorFlow Model Garden.

В заключение отметим, что в данной работе была исследована задача разработки и реализации веб-сервиса для оцифровки архивных геологических карт с использованием алгоритмов компьютерного зрения.

В ходе исследования были проанализированы современные методы оцифровки и векторизации геологических карт. Рассмотрены преимущества и недостатки различных подходов, что позволило выбрать наиболее эффективные алгоритмы для реализации веб-сервиса.

На основе сравнительного анализа были выбраны алгоритмы, наиболее подходящие для задач распознавания символов, цифр и изолиний на геологических картах. В частности, использованы алгоритмы бинаризации, сегментации и упрощения геометрических объектов, такие как алгоритм Рамера-Дугласа-Пекера.

Была разработана архитектура веб-сервиса, включающая модули аутентификации пользователей, загрузки и хранения карт, их анализа и векторизации, а также интерфейс пользователя. Диаграммы компонентов, классов, деятельности и последовательности помогли структурировать компоненты сервиса и их взаимодействие.

К достоинствам проектируемого веб-сервиса можно отнести: автоматизацию процесса оцифровки, точность и эффективность, облачное хранение и доступность.

К недостаткам можно отнести: ограниченную функциональность в сравнении с крупными коммерческими решениями, такими как ArcGIS и Global Mapper, AutoCAD и др., требования к ресурсам.

В дальнейшем планируется расширение функциональности веб-сервиса, включающее поддержку дополнительных форматов данных, интеграцию с геоинформационными системами (ГИС) и улучшение алгоритмов распознавания и векторизации. При выполнении данной работы использовались материалы исследований [1-20].

### **Список литературы**

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov,

A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асмнин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асмнин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Зольников, В.К. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асмнин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асмнин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова,



А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

## References

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international

conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova,

A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **СБОР ДАННЫХ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ БАЛОК И ПРОЕМОВ ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, Е.А. Анিকেев<sup>1</sup>, В.Н. Старцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции, расположенной в городе Воронеже. Рассматривается процесс технического обследования строительных конструкций балок и проемов городской канализационной насосной станции. Результаты визуального обследования здания канализационной насосной станции необходимы как исходные данные для разработки алгоритма и выполнения дальнейших расчётов.

Ключевые слова: сбор данных, техническое обследование, строительные конструкции, городская канализационная насосная станция, дефекты, алгоритм.

## **DATA COLLECTION DURING MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION OF STRUCTURES OF BEAMS AND OPENINGS OF THE CITY SEWAGE PUMPING STATION**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, E.A. Anikeev<sup>1</sup>, V.N. Starceff<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The object of the study is the building structures of the main sewage pumping station located in the city of Voronezh. The process of technical inspection of building structures of beams and openings of an urban sewage pumping station is considered. The results of a visual inspection of the sewage pumping station building are necessary as initial data for the development of an algorithm and further calculations.

Keywords: data collection, technical inspection, building structures, urban sewage pumping station, defects, algorithm.

Объектом исследования являются строительные конструкции балок и проемов главной канализационной насосной станции (ГНКС). Адрес объекта капитального строительства: г. Воронеж, ул. Лебедева, д. 6 б.

Проанализированы результаты визуального обследования здания канализационной насосной станции. В результате выявлено, что основными дефектами и повреждениями являются:

- разрушение трещины в стенах, обусловленные неравномерной осадкой фундамента;
- участки поверхностного разрушения кирпичной кладки;
- наклонная трещина в пилястре на участке опирания балки покрытия;
- ветхое заполнение оконных и дверных проёмов;
- фильтрация грунтовых вод через стены заглубленной части здания;
- отслоение защитного слоя бетона балки перекрытия;
- повреждение полов;
- выщелачивание и шелушение поверхности бетона стен и перекрытия видимой части приёмного резервуара;
- дефекты узлов крепления (болтовых соединений) крановых путей.

Визуальное обследование показало необходимость проведения инструментального обследования.

Имеются дефекты и повреждения, оказывающие влияние на несущую способность и требующие проведения мероприятий по усилению в рамках разработки проекта реконструкции.

Следует отметить, что по результатам визуального обследования не даны технические решения по устранению дефектов, оказывающих влияние на несущую способность.

Распорные балки Б-І расположены по верху нижнего строения машинного зала выполнены монолитными железобетонными из бетона марки. Балки выполняют две функции: воспринимают вертикальную нагрузку от плит переходных площадок на отм. +0,000 машинного зала; служат горизонтальными распорками, воспринимающими горизонтальное давление грунта на стены подвала, и препятствующие развитию горизонтальных перемещений вертикальных наружных стен подвальной части здания. Балки совместно с наружными и внутренними монолитными железобетонными стенами и монолитной железобетонной фундаментной плитой обеспечивают пространственную жесткость верхней части нижнего строения. Поперечное сечение балок прямоугольное, развитое в вертикальном направлении. Пролёт распорных балок в свету 11600 мм. Поперечное сечение балки 400х600(н) мм. Бетон марки по прочности М300.

В результате исследований были выявлены следующие дефекты строительных конструкций.

На нижних поясах балок покрытия в осях А'-А по осям 4, 6 есть каверны по нижним поясам балок и обнажение рабочей арматуры (рис. 1). Образовалась она из-за заводского дефекта изготовления балок покрытия.

Требуется определить границы каверн простукиванием с удалением тонких внешних слоёв бетона конструкции. Очистить арматуру и поверхность бетона в дефектной зоне от окрасочных покрытий. Восстановить защитный слой бетона современными безусадочными ремонтными составами с высокой адгезией (ЕМАСО, МАРЕІ, ЦМИД и т.д.).



Рисунок 1 - Каверны по нижним поясам балок и обнажение рабочей арматуры

В узле опирания балки покрытия в осях А`/6 есть наклонная трещина в бетонной подушке пилыстры в месте опирания балки покрытия (рис. 2). Образовалась она из-за малой величины опирания балки на пилыстру (160 мм).

Требуется выполнить усиление узла опирания балки покрытия в осях А`/6 постановкой металлической обоймы.

В балке перекрытия на отм. +0,000 в осях Б-В/6-7 есть отслоение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры (рис. 3). Образовалась они из-за длительного срока эксплуатации, воздействие агрессивных газов их приёмного резервуара.

Требуется определить границы дефектных зон простукиванием и удалением слабого бетона. Очистить арматуру от продуктов коррозии. Восстановить защитный слой бетона современными безусадочными ремонтными составами с высокой адгезией (ЕМАСО, МАРЕІ, ЦМИД и т.д.)  $S \approx 1,5 \text{ м}^2$ .



Рисунок 2 - Наклонная трещина в бетонной подушке пилыстры в месте опирания балки покрытия



Рисунок 3 - Отслоение защитного слоя бетона, обнажение и коррозия арматуры

На воротах в осях А`-А/б` есть ветхое дощатое заполнение полотна ворот (рис. 4). Образовалась она из-за длительного срока эксплуатации и от атмосферных воздействий.



Рисунок 4 - Ветхое дощатое заполнение полотна ворот

Требуется выполнить замену дощатого заполнения ворот или замену ворот в осях А`-А/б`.

Заполнение оконных проёмов в здании имеют ветхое заполнение оконных проёмов с деревянными рамами и переплётами (рис. 5). Образовалась она из-за длительного срока эксплуатации.



Рисунок 5 - Ветхое заполнение оконных проёмов с деревянными рамами и переплётами

Требуется выполнить замену заполнения оконных проёмов с использованием стеклопакетов (19 окон). При выполнении работы использовались материалы исследований [1-20].

Визуальное обследование показало необходимость проведения инструментального обследования и разработки рекомендаций по устранению дефектов и повреждений. Вся полученная информация в виде сбора данных необходима для разработки алгоритма и проведения дальнейших расчетов.

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников,



С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

### References

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance / V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЖАРНОГО РИСКА В ЗДАНИЯХ ЛЕЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, В.Ф. Асминин<sup>1</sup>, Н.В. Акамсина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Исследуются особенности обеспечения пожарной безопасности в БУЗ ВО «ВРД № 2», расположенном в городе Воронеже. Исследованы требуемые действия обслуживающего персонала (работников) больничного комплекса до прибытия подразделений пожарно-спасательного гарнизона. Разработан алгоритм расчёта пожарного риска, представленный в виде блок-схемы.

Ключевые слова: алгоритм, пожарные риски, здания лечебных заведений, объекты защиты, пути эвакуации, организация работ.

## **DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR CALCULATING FIRE RISK IN BUILDINGS OF MEDICAL INSTITUTIONS**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, V.F. Asminin<sup>1</sup>, N.V. Akamsina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The features of ensuring fire safety in the BPD No. 2 business center located in the city of Voronezh are being investigated. The required actions of the service personnel (employees) of the hospital complex before the arrival of the fire and rescue garrison units are investigated. An algorithm for calculating fire risk has been developed, presented in the form of a flowchart.

Keywords: Algorithm, fire risks, buildings of medical institutions, protection facilities, evacuation routes, organization of work.

Рассмотрим особенности обеспечения пожарной безопасности в БУЗ ВО «ВРД № 2» расположенного по адресу: г. Воронеж, ул. Ленинградская, 57, в котором время работы круглосуточное. Количество людей в зданиях рассчитать очень сложно, в связи с особым режимом работы.

Эвакуация производится через имеющиеся выходы, через общие коридоры и лестничные марши (ЛМ). В случае плотного задымления коридоров и (или) ЛМ, используют оконные проемы.

Отделка, облицовка и покрытие полов на путях эвакуации предусматривается из негорючих (НГ) и мало горючих материалов: коридоров, лестничных

клеток, помещений. Тепло и звукоизоляция помещений, оборудования и трубопроводов предусмотрена из НГ материалов.

В первую очередь устанавливается, сколько больных, детей, работников организации находится в здании, сколько эвакуировано.

Поиск пострадавших проводится одновременно по различным направлениям, без создания лишнего шума, больных, по возможности, тревожить не стоит. В горящих и задымленных помещениях поиск людей нужно проводить как можно тщательнее, так как пострадавшие могут быть без сознания. Завершать поиск разрешается после обследования всех возможных мест, когда точно известно, что все люди выведены в безопасную зону. К заявлениям, что в том или ином помещении люди отсутствуют, необходимо относиться скептически, так как исходя из опыта, эти заявления бывают неверными.

Способные к самостоятельному перемещению больные покидают здание самостоятельно по ПЭ под наблюдением медработников. При значительном задымлении помещений и тепловом воздействии эвакуация проводится пожарными.

В табл. 1 приведена информация по зависимости расчётной величины пожарного риска от составляющих факторов.

Все работы осуществляются под контролем пожарных. Вместе с эвакуацией производится защита ПЭ, выпуск дым из помещений и эвакуационных путей. Силы и средства на тушения вводят в тех местах, где это будет способствовать более качественному проведению спасательных работ.

Беременные женщины относятся к первой маломобильной группе наравне с не имеющими инвалидности (ограничение по мобильности) люди старшего возрастного поколения (старше 60 лет), детьми дошкольного возраста и так далее. Эвакуация людей осуществляется из здания в безопасную от возможного нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов. После вывода в безопасное место людей размещают по отделениям и проверяют по спискам.

В БУЗ ВО «ВОКБ № 1» обеспечению пожарной безопасности уделяется значительное внимание, так как значительное число пациентов, которые находятся в зданиях круглосуточно, повышает опасность возгорания и возможные негативные последствия от него.

Таблица 1 – Зависимость расчётной величины пожарного риска от составляющих факторов

Факторы, влияющие на РВИПР	Условное обозначение	Влияние на РВИПР	Применение в практических расчётах
Частота возникновения пожара	$Q_{п,i}$	При большем значении увеличивается РВИПР	+
Коэффициент соответствия АУПТ требованиям	$K_{ап,i}$	Если $0 >$ Если $0,9 <$	+

Вероятность присутствия людей в здании	$R_{пр,i}$	Чем больше значение, тем больше РВИПР	+
Вероятность эвакуации	$R_{э,i}$	Чем больше значение, тем меньше РВИПР	+
Коэффициент соответствия СППЗ	$K_{п.з,i}$	Чем больше значение, тем меньше РВИПР	+
Время бронирования Эвакуации расчётное Начала эвакуации Скопления	$t_{бр}$ $t_p$ $t_{н.э}$ $t_{ск}$	Чем больше значение, тем больше РВИПР	+
Пожарная сигнализация СОУЭ Противодан.	$K_{обл}$ $K_{соу}$ $K_{пдз}$	С их ростом риск уменьшается	+

За проведение инструктажа работникам больницы по противопожарной защите и действиям при возникновении пожара отвечают заведующие отделениями. Все врачи медучреждения, младший медицинский персонал, а также обслуживающие работники обязаны знать, что им необходимо делать при срабатывании пожарной сигнализации.

От своевременности и полноты их действий при пожаре зачастую зависит время проведения эвакуации из здания людей, предотвращение панических настроений у спасаемых, и как следствие избежать материальных потерь и жертв в результате пожара.

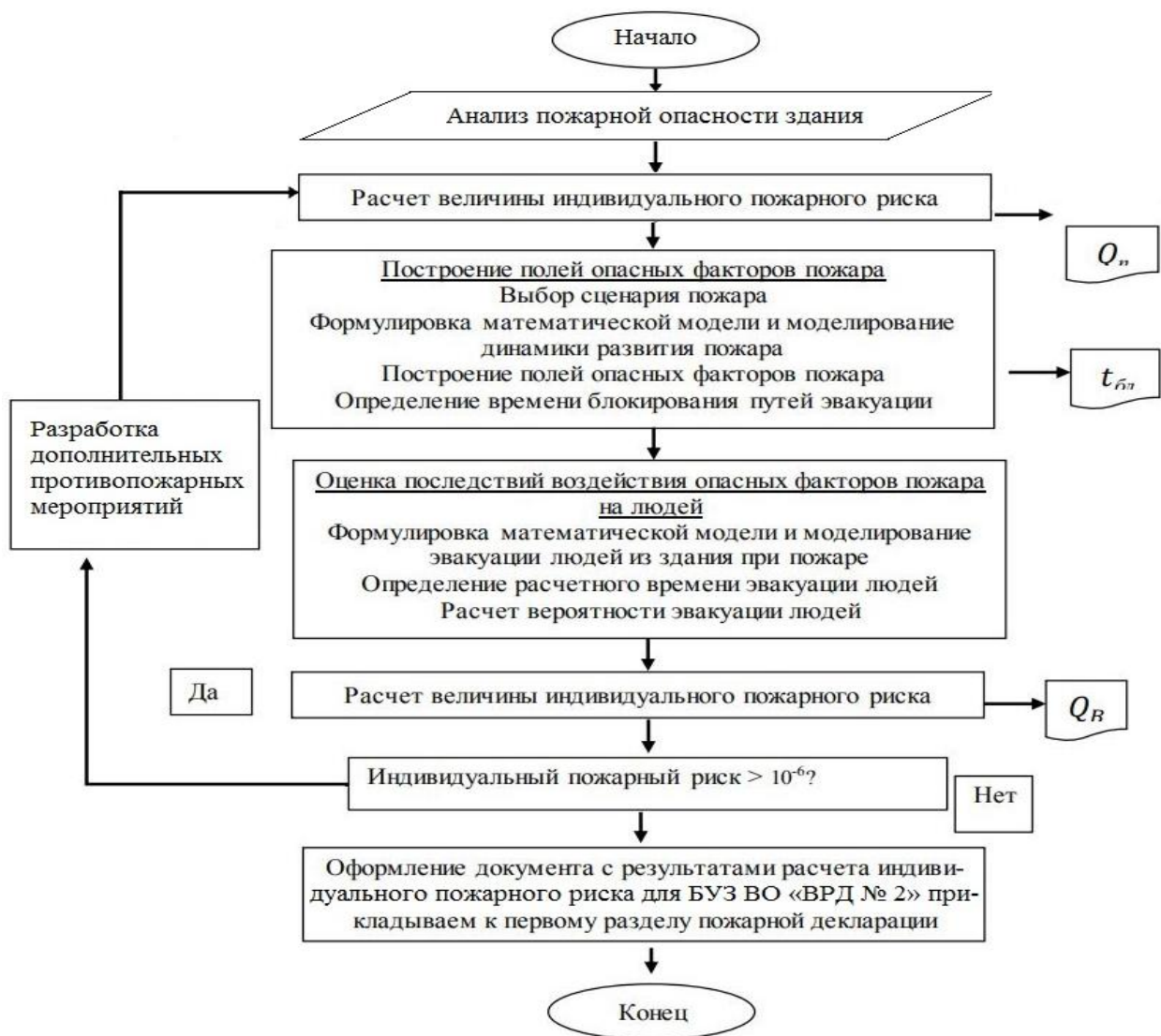


Рисунок 1 - Схематический вид расчёта пожарного риска

Расчёт пожарного риска (ПР) производится с помощью методологии на основании статистических значений и вероятностных. Но порой выявляется заинтересованность и в иных методах оценки. На рис. 1 изображен алгоритм расчета ПР в виде блок-схемы.

При расчете ПР выполняют анализ соответствия объекта требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности. В рассматриваемом примере для здания БУЗ ВО «ВРД № 2» рассчитывают необходимое и расчётное время эвакуации. Определяют расчетное время эвакуации из наиболее удаленной точки объекта защиты. При выполнении работы использовались материалы исследований [1-20].

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced

Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Sazonova, S. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // В сборнике: AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия



Тулского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению / В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

## References

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced

Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПТОВОЙ ТОРГОВЛИ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, В.Ф. Асминин<sup>1</sup>, Н.В. Акамсина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Рассмотрены организационная, технологическая и функциональная модели процессов предприятия. Показано, что данные модели являются минимально необходимыми для формализации предприятия, так как с их помощью можно оптимизировать процессы предприятия и улучшить качество работы сотрудников. Определены основные бизнес-процессы компании, проанализированы структура организации и деятельность данного предприятия.

Ключевые слова: информационная система, проект, автомобильная компания, запасные части для автомобилей, модели.

## **DEVELOPMENT OF A PROJECT FOR AN INFORMATION SYSTEM FOR WHOLESALE OF SPARE PARTS FOR CARS**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, V.F. Asminin<sup>1</sup>, N.V. Akamsina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The organizational, technological and functional models of enterprise processes are considered. It is shown that these models are the minimum necessary for the formalization of the enterprise, since they can be used to optimize the processes of the enterprise and improve the quality of work of employees. The main business processes of the company are defined, the structure of the organization and the activities of this enterprise are analyzed.

Keywords: Information system, project, automobile company, spare parts for cars, models.

Формализованные процессы – это одна из ступеней, ведущих к автоматизации всех процессов. Формализация процессов приводит к упорядочиванию деятельности как кампании в целом, так и каждого ее сотрудника. Она предполагает выстраивание четкого алгоритма действий, где каждому этапу соответствует отдельное лицо, ответственное за исполнение.

На словах описать персоналу все процессы невозможно, поэтому требуется их зафиксировать. Т.е. представить в виде набора удобных и простых в использовании документов, определяющих, что и как должно происходить, кто за

что отвечает. Это дает возможность видеть полный список задач и контролировать их от начала и до конца.

В рамках работы рассмотрим деятельность компании, осуществляющей торговлю зап. частями для автомобилей и рассмотрим следующие модели: IDE0, организационную модель и EPC. Определим основные бизнес-процессы организации, а также выделим набор действий организации для её успешного функционирования.

Нотация EPC служит средством для описания процессов. Состоит из упорядоченных процессов и функций, что помогает проследить последовательность действий и понять закономерность процессов.

Нотация EPC используется для описания процессов нижнего уровня. Диаграмма процесса в нотации EPC, представляет собой упорядоченную комбинацию событий и функций. Для каждой функции могут быть определены начальные и конечные события, участники, исполнители, материальные и документальные потоки, сопровождающие её, а также проведена декомпозиция на более низкие уровни.

Целью является создать удобное и простое в использовании представление процессов и структуры компании, занимающейся оптовой торговлей автозапчастями. Для этого будут выполнены:

- описание деятельности предприятия с функциональной точки зрения, посредством нотации IDEF0;
- описание деятельности предприятия с технологической точки зрения, посредством нотации EPC;
- описание организационной структуры, посредством иерархической организационной модели.

Среда моделирования бизнес-процессов Business Studio - программный продукт для моделирования бизнес-архитектуры

Основные цели и задачи компании, связанные с деятельностью организации: закупка запчастей; оптовая продажа автозапчастей; получение прибыли.

Структурирование необходимо для четкого отслеживания связей между работниками, отслеживания ответственных за ту или иную задачу. Для этой цели удобно использовать иерархическое представление организационной структуры (рис. 1). С помощью данной модели можно наглядно представить положение сотрудников в структуре организации. Также данную схему возможно использовать при составлении функциональной и технической моделей.

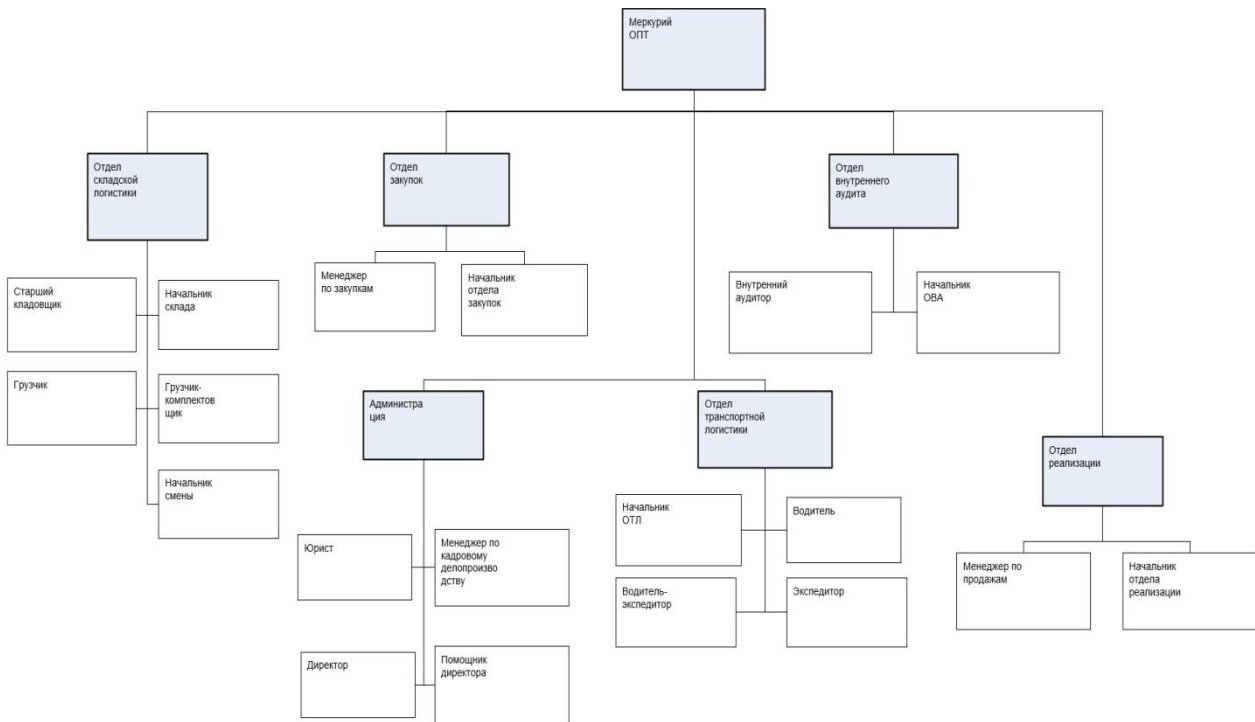
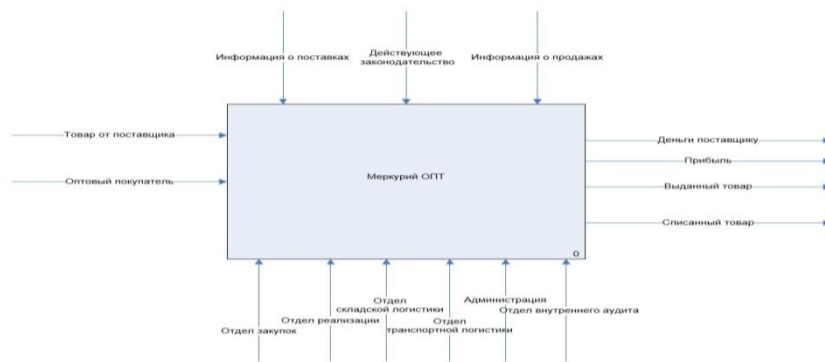


Рисунок 1 – Иерархическая схема организационной структуры



№: А-0 TITLE: Модель. ИНО: 1.0

Рисунок 2 – IDEF0 0 уровня

Функциональная модель необходима для более удобного понимания процессов предприятия (рис. 2). Основной ее целью является дать представление об организации в доступной для понимания форме. Функциональная модель компании представляет собой 3 основных блока (рис. 3):

- 1) Закупка зап. частей (рис. 4). В ходе этого процесса происходит поставщика, с которым заключается договор на поставку. В результате предприятие получает товар для хранения.
- 2) Складирование зап. частей (рис. 5). В ходе данного процесса принимается товар, поставленный поставщиком, который отправляется на склад. В дальнейшем товары комплектуются для дальнейшей доставки покупателю.
- 3) Доставка зап. частей (рис. 6). В ходе процесса доставки формируется заказ от покупателя, по которому собирается и доставляется укомплектованный товар.

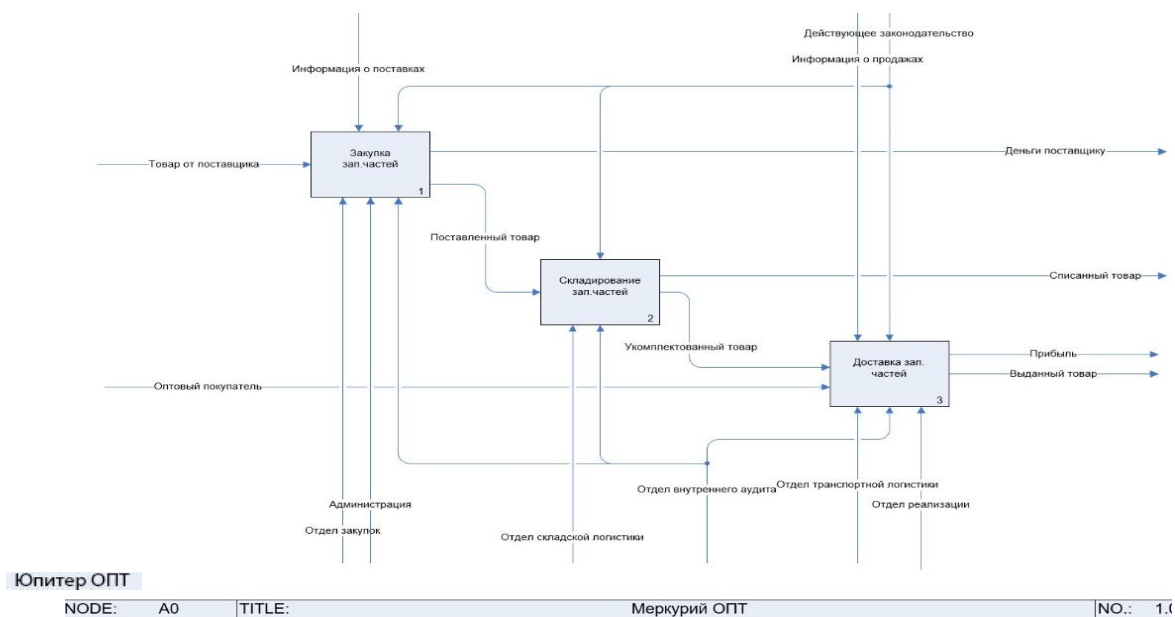


Рисунок 3 – IDEF0 0 уровня

Технологическая модель процессов дает сотрудникам прикладное понимание своих ролей и обязанностей на предприятии. Любые процессы можно декомпозировать до самого простого и очевидного уровня. Опишем основные процессы данного предприятия:

1) Закупка товара(запчастей) (рис. 7). Процессом занимается отдел закупок, юрист участвует в заключении договора, внутренний аудитор отвечает за контроль над проводимой операцией.

2) Складирование зап. частей (рис. 8). Процессом занимается отдел складской логистики, внутренний аудитор контролирует процесс комплектации.

3) Доставка зап. частей (рис. 9). Процессом занимается отдел реализации, внутренний аудитор отвечает за контроль процесса формирования условий заказа, отдел транспортной логистики занимается доставкой.

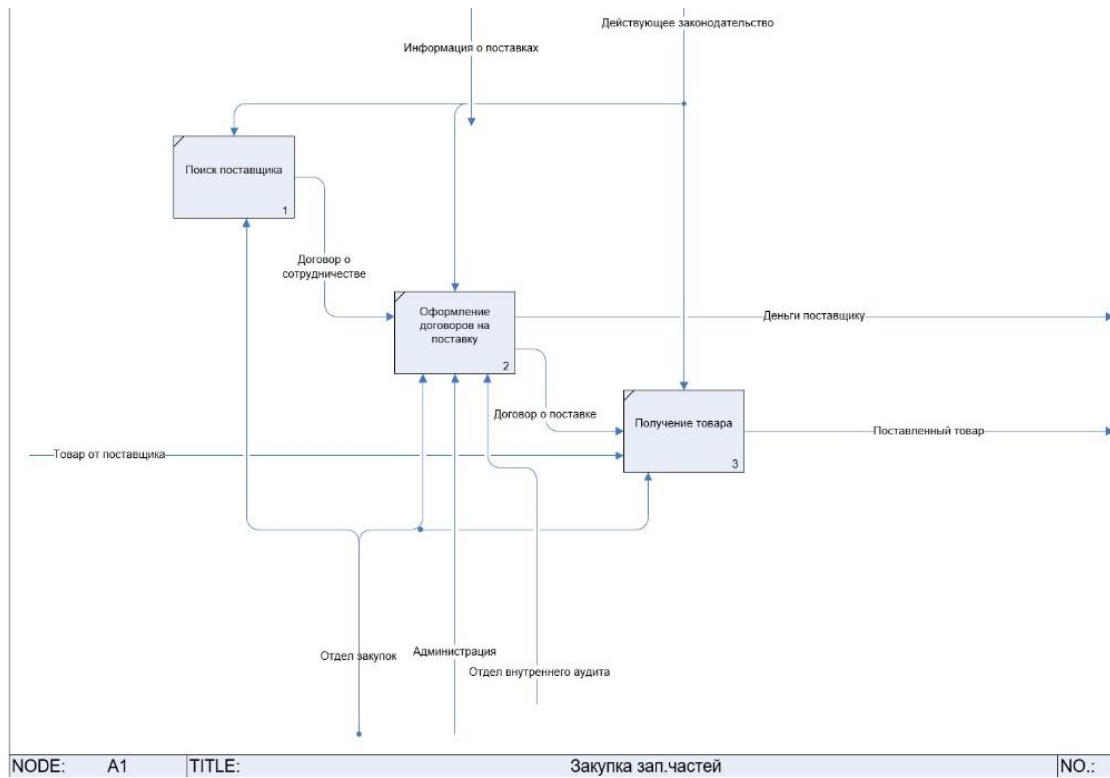


Рисунок 4 – IDEF0 A1 – Закупка зап. частей

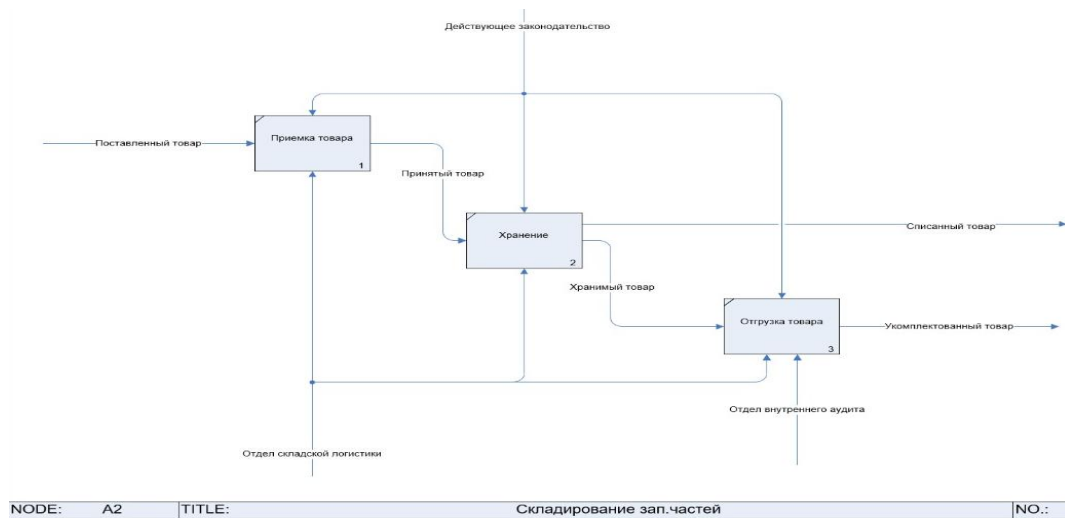
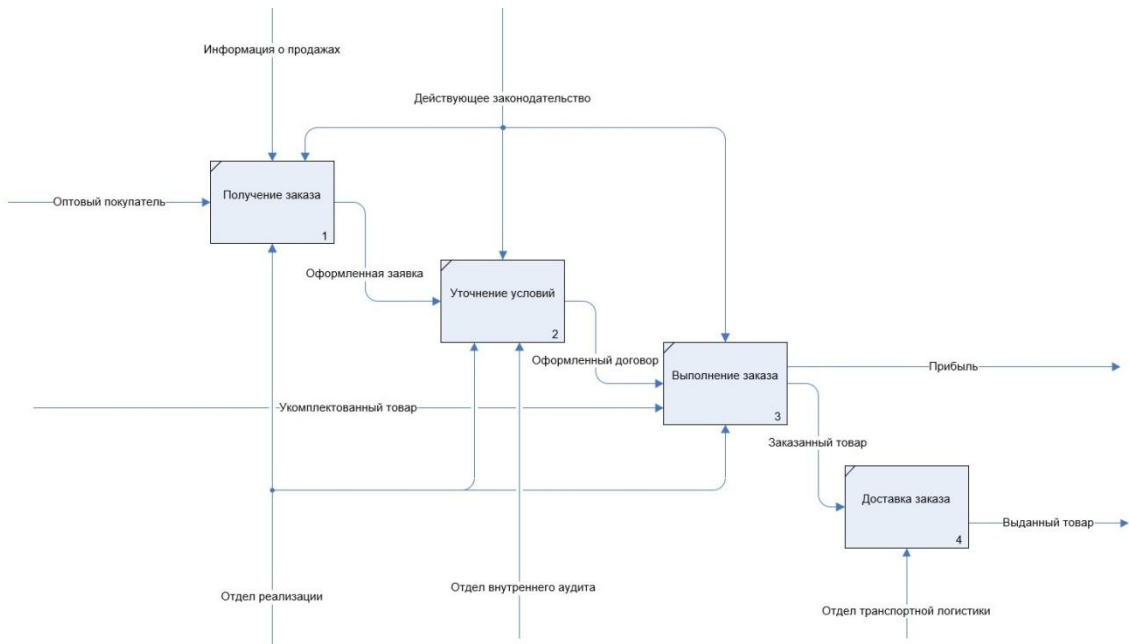


Рисунок 5 – IDEF0 A2 – Складирование зап. частей





NODE: A3 TITLE: Доставка зап. частей NO.: 1.0

Рисунок 6 – IDEF0 A3 – Доставка зап. частей

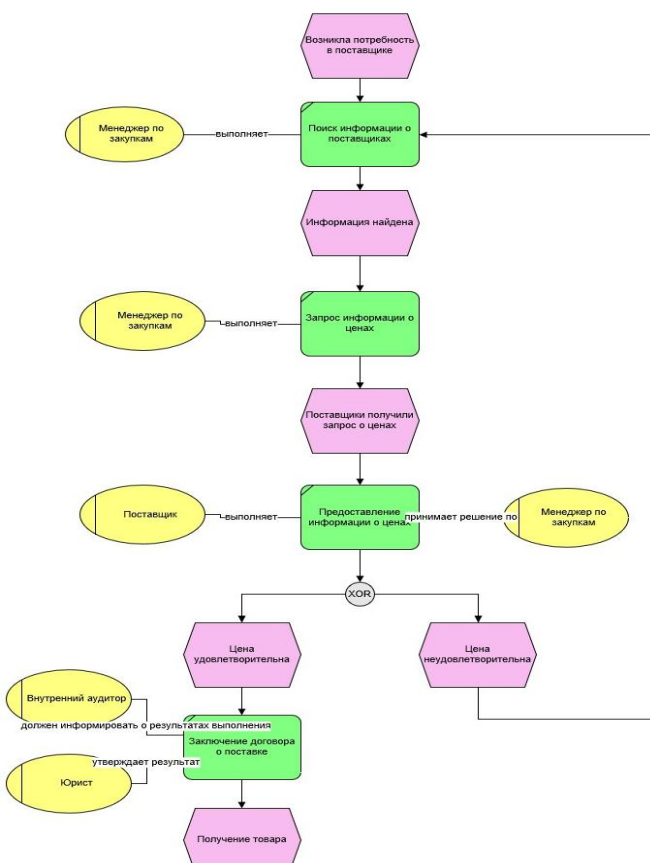


Рисунок 7 – EPC - Закупка зап. частей

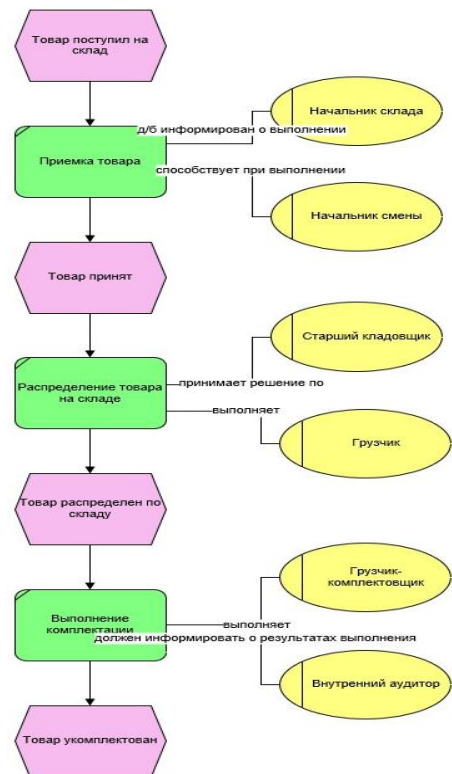


Рисунок 8 – EPC - Складирование

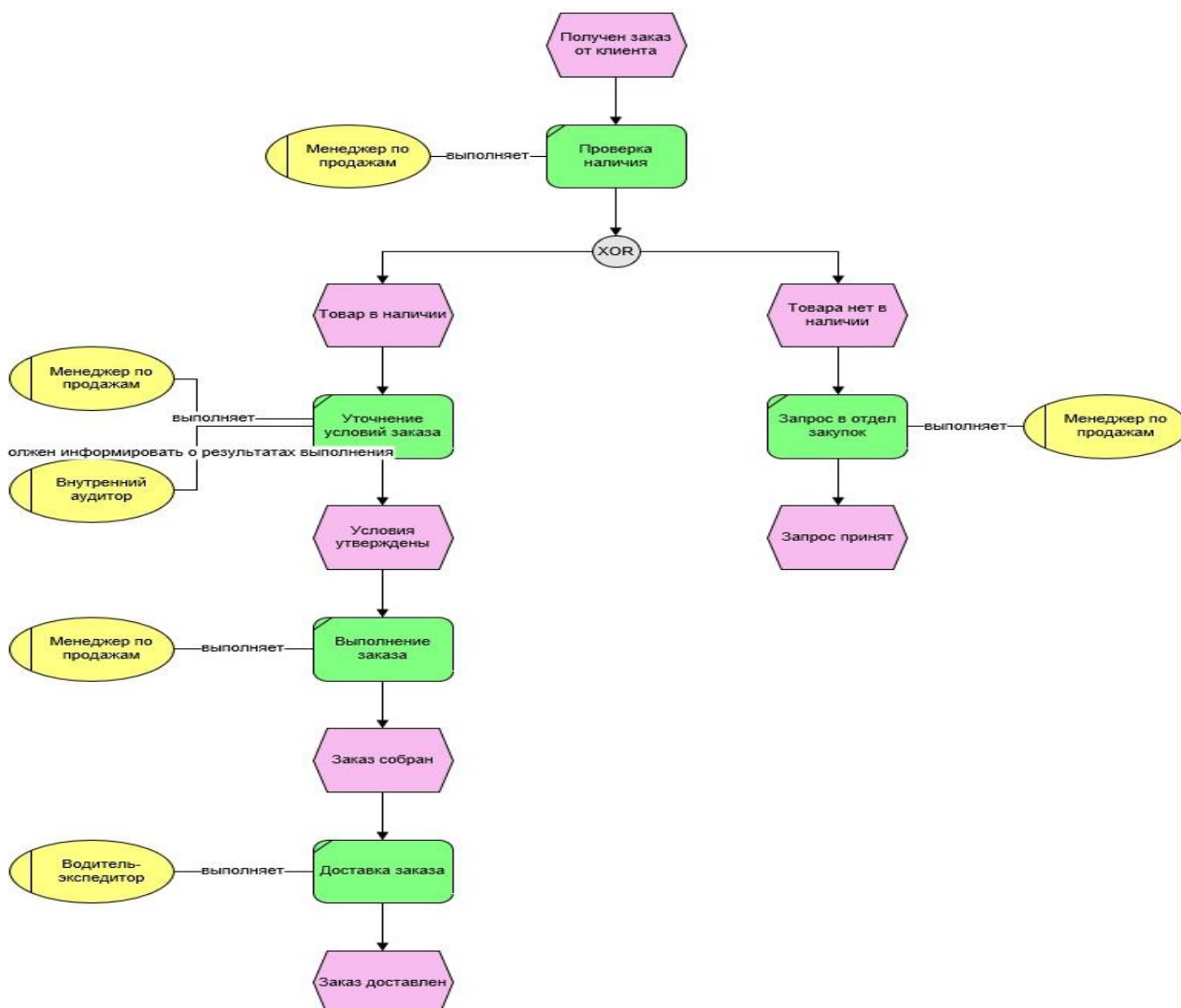


Рисунок 9 – EPC – Доставка зап. частей

Проведя исследование деятельности компании, были составлены организационная, технологическая и функциональная модели процессов предприятия.

Данные модели являются минимально необходимыми для формализации предприятия. С их помощью можно оптимизировать процессы предприятия и улучшить качество работы сотрудников.

Таким образом, мы определили основные бизнес-процессы компании, проанализировали структуру организации и формализовали деятельность данного предприятия. При выполнении данной работы использовались материалы исследований [1-20].

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechnologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

## References

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova

// IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **СБОР ДАННЫХ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ВНЕШНИХ КОНСТРУКЦИЙ ГОРОДСКОЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

С.А. Сазонова<sup>1</sup>, И.Н. Занин<sup>1</sup>, В.Н. Старцев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Аннотация. Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции как объекта капитального строительства в городе Воронеже. Рассматривается техническое обследование внешних строительных конструкций городской канализационной насосной станции, необходимое для сбора данных, разработки алгоритма и выполнения последующих расчетов.

Ключевые слова: техническое обследование, сбор данных, строительные конструкции, городская канализационная насосная станция, дефекты, алгоритм.

## **DATA COLLECTION DURING VISUAL INSPECTION OF THE EXTERNAL STRUCTURES OF THE URBAN SEWAGE PUMPING STATION**

S.A. Sazonova<sup>1</sup>, I.N. Zanin<sup>1</sup>, V.N. Startsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

<sup>2</sup>Voronezh State Technical University

Abstract. The object of the study is the building structures of the main sewage pumping station as an object of capital construction in the city of Voronezh. A technical inspection of the external building structures of an urban sewage pumping station is considered, which is necessary for data collection, algorithm development and subsequent calculations.

Keywords: technical inspection, data collection, building structures, urban sewage pumping station, defects, algorithm.

Объектом исследования являются строительные конструкции главной канализационной насосной станции (ГНКС). Адрес объекта капитального строительства: г. Воронеж, ул. Лебедева, д. 6 б.

По конструктивной схеме основное здание верхнего строения бескаркасное представляет собой систему наружных и внутренних несущих и самонесущих продольных и поперечных стен.

Наружные стены по оси В и по оси Б в осях 1-6 имеют двухступенчатые пилястры, выступающие вовнутрь здания и служащие для опирания подкрано-

вых балок и балок покрытия. Сечение подкрановой части пилястр (от отм. +95,65 (+0,000) до отм. +98,535 (+2,885)) 510x510 мм, сечение над крановой части пилястр (от отм. +98,535 (+2,885) до отм. +100,75 (+5,100)) 120x510 мм.

Стена по оси В в осях 6-7 имеет пилястры постоянного по высоте сечения 380x380 мм, выступающие вовнутрь здания и служат для опирания балок покрытия. В местах опирания сборных железобетонных подкрановых балок и балок покрытия выполнены опорные бетонные подушки для распределения сосредоточенных нагрузок.

Для кирпичных стен контролировалось наличие:

- расслоений и разрушений поверхности кирпичной кладки;
  - трещин, выпучиваний;
  - участков увлажнения и промораживания;
  - участков выветривания (вымывания) раствора из швов кладки;
  - видимой депланации и отклонения от вертикали.
- Для металлических конструкций контролировалось наличие:
- локальные и общие деформации элементов;
  - наличие мест видимого отклонения формы и положения конструкций от проекта;
  - трещины, разрывы и расслоения основного металла конструкций и сварных швов;
  - наличие и правильность установки болтов в болтовых соединениях;
  - нарушение антикоррозионного покрытия и коррозия металла.

В результате исследований были выявлены следующие дефекты строительных конструкций.

На железобетонных козырьках над входами в здание в осях А-Б/1; А-Б/7 есть разрушение защитного слоя бетона, коррозия арматуры железобетонного козырька. В осях А-Б/7 коррозия металлического козырька (рис. 1). Образовалась она из-за длительного срока эксплуатации, атмосферные воздействия.

Требуется демонтировать козырьки по линии стен, восстановить защитный слой бетона торца оставшейся в стене части козырьков. Выполнить установку новых козырьков над проёмами входов.



Рисунок 1 - Разрушение защитного слоя бетона, коррозия арматуры железобетонного козырька. В осях А-Б/7 коррозия металлического козырька

На железобетонной перемычке дверного проёма в осях Б-В/7 есть разрушение защитного слоя бетона, обнажение и поверхностная коррозия рабочей арматуры на участке  $l \approx 1,0$  м (рис. 2). Образовалась она из-за длительного срока эксплуатации, атмосферные воздействия.



Требуется удалить слабый бетон и продукты коррозии арматуры, восстановить защитный слой бетона современными безусадочными ремонтными составами с высокой адгезией (ЕМАСО, МАРЕИ, ЦМИД и т.д.).  $S \approx 0.15 \text{ м}^2$ .



Рисунок 2 - Разрушение защитного слоя бетона, обнажение и поверхностная коррозия рабочей арматуры на участке  $l \approx 1,0 \text{ м}$

На отмостке в осях А-Б/1 есть зазрушение отмостки, поросли кустарника (рис. 3). Образовалась они из-за длительного срока эксплуатации. Требуется выполнить восстановление отмостки здания.



Рисунок 3 - Разрушение отмостки, поросли кустарника

На штукатурном покрытии цокольной части фундамента в осях А`/6-6` есть отслоение штукатурного покрытия ( $S \approx 0.5 \text{ м}^2$ ) (рис. 4). Образовалась они из-за попадания ливневых и талых вод с кровли на шланг, подведённый к окну.

Требуется выполнить ремонт штукатурного покрытия и установку защитного экрана в месте расположения шланга ( $S \approx 0.5 \text{ м}^2$ ).



Рисунок 4 - Отслоение штукатурного покрытия ( $S \approx 0.5 \text{ м}^2$ )

На кирпичной кладке вентиляционного канала в осях В/6`-7` есть локальный участок разрушения кирпичной кладки в верхней части вентканала

( $V \approx 0.003 \text{ м}^3$ ) (рис. 5). Образовалась она из-за атмосферных воздействий (замачивание верхних рядов кладки).

Требуется восстановить повреждённый участок кладки вентиляционного канала в осях В/6'-7 ( $V \approx 0.003 \text{ м}^3$ ).



Рисунок 5 - Локальный участок разрушения кирпичной кладки в верхней части вентканала ( $V \approx 0.003 \text{ м}^3$ )

На штукатурном покрытии стен по осям А', 2, 6' есть отслоение штукатурного покрытия наружных стен в помещении коллекторной (рис. 6). Образовалась она из-за низкого значения сопротивления теплопередаче наружных стен пристройки (толщина стен 380 мм), возникновение конденсата и промерзание стен.

Требуется выполнить утепление наружных стен пристройки  $S \approx 240 \text{ м}^2$ . При выполнении работы использовались материалы исследований [1-20].



Рисунок 6 - Отслоение штукатурного покрытия наружных стен в помещении коллекторной

Визуальное обследование показало необходимость проведения инструментального обследования и разработки рекомендаций по устранению дефектов и повреждений. Вся полученная информация в виде сбора данных необходима для разработки алгоритма и проведения дальнейших расчетов.

### Список литературы

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced

Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060014.

2. Формирование транспортного резерва в теплоэнергетических системах / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, С.Н. Кораблин, Д.А. Володкин // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. - 2022. - № 1 (27). - С. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - Т. 10. № 1 (36). - С. 69-81.

6. Епифанов, Е.Н. Математическое моделирование процессов в звуковом поле помещений при речевом оповещении / Е.Н. Епифанов, В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 21-30.

7. Асминин, В.Ф. Моделирование и компьютерная визуализация процесса прохождения звуковых волн и их рассеивания в облегченной звукоизолирующей панели с гофрированной ромбовидной структурой / В.Ф. Асминин, Е.В. Дружинина, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 3. - С. 7-20.

8. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы к одиночным событиям путем резервирования / А.Е. Козюков, В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, О.Н. Квасов, К.А. Яковлев, А.Д. Платонов // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14. - № 1. - С. 10-16.

9. Состояние разработок элементной базы для систем связи и управления / В.К. Зольников, А.Ю. Кулай, В.П. Крюков, С.А. Евдокимова // Моделирование систем и процессов. - 2016. - Т. 9. - № 4. - С. 11-13.

10. Анализ проектирования блоков RISC-процессора с учетом сбоеустойчивости / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. - 2019. - Т. 12. - № 4. - С. 56-65.

11. Асминин, В.Ф. Защита от шума вибровозбужденных тонкостенных элементов конструкций станков дискретными вибродемпфирующими вставками / В.Ф. Асминин, С.А. Сазонова, А.С. Самофалова // Известия

Тулского государственного университета. Технические науки. - 2023. - № 12. - С. 161-169.

12. Сазонова, С.А. Разработка программных продуктов с использованием символьных и строковых переменных в объектно-ориентированной среде / С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by applying variable vibrodamping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - С. 03003.

14. Экспериментальные исследования радиационного воздействия на микросхемы FRAM / В.К. Зольников, Н.Г. Гамзатов, В.И. Анциферова, А.В. Полуэктов, В.А. Фиронов // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 3. - С. 16-24.

15. Особенности проектирования микросхем, выполненных по глубоко-субмикронным технологиям / А.В. Ачкасов, М.В. Солодилов, Н.Н. Литвинов, П.А. Чубунов, В.К. Зольников, Д.В. Шеховцов, О.Л. Бордюжа // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 7-17.

16. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 136-148.

17. Полуэктов, А.В. Моделирование работы диода и оценка параметров его работы / А.В. Полуэктов, Р.Ю. Медведев, В.К. Зольников // Моделирование систем и процессов. - 2023. - Т. 16. - № 1. - С. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - С. 02007.

19. Разработка тестового кристалла при проектировании микросхем технологии КМОП / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, К.А. Чубур, О.Н. Квасов // Моделирование систем и процессов. - 2020. - Т. 13. - № 3. - С. 58-65.

20. Испытания фрагментов сварных конструкций на сопротивление усталостному разрушению/ В.В. Колотушкин, С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, А.В. Кочегаров, А.И. Барсуков, О.А. Соколова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2024. - № 3. - С. 575-578.

## References

1. The engineering problem of predicting fire spread in facilities with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, A. Barsukov, A. Meshcheryakova, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced

Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060014.

2. Formation of transport reserve in thermal power systems / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, S.N. Korablin, D.A. Volodkin // Information technologies in construction, social and economic systems. - 2022. - № 1 (27). - Pp. 28-34.

3. Engineering and security of the functioning of physical objects with a mass stay of people / S. Sazonova, V. Asminin, V. Zherdev, E. Epifanov, A. Venevitin, E. Druzhinina, S. Korablin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 060013.

4. Load-bearing control of materials and structures of multi-storey frame buildings / S. Sazonova, V. Asminin, T. Zyazina, D. Sysoev, O. Sokolova, A. Osipov, A. Lemeshkin // AIP conference proceedings. Proceedings of the IV international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - P. 020028.

5. Samofalova, A.S. Damping of vibration-damping thin-walled steel structures with discrete rubber inserts / A.S. Samofalova, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Noise Theory and Practice. - 2024. - T. 10. № 1 (36). - C. 69-81.

6. Epifanov, E.N. Mathematical modeling of processes in the sound field of rooms with speech notification / E.N. Epifanov, V.F. Asminin, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 21-30.

7. Asminin, V.F. Modeling and computer visualization of the process of sound waves passing and scattering in a lightweight soundproof panel with a corrugated diamond-shaped structure / V.F. Asminin, E.V. Druzhinina, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 3. - Pp. 7-20.

8. Methods of ensuring the stability of the electronic component base to single events by redundancy / A.E. Kozyukov, V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, O.N. Kvasov, K.A. Yakovlev, A.D. Platonov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14. - No. 1. - pp. 10-16.

9. The state of development of the element base for communication and control systems / V.K. Zolnikov, A.Y. Kulai, V.P. Kryukov, S.A. Evdokimova // Modeling of systems and processes. - 2016. - Vol. 9. - No. 4. - pp. 11-13.

10. Analysis of the design of RISC processor blocks taking into account fault tolerance / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12. - No. 4. - pp. 56-65.

11. Asminin, V.F. Protection from noise of vibro-excited thin-walled structural elements of machine tools with discrete vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2023. - No. 12. - Pp. 161-169.

12. Sazonova, S.A. Development of software products using symbolic and string variables in an object-oriented environment / S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - Pp. 44-54.

13. Asminin, V.F. Reducing the vibration excitability of a metal plate by using variable vibration damping inserts / V.F. Asminin, S.A. Sazonova, A.S. Samofalova // IX International Conference on Advanced Agricultural Technologies, Environmental Engineering and Sustainable Development. Namangan, Uzbekistan, 2024. - P. 03003.

14. Experimental studies of radiation effects on FRAM chips / V.K. Zolnikov, N.G. Gamzatov, V.I. Antsiferova, A.V. Poluektov, V.A. Fironov // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 3. - pp. 16-24.

15. Features of designing microcircuits made using deep-submicron technologies / A.V. Achkasov, M.V. Solodilov, N.N. Litvinov, P.A. Chubunov, V.K. Zolnikov, D.V. Shekhovtsov, O.L. Bordyuzha // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 7-17.

16. Development of algorithms and programs for analysis of electrical characteristics of BIS / A.S. Yagodkin, V.K. Zolnikov, T.V. Skvortsova, A.V. Achkasov, S.A. Kuznetsov, F.V. Makarenko // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 136-148.

17. Poluektov, A.V. Modeling of diode operation and evaluation of parameters of its operation / A.V. Poluektov, R.Y. Medvedev, V.K. Zolnikov // Modeling of systems and processes. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. - pp. 85-93.

18. Environmental impact consideration in the measures to improve the builders of different specialties working conditions / S.A. Sazonova, V.K. Zolnikov, K.V. Zolnikov, E.A. Anikeev, S.A. Evdokimova, A. Groshev, E. Grosheva // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023). Chelyabinsk, 2023. - p. 02007.

19. Development of a test crystal in the design of CMOS technology chips / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, K.A. Chubur, O.N. Kvasov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13. - No. 3. - pp. 58-65.

20. Tests of fragments of welded structures for fatigue failure resistance/ V.V. Kolotushkin, S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Kochegarov, A.I. Barsukov, O.A. Sokolova // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. - No. 3. - Pp. 575-578.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ В 3D МОДЕЛИРОВАНИИ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Д.Д. Чистякова, В.И. Анциферова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе описаны особенности применения 3D моделирования помещений, подробно описаны их преимущества. Использование новейшей методики, а именно: лазерное 3D сканирование для трехмерного моделирования, конечной визуализации жилой комнаты также имеет ряд неоспоримых плюсов.

Ключевые слова: 3D моделирование, методика, лазерное сканирование, преимущества.

## **THE USE OF COMPUTER PROGRAMS IN 3D MODELING OF RESIDENTIAL PREMISES**

D.D. Chistyakova, V.I. Antsiferova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper describes the features of the application of 3D modeling of premises, describes in detail their advantages. The use of the latest technology, namely: 3D laser scanning for three-dimensional modeling, the final visualization of a living room also has a number of undeniable advantages.

Keywords: 3D modeling, methodology, laser scanning, advantages.

3D моделирование помещений (воспроизведение и применение в процессе проектирования объемной модели объекта) послужит лучшим инструментом для разработки дизайн-проекта при проектировании помещений и/или проекта перепланировки. На базе точной 3D модели можно продумать различные изменения, как с дизайном, так и с комплектацией помещения.

Одним из ключевых преимуществ трехмерного моделирования считается шанс представления будущего дизайна квартиры или помещения. Это поможет увидеть, как будет смотреться квартира после предполагаемого ремонта или перепланировки, что гарантирует уверенность в итоговом внешнем виде своей квартиры, что содействует принятию верного решения в целом ряде образующихся проблем и миновать упущения по ходу исполнения намеченных работ. Визуальное представление «видения готового помещения» на первоначальных этапах, позволяет избежать все возможные недопонимания между заказчиком и дизайнером, поскольку результат, как говорится, «на лицо».

3D моделирование предоставляет возможность оперативно и эффективно вносить изменения в дизайн-проект. Если клиент решит изменить размещение мебели или цвет стен, это можно осуществить всего за несколько минут благодаря высокому уровню адаптивности 3D модели.

Т.е. готовая 3d модель квартиры позволяет:

- 1) визуально увидеть конечную модель дизайна комнаты или квартиры;
- 2) спроектировать модель и составить схему расположения мебели для проекта;
- 3) просчитать количество строительных материалов и составить примерные сметы;
- 4) возможность расположить предметы мебели и технику, выбрать свет и отделку;
- 5) корректировать конструкции, рельеф и размеры всех компонентов проекта;
- 6) представлять в трехмерном изображении, как будет выглядеть интерьер;
- 7) делать жизненное фото или виртуальные 3D-туры по квартире;
- 8) оперативно вносить изменения в проект.

Для того чтобы обойти неудачи, при создании счета на ремонт и перепланировку и быть уверенным, что заказываемая или изготавливаемая мебель прекрасно подойдет дизайну помещения или квартиры, не только с эстетической точки зрения, но и по габаритам, необходимо иметь не просто трехмерную модель комнаты или квартиры, но предельно четкую и детальную 3D модель.

Стандартная трехмерная модель квартиры обычно предполагает прямые углы и стены, а также одинаковую толщину стен и перегородок по всему пространству. Однако, действительно ли это отражает реальность? Почти никто не сомневается, что это не так.

Именно поэтому, если нужно в будущем применять дорогие стройматериалы и приобретать дизайнерские предметы интерьера, при замерах помещений, используют новейшие методики, а именно: лазерное 3D сканирование для трехмерного моделирования, конечной визуализации жилой комнаты.

Использование технологии трехмерного лазерного сканирования и трехмерного моделирования дает четкий, эффективный и доступный способ сбора данных, нужных для ремонта, дизайна, составления сметы расхода материалов, проектирования и строительства.

Процесс проектирования 3D модели комнаты на компьютере, называют трехмерным моделированием. Комнаты всевозможной сложности и точности можно спроектировать применяя специальные программы для создания трехмерных моделей. 3D модели могут быть использованы для визуализации интерьера, создания анимации, проектирования и многих других целей.

Лазерное сканирование имеет широкий диапазон применения, начиная от архитектуры и строительства до охраны окружающей среды и культурного наследия. Благодаря своей высокой точности и скорости, эта технология позволяет получать детализированные модели сложных объектов, что существенно упрощает процесс проектирования и анализа. Например, в архитектурном деле



лазерные сканеры могут помочь в реставрации исторических зданий, предоставляя точные данные о их текущем состоянии.

Создание трехмерного проекта квартиры на основе данных объемного лазерного сканирования имеет несколько плюсов. в отличии от старинных способов моделирования.

- Воспроизведение объемной модели комнат, на базе информации 3D лазерного сканирования, поможет создать более четкую копию замера помещения. Это поможет обойти неточности при моделировании и расположении мебели, а также увеличивает точность расчета стоимости ремонта и отделки.

- Воспроизведение объемной модели комнат, на базе информации 3D лазерного сканирования, поможет уменьшить время на моделирование. С помощью четкому замеру помещений и проектированию объемной модели возможно обойти неточности при моделировании и уменьшить время на изменение модели.

- Воспроизведение объемной модели комнат, на базе информации 3D лазерного сканирования, поможет представить дизайн помещений, что поможет предполагаемым заказчикам лучше представить себе, как будет выглядеть квартира после ремонта и отделки, что может увеличить интерес к недвижимости.

Современные лазерные сканеры также активно интегрируются с программным обеспечением для 3D-моделирования, что открывает новые горизонты в визуализации данных. В результате, специалисты получают возможность проводить глубокий анализ, создавать интерактивные модели и делать предсказания относительно будущих изменений. Таким образом, лазерное сканирование становится неотъемлемой частью современных технологий, меняя подходы к проектированию и сохранению объектов.

Благодаря новейшему лазерному замеру помещений. можно объединить все помещения с точной привязкой, что поможет выявить отклонения размеров, наклон от вертикали стен, пола и потолка, выявить толщину стен, перекрытий и перегородок, составить схему разводки коммуникаций и зафиксировать трещины, сколы и неровности.

Четкая трехмерная модель помещений может быть спроектирована с помощью программ моделирования дизайн-проектов, такие как AUTOCAD, ArchiCAD, REVIT, 3d MAX и другие. Лазерный замер помещений поможет уменьшить время и расходы на корректировки и добавочные работы, с помощью четкости полученных данных.

Процесс сканирования требует тщательного планирования и профессионального подхода. Опытные замерщики изучают пространство, чтобы определить оптимальные позиции для установки станций сканирования. Это позволяет минимизировать время, проведенное на каждом этапе, и избежать возможных слепых зон. Исполнение задач по сканированию в строго определённые сроки имеет ключевое значение для эффективного завершения проекта, особенно в условиях ограниченного времени.

Кроме того, высокая детализация трехмерной модели позволяет не только получить полное представление о помещении, но и выявить потенциальные

проблемы еще на стадии проектирования. Например, заранее можно определить конфликты между проводкой и будущими конструкциями, что значительно уменьшает риск возникновения аварийных ситуаций и дополнительных затрат на доработки.

Интеграция полученных данных в программы проектирования открывает новые горизонты для архитекторов и дизайнеров. Они могут визуализировать свои идеи более точно, а также лучше понимать, как различные элементы взаимосвязаны в пространстве. Таким образом, лазерное сканирование становится не просто инструментом замеров, а важным этапом в процессе разработки современных проектов, рис. 1.



Рисунок 1 – Создание объемной модели апартаментов в новостройке СПб по результатам лазерного сканирования

Новейшие методики лазерного сканирования комнат помогут, за минимальный промежуток времени, четко воспроизвести размеры и расположение всех элементов в интерьере. Благодаря этому, появляется возможность обдумать расстановку мебели, найти лучший дизайн и цветовую гамму, а также просчитать эффективную разводку инженерных сетей. Лазерное сканирование также облегчает установку встроенной бытовой техники и расчёт нужного количества материалов для ремонта, рис. 2.



Рисунок 2 - Обмерные чертежи: план каждого уровня квартиры

Конечная трехмерная модель интегрируется в любых программах, для проектирования и дизайна, что поможет сократить время и сэкономить расходы на изменения и вспомогательные работы благодаря точности и детализации полученных данных.

Использование облачного моделирования в коммерческих секторах открывает новые горизонты для повышения эффективности и конкурентоспособности. Например, в строительстве и ремонте это позволяет создать точные 3D-модели объектов, которые помогают визуализировать проект еще до начала работ. Заказчики могут видеть, как будет выглядеть итоговый результат, и вносить изменения на ранних этапах, что существенно снижает риск возникновения непредвиденных затрат.

Также риелторы могут воспользоваться преимуществами 3D-моделирования, предлагая потенциальным покупателям виртуальные туры по объектам недвижимости. Это не только экономит время при проведении показов, но и увеличивает шансы на продажу, так как позволяет клиентам лучше оценить пространство и детали объектов. Бронирование гостиничных номеров также может стать проще: виртуальные туры помогут клиентам выбрать идеальный номер, основываясь на его реальном виде.

Кроме того, технология лазерного сканирования позволяет интегрировать данные на различных этапах проектирования и строительства. Это обеспечивает высокую точность документов и позволяет эффективно планировать закупку материалов, тем самым улучшая финансовую прозрачность процессов и сокращая сроки выполнения работ. В итоге коммерческое использование облачного моделирования становится неотъемлемой частью современного бизнеса, раскрывая новые возможности для оптимизации и инноваций, рис. 3, 4.

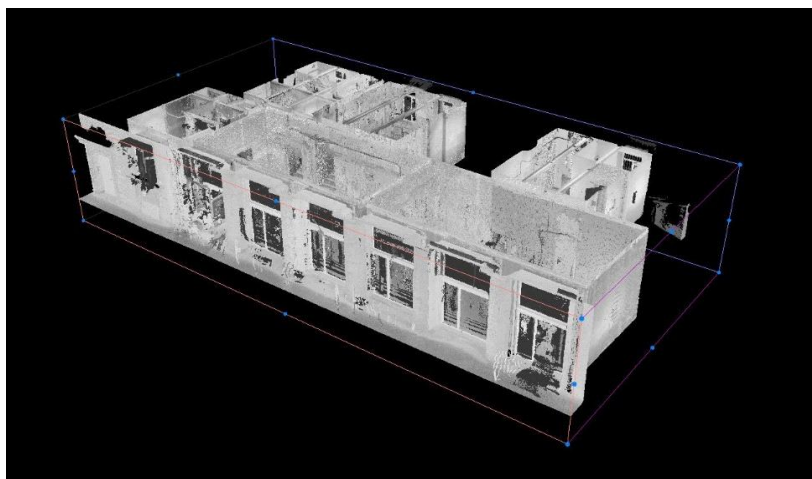


Рисунок 3 – Непосредственный результат лазерного сканирования квартиры – черно-белое облако точек

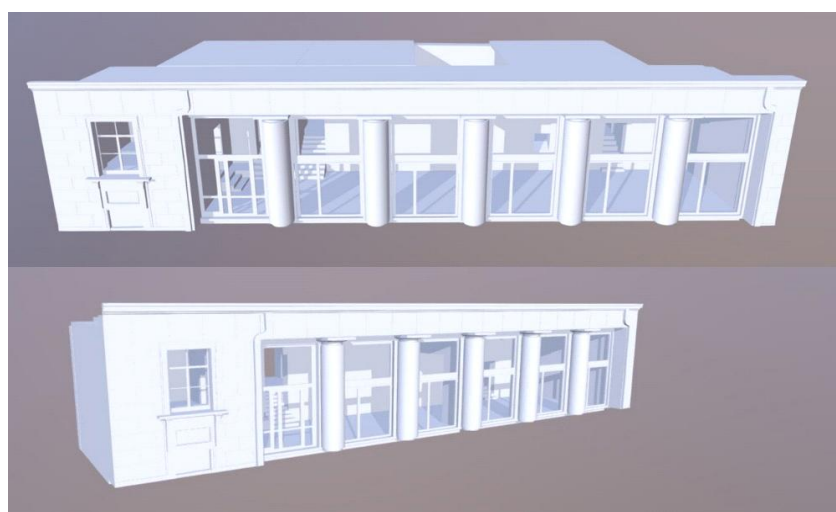


Рисунок 4 – 3D твердотельная модель помещения квартиры

Таким образом, проектирование трехмерной модели помещений на основе данных 3D лазерного сканирования – это современный способ, для моделирования и продажи квартир. Он поможет визуализировать замер помещений, уменьшить время на моделирование, реализовать дизайн интерьеров помещений или квартиры и прибавить интерес к недвижимости. При этом нужно обходить оплошности при создании трехмерной модели помещений, выбирать подходящую компанию для проведения обмерных работ и создания 3D модели квартиры. В будущем 3D моделирование квартиры на основе данных трехмерного лазерного сканирования будет все чаще использоваться в проектировании и продаже недвижимости.

### Список литературы

1. Оксюта, О.В. Модель системы планирования и оперативного управления экономическим объектом / О.В. Оксюта, А.Л. Курина // Моделирование систем и процессов. – 2017. – Т. 10, № 1. – С. 60-64.

2. 23 лучшие программы для 3D-проектирования интерьера. – URL: <https://sketchup.distek.ru/resources/general/programs/3d-design-interior/>.
3. Онлайн-планировщик Planner 5D. – URL: [https://planner5d.com/ru?utm\\_source=ptnprgafs&utm\\_medium=9&utm\\_campaign=58&utm\\_content=6605ab4b8d82260001e18afb&utm\\_id=13](https://planner5d.com/ru?utm_source=ptnprgafs&utm_medium=9&utm_campaign=58&utm_content=6605ab4b8d82260001e18afb&utm_id=13).
4. Жданова Ж. Дом мечты. – URL: <https://www.labirint.ru/books/660215/>.

### **References**

1. Охуута, О.В. Model of the system of planning and operational management of an economic object / О.В. Охуута, А.Л. Курина // Modeling of systems and processes. - 2017. – vol. 10, No. 1. – pp. 60-64.
2. 23 best programs for 3D interior design. – URL: <https://sketchup.distek.ru/resources/general/programs/3d-design-interior/>.
3. Planner 5D online planner. – URL: [https://planner5d.com/ru?utm\\_source=ptnprgafs&utm\\_medium=9&utm\\_campaign=58&utm\\_content=6605ab4b8d82260001e18afb&utm\\_id=13](https://planner5d.com/ru?utm_source=ptnprgafs&utm_medium=9&utm_campaign=58&utm_content=6605ab4b8d82260001e18afb&utm_id=13).
4. Zhdanova Zh. A Dream House. – URL: <https://www.labirint.ru/books/660215/>.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

А.В. Шпинеv, Д.А. Ивенский

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматривается использование интернета вещей. Описываются ключевые принципы работы интернет вещей. Приводятся примеры использования интернет вещей в различных сферах.

Ключевые слова: использование интернета вещей, умный дом.

## USING THE INTERNET OF THINGS

A.V. Shpinev, D.A. Ivenskii

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines the use of the Internet of Things. The key principles of the Internet of Things are described. Examples of the use of the Internet of Things in various fields are given.

Keywords: Using the Internet of Things, Smart Home.

### Введение

Все чаще человек пытается упростить и автоматизировать все сферы своей жизни. Многие компании разрабатывают разные технологии, которые так или иначе упрощают жизнь.

#### Использование интернета вещей

Интернет вещей – концепция сети, предназначенная для передачи данных между физическими объектами, имеет встроенные функции для работы друг с другом или с окружающим миром.

Система использования интернета вещей собирает, обрабатывает и обменивается разными данными в режиме реального времени, что помогает человеку незамедлительно получать нужную информацию.



Рисунок 1 – Представление интернета вещей

Вся система состоит из трех основных уровней:

1. Устройства, которые содержат блоки коммуникации (модем, bluetooth) и может выходить в сеть.
2. Специальное программное обеспечение, которые позволяют получать, обрабатывать и обмениваться данными с устройствами.
3. Графический интерфейс.

Сферы использования интернета вещей:

1. Сельское хозяйство. В данной сфере используют множество датчиков, которые, собирая информацию о влажности воздуха, состоянии почвы, температуры окружающей среды, скорости ветра, атмосферного давления, строят климатические прогнозы.
2. Городская среда. Используя устройства отслеживания сигнала GPS, городские камеры, карты, светофоры, оптимизируют затраты ресурсов.
3. Быт. Чаще всего использование интернет вещей развиваются в концепции «умный дом». Используя датчики света, протечки, задымления, умные розетки, музыкальные системы, электрические счетчики, человек упрощает, автоматизирует и делает свою жизнь более безопасной.
4. Автомобилестроение. В современном мире автомобили, использующие электродвигатель и систему автопилота, становятся все популярнее и популярнее. Данные автомобили могут передвигаться самостоятельно по улицам города, используя множество датчиков, заложенных алгоритмов, карт. Компьютер автопилота может понимать свое местоположение, скорость, дорожные знаки и разметку, других участников движения.
5. Медицина. С помощью фитнес-браслетов человек может следить за своим давлением, пульсом, температурой тела, отслеживать фазы своего сна, количество сожженных калорий. Люди, страдающие от сахарного диабета, используют датчик, который отслеживает уровень сахара крови.



Рисунок 2 – Разделение интернета вещей

### Заключение

Человек, сам того не замечая, каждый день прибегает к использованию интернета вещей, отслеживая погоду, время прибытия транспорта, обстановки на дорогах общего пользования. Современные дома снабжаются различными датчиками, которые в случае нештатной ситуации оповещают хозяев и спецслужбы. Умная бытовая техника упрощает жизнь и увеличивает количество свободного времени человека.

### Список литературы

1. Блог Яндекс Практикум. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-internet-veschey-primenenie-tehnologii/> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Википедия. Интернет вещей. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей) (дата обращения: 01.10.2024).
3. GeekBrains. – URL: <https://gb.ru/blog/internet-veschej/> (дата обращения: 01.10.2024).
4. Сбер Бизнес Live. Топ-5 перспективных сфер применения интернета вещей в бизнесе. URL: <https://sberbusiness.live/publications/top-5-perspektivnih-sfer-primeneniya-interneta-veschei-v-biznese> (дата обращения: 01.10.2024).
5. Стариков А.В., Бунаков П.Ю., Старикова А.А., Мешков Д.А. Особенности распределенного проектирования в мультиагентной среде ВКБМ с использованием облачных технологий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 110-120.
6. Программное обеспечение систем управления «умным» жилым домом / С.И. Поляков, В.И. Акимов, А.В. Полуказаков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 58-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.
7. Анিকেев, Е.А. Структура и применение автоматизированной системы мониторинга пассажиропотока / Е.А. Анিকেев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 4-11. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-4-11



## References

1. Blog Yandex Practicum. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chtotakoe-internet-veschey-primeneniye-tehnologii/> (date of access: 01.10.2024).
2. WikipediA. Internet of Things. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Internet\\_messages](https://ru.wikipedia.org/wiki/Internet_messages) (date of access: 01.10.2024).
3. GeekBrains. – URL: <https://gb.ru/blog/internet-veschej/> (date of access: 01.10.2024).
4. Save Business Live. Top 5 promising areas of application of the Internet of Things in business. URL: <https://sberbusiness.live/publications/top-5-perspektivnih-sfer-primeneniya-interneta-veschei-v-biznese> (date of application: 01.10.2024).
5. Starikov A.V., Bunakov P.Yu., Starikova A.A., Meshkov D.A. Features of distributed design in a multi-agent environment of VKBM using cloud technologies // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 110-120.
6. Software for control systems of a "smart" residential building / S.I. Polyakov, V.I. Akimov, A.V. Polukazakov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 58-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-58-67.
7. Anikeev, E.A. Structure and application of an automated passenger traffic monitoring system / E.A. Anikeev // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 4-11. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-4-11.

## СЕКЦИЯ 3

# СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

DOI: 10.58168/CISMP2024\_497-500

УДК 004.9

### «БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ» И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

К.А. Авдеев, Э.Э. Абакумов  
edik.abakumov.209@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе комплексным подходом было изучено такое понятие как “Big Data”. Была изучена соответствующая литература для полного понимания “Больших данных”. Также были сделаны выводы по сложности их применения в различных сферах.

Ключевые слова: Большие Данные, массив, информация

### “BIG DATA” AND ITS APPLICATION

K.A. Avdeev, E.E. Abakumov  
edik.abakumov.209@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, such a concept as “Big Data” was studied using an integrated approach. The relevant literature has been studied to fully understand “Big Data”. Conclusions were also drawn on the complexity of their application in various fields.

Keywords: Big Data, array, information

#### Введение

Что такое “Big Data”? Простыми словами – это большой массив данных, не подлежащих счёту для обычного человека или компьютера. Данный термин также включает в себя анализ, сбор, хранение и обработку данных.

“Большие данные” имеют несколько количественных и не только характеристик:

Объём – вся суть отражена в названии, объём этих данных очень велик и превышает сотни гигабайт в сутки.

Скорость – для обработки “Больших данные” требуются очень производительные компьютеры, поэтому скорость достаточно высока.

Разнообразность – поступающая информация в “Big Data” сильно различается.

Следующие характеристики появились чуть позже:

**Ценность** – различные данные имеют разную значимость, например для компаний.

**Достоверность** – источникам поступающих данных можно доверять, и на их основе принимать решения.

**Вариативность** – в разное время суток, поступает разный объем информации.

Обычно выделяют 4 этапа работы с “Big Data”:

**Сбор данных** – обычно собираются с любых источников ценных для компании. К примеру, выгрузки с различных сайтов, отчеты и т.д.

**Хранение данных** – для хранения такого большого объема данных уже недостаточно обычных компьютеров, поэтому используются компьютеры повышенной мощности, сервера, облачные хранилища.

**Обработка данных** – происходит достаточно удобно за счёт правильного распределения массивов.

**Анализ данных** – осуществляется с помощью различных СУБД. Вначале данные собирают в хранилище, фильтруют и лишь после анализируют.

**Применение “Big Data”**

“Большие данные” широко используются в широком спектре направлений.



Рисунок 1 – Наиболее популярные направления использования “Big Data”

На данной картинке мы видим самые популярные направления использования “Больших Данных” компаниями за 2016 год. Но самыми популярными среди них являются: оптимизация бизнес – планирования, улучшение производственного цикла, оптимизация обслуживания клиентов.

Рассмотрим несколько направлений:

”Big Data” в бизнесе – используются для анализа спроса потребителей, оценки рынка, рационализации цен, чтобы создать наиболее клиентопригодный товар.

“Big Data” в маркетинге – широко используется также, как и в бизнесе для прогноза характера поведения потребителей, помогает создавать наиболее искусно подобранные под покупателя предложения.

”Big Data” в производстве – помогает снизить человеческий фактор, оптимизировать логистику, расходы, получение информации ранее невозможной без “Больших данных”.

“Big Data” в медицине – очень важная вещь, так как помогает спрогнозировать риск массовых заболеваний, к примеру COVID-19.

“Big Data” в науке – помогает анализировать большое количество данных в точных науках, таких как математика и физика.

”Big data” в интернете и социальных сетях – применяется для анализа просматриваемости различного контента, например в видео-хостинге Youtube.

Сложности при использовании “Big Data”

Безусловно, “Большие Данные” имеют большое количество преимуществ, но нельзя забывать и про сложности работы с ними.

Объём данных. Такое большое количество данных требует очень производительных компьютеров, что складывается в большие деньги, потраченные компаниями на оборудование.

Структурность данных. Необходимо понимать, что большинство данных поступают в неструктурированном виде, немалое время компании уйдёт на их форматирование.

Кадровая подготовка. Большинству сотрудников компаний требуется определённая подготовка для качественной работы с “Большими Данными”.

Вывод

В ходе данной статьи мы познакомились с “Big Data”. Разобрали их характеристики и выделили определенные недостатки. Рассмотрели этапы работы с “Большими Данными”. Проанализировали особенности и наиболее популярные направления применения “Big Data” в различных компаниях.

### Список литературы

1. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живём, работаем и мыслим = Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think / пер. с англ. Инны Гайдюк. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с. – ISBN 987-5-91657-936-9.

2. Черняк Л. Большие Данные – новая теория и практика // Открытые системы. СУБД. – 2011. – № 10. – ISSN 1028-7493.

3. Моррисон А. и др. Большие Данные: как извлечь из них информацию // Технологический прогноз. Ежеквартальный журнал, российское издание. 2010. Вып. 3. Pricewaterhouse Coopers.

4. Ягодкин А.С., Зольников В.К., Скворцова Т.В., Ачкасов А.В., Кузнецов С.А., Макаренко Ф.В. Разработка алгоритмов и программ анализа

электрических характеристик БИС // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 136-148.

5. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

6. Зольников, В.К. Балансировка нагрузки в облачных вычислениях / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 25-32.

### References

1. Mayer-Schoenberger V., Kukier K. Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. – Translated by Inna Gaidyuk. — M.: Mann, Ivanov, Ferber, 2014. – 240 p. – ISBN 987-5-91657-936-9.

2. Chernyak L. Big Data – a new theory and practice // Open Systems. DBMS. – 2011. – № 10. – ISSN 1028-7493.

3. Morrison A. et al. Big Data: how to extract information from it. Technological forecast. Quarterly magazine, Russian edition. 2010. Issue 3. Pricewaterhouse Coopers.

4. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for the analysis of electrical characteristics of BIS // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 136-148.

5. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.

6. Zolnikov, V.K. Load balancing in cloud computing / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, N.F. Dayub // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – pp. 25-32.

## **МИКРОСЕРВИСЫ: ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ МАСШТАБИРУЕМЫХ СИСТЕМ**

Д.В. Арапов, В.Р. Алексеев  
vlad\_alekseev696@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассматривается микросервисная архитектура как современный подход к разработке приложений. Описываются ключевые принципы – это параллельная разработка разработчиков, использование Docker и Kubernetes и независимость микросервисов. Выделяет преимущества: гибкость и устойчивость к сбоям. Сравнение двух архитектур, когда и зачем переходить на микросервисы.

Ключевые слова: микросервис, архитектура, монолит, Docker, Kubernetes, приложение.

## **MICROSERVICES: AN APPROACH TO BUILDING SCALABLE SYSTEMS**

D.V. Arapov, V.R. Alekseev  
vlad\_alekseev696@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper examines microservice architecture as a modern approach to application development. The key principles described are parallel development by developers, the use of Docker and Kubernetes, and the independence of microservices. Highlights advantages: flexibility and resilience to failures. Comparison of two architectures, when and why to switch to microservices.

Keywords: microservice, architecture, monolith, Docker, Kubernetes, application.

### **Введение**

Все чаще для разработки приложения выбирают микросервисную архитектуру. Компании хотят более гибкие и масштабируемы приложения, что микросервисы могут как раз предоставить. Из-за таких преимуществ как раз и выбирают микросервисы. Если компании важно быстро реагировать на изменения и внедрять новые функции, поэтому микросервисы открывают множество возможностей для создания.

### **Микросервисная архитектура**

Микросервисная архитектура или микросервисы – это архитектурный подход к разработке, где приложение разделяется на небольшие сервисы, которые отвечают только за свой блок и может разрабатываться независимо от дру-

гих сервисов. Такая архитектура позволяет брать большое монолитное приложение и разделить его на маленькие управляемые сервисы.

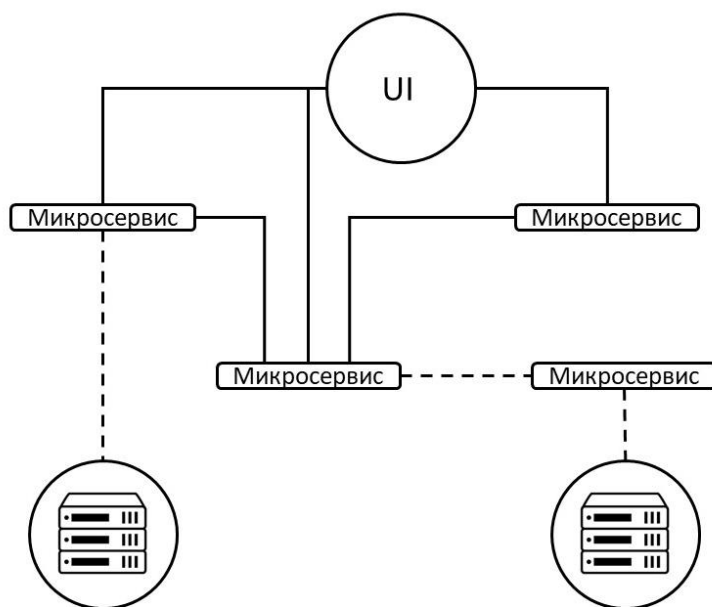


Рисунок 7 – Микросервисная архитектура

#### Преимущество микросервисов

Микросервисы имеют множество преимуществ, которые упрощают разработку. К этим преимуществам относятся:

1. Масштабируемость – микросервисы можно масштабировать независимо от других, что позволяет распределить ресурсы туда, где больше в них нуждаются;
2. Гибкость – каждый микросервис может быть разработан на разных языках программирования, что позволяет выбирать оптимальные технологии для каждой задачи. Например, для высокопроизводительных частей можно использовать C++, а для остальных — Java;
3. Устойчивость к сбоям – так как сервисы практически не связаны между собой, если даже один из сервисов выйдет из строя – это не повлияет на всю систему. Такой сбой можно исправить, не затрагивая остальные компоненты;
4. Распределенная разработка – благодаря микросервисам, разработка продукта может быть распределена между несколькими командами, каждая из которых будет работать над отдельным сервисом.

#### Основные компоненты микросервисов

1. Контейнеризация – используют Docker, он автоматизирует развертывание приложений в контейнерах, полезен тем, что в него можно упаковать микросервисы и развернуть их в независимых контейнерах;

2. Оркестрация контейнеров проходит с помощью системы Kubernetes, она предназначена для автоматизации развёртывания и управления контейнерными приложениями;

3. API-шлюз действует как центральная точка входа для клиентов, которая управляет запросами, аутентификацией и направляет запросы в соответствующий микросервис;

4. Кэширование, часто кэш хранит используемые данные рядом с микросервисом, что повышает производительность за счет сокращения повторяющихся запросов. Например, в приложении можно кэшировать результаты поиска товаров, чтобы, когда были повторные запросы к этому же товару, информация возвращалась быстрее, из-за того, что пропускаем обращение к базе данных;

5. Реестр и обнаружение сервисов, отслеживает местоположение и автоматически находит доступные микросервисы, что позволяет динамически управлять масштабированием системы.

#### Отличие монолитной от микросервисной архитектуры

Эти две архитектуры представляют собой разные подходы к разработке программного обеспечения. Конечно, микросервисная архитектура считается более современным подходом к созданию архитектуры, но и монолитная архитектура всё ещё остается актуальной. Например, если имеется небольшой проект, где ограниченный функционал и сложность управления низкая, это может подойти для стартапов, так как с помощью монолитной архитектуры можно намного быстрее выпустить продукт на рынок. Но если будет происходить рост и усложнение проекта, тогда уже можно планировать переход на микросервисную архитектуру для более сложного функционала.

Значимое отличие от микросервисной архитектуры – это то, что все компоненты объединены в единое целое, то есть интерфейс, доступ к базе данных и другие элементы, хранятся в одном сервисе.





Рисунок 8 – Монолитная архитектура

Когда стоит переходить на микросервисы

1. Рост команды разработчиков - когда число людей на проекте растёт, появляется потребность в параллельной разработке. В монолитной архитектуре, если разработчик захочет в одном из сервисов сделать изменение из-за такого придется останавливать всё приложение, что будет очень замедлять и затруднять разработку. Так как микросервисы расположены независимо друг от друга, это позволяет вносить изменения на определённые сервисы, что не влияет на работу всего приложения;

2. Проблемы с масштабированием – у каждого сервера приложения разные требования к масштабированию, то есть микросервисы могут расширять только сервисы, которые нуждаются в этом. Например, если в приложении логика работы с сервисом А нагружена намного больше, то можно масштабировать только микросервис, который отвечает за него;

3. Использование разных технологий – также может быть такая проблема, что одного языка программирования уже не хватит из-за каких-либо функций, но микросервисы позволяют использовать это;

4. Высокая сложность кода – со временем код становится слишком сложным и в монолитной архитектуре он может стать трудно поддерживаемым из-за этого осуществляется переход на микросервисы.

Заключение

Микросервисная архитектура – это мощный инструмент для создания современных приложений, который даёт разработчикам справляться с проблемами, которые есть в монолитной архитектуре. Однако переход на микросервисы, требуют больших навыков, но такая архитектура открывает новые возможности для разработки.

## Список литературы

1. Habr. Микросервисы. – URL: <https://habr.com/ru/articles/249183/> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
3. Atlassian.com. Микросервисы [понятие и основные преимущества]. – URL: <https://www.atlassian.com/ru/microservices> (дата обращения: 01.10.2024).
4. Кадровое агентство IT and Digital. Что такое микросервисы и как они работают? – URL: <https://itanddigital.ru/microservice> (дата обращения: 01.10.2024).
5. Skillbox.ru. О микросервисной архитектуре простыми словами. – URL: <https://skillbox.ru/media/code/o-mikroservisnoy-arkhitekture-prostymi-slovami/> (дата обращения 02.10.2024).
6. Бакаев Д.Н., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Савченко И.И., Зиновьева В.В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.
7. Microservices.io. What are microservices? – URL: <https://microservices.io/> (дата обращения 08.10.2024).
8. Wikipedia. Microservices. – URL: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Microservices> (дата обращения 08.10.2024).
9. Red Hat. Comprendre ce que sont les microservices. – URL: <https://www.redhat.com/fr/topics/microservices> (дата обращения 10.10.2024).
10. Сазонова С.А., Елифанов Е.Н., Асмнин В.Ф., Мозговой Н.В., Осипов А.А., Дружинина Е.В., Кораблин С.Н. Моделирование возможной обстановки при пожаре на объектах с массовым пребыванием людей // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 85-96.
11. Amazon Web Services. Que sont les microservices? | AWS – URL: <https://aws.amazon.com/fr/microservices/> (дата обращения 11.10.2024).

## References

1. Habr. Microservices. – URL: <https://habr.com/ru/articles/249183/> (date of access: 01.10.2024).
2. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. Using third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 33-41.
3. Atlassian.com. Microservices [concept and main advantages]. – URL: <https://www.atlassian.com/ru/microservices> (date of access: 01.10.2024).
4. IT and Digital recruitment agency. What are microservices and how do they work? – URL: <https://itanddigital.ru/microservice> (date of access: 01.10.2024).
5. Skillbox.ru. About microservice architecture in simple words. – URL: <https://skillbox.ru/media/code/o-mikroservisnoy-arkhitekture-prostymi-slovami/> (date of access: 02.10.2024).

6. Bakaev D.N., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Savchenko I.I., Zinovyeva V.V. Information tools for project management of the development of industrial enterprises // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 2. – P. 14-24.
7. Microservices.io. What are microservices? – URL: <https://microservices.io/> (date of access: 08.10.2024).
8. Wikipedia. Microservices. – URL: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Microservices> (date of access: 08.10.2024).
9. Red Hat. Comprendre ce que sont les microservices. – URL: <https://www.redhat.com/fr/topics/microservices> (date of access: 10.10.2024).
10. Sazonova S.A., Epifanov E.N., Asminin V.F., Mozgovoy N.V., Osipov A.A., Druzhinina E.V., Korablin S.N. Modeling of a possible fire situation at facilities with large numbers of people // Modeling of systems and processes. – 2022. – T. 15, No. 1. – P. 85-96.
11. Amazon Web Services. Que sont les microservices? | AWS. – URL: <https://aws.amazon.com/fr/microservices/> (date of access: 11.10.2024).

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПИЩЕВОЙ 3D ПЕЧАТИ ШОКОЛАДОМ**

И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация. Описаны необходимые компоненты для пищевой 3D печати шоколадных изделий, представленные в виде нотации IDEF0, которые потребовались для проведения практических экспериментов. Разработана экспериментальная установка для пищевой 3D печати шоколадной массой.

Ключевые слова: проектирование, техническое исполнение, экспериментальная установка, пищевая 3D печать, шоколадные изделия.

## **DESIGN AND TECHNICAL IMPLEMENTATION OF AN EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR FOOD 3D PRINTING WITH CHOCOLATE**

I.G. Blagoveshchensky, V.G. Blagoveshchensky

MIREA – Russian Technological University, Moscow

Abstract: The necessary components for food 3D printing of chocolate products are described, presented in the form of IDEF0 notation, which were required for conducting practical experiments. An experimental setup for food 3D printing with chocolate mass was developed.

Keywords: design, technical implementation, experimental setup, food 3D printing, chocolate products.

Исследование посвящено проектированию и техническому исполнению экспериментальной установки пищевой 3D печати шоколадом, которая необходима для детального изучения технологического процесса (ТП) пищевой 3D печати [1 – 3], проведения практических экспериментов и наблюдение за протеканием ТП, с целью накопления сведений о режимах работы оборудования и о результатах печати [4 – 6]. Полученные результаты позволят установить взаимосвязи между технологическими и режимными параметрами и разработать математическую модель процесса 3D печати для дальнейшего математического анализа [7 – 9]. В работе описаны необходимые компоненты для пищевой 3D печати шоколадных изделий, представленные в виде нотации IDEF0, которые потребовались для проведения практических экспериментов.

Разработана экспериментальная установка для пищевой 3D печати шоколадной массой. Для этого был проведён анализ подающих механизмов (экструзи-

дерев), изучены их преимущества и недостатки. На основании проведённого анализа и выбранного шасси разработан экструдер для пищевой 3D печати шоколадной массой.

Проведены практические эксперименты пищевой 3D печати образцов из шоколадной глазури. Осуществлена экспертная оценка каждого образца, а итоговые результаты с указанием режимов печати сведены в таблицу. Проведён математический анализ полученных данных. Установлены взаимосвязи параметров и представлены в виде матрицы коэффициентов корреляции.

На основании анализа результатов печати были описаны возникающие дефекты, объяснены причины их возникновения и создана их классификация, с указанием отличительных признаков. При наблюдении за ходом протекания ТП и при визуальном анализе результатов 3D печати отмечено, что в большинстве случаев дефекты появляются постепенно и имеют возрастающий характер поведения. А значит, при непрерывном визуальном контроле и своевременном обнаружении, возможно предотвратить его дальнейшее возникновение, путём внесения корректировок в технологический процесс.

### Список литературы

1. Благовещенская М.М., Благовещенский И.Г., Назойкин Е.А. Методика автоматической оценки качества пищевых изделий на основе теории искусственных нейронных сетей. // Пищевая промышленность. 2015. № 7.
2. Благовещенская М.М., Шаверин А.В., Благовещенский И.Г. Автоматизация контроля показателей вкуса шоколадных изделий на основе использования нейронных сетей // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. № 8. 2012.
3. Благовещенский В.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий: специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Владислав Германович, 2021. – 219 с.
4. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Холопов В.А., Зеленова Е.Н. Применение на производстве нейронной сети YOLO для определения качества пищевой продукции // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности. – 2023. – С. 66-72.
5. Благовещенский, И.Г. Автоматизированная экспертная система контроля в потоке показателей качества помадных конфет с использованием нейросетевых технологий и систем компьютерного зрения: специальность 05.13.07: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Благовещенский Иван Германович, 2015. – 229 с. – EDN SGUENP.
6. Благовещенский, И.Г. Методологические основы создания экспертных систем контроля и прогнозирования качества пищевой продукции с использованием интеллектуальных технологий: специальность 05.13.06

"Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2018. – 443 с.

7. Благовещенский И.Г., Носенко С.М. Экспертная интеллектуальная система мониторинга процесса формирования помадных конфет с использованием системы технического зрения // Пищевая промышленность, 2015. № 6.

8. Благовещенский И.Г., Троицкий А.К. Теоретические основы использования системы технического зрения в системе автоматического управления технологическими процессами / И.Г. Благовещенский, А.К. Троицкий // Материалы первой международной НПК «Планирование и обеспечение подготовки и переподготовки кадров для отраслей пищевой промышленности и медицины». - М.: Изд. комплекс МГУПП, 2012. с. 165-172.

9. Благовещенский И.Г., Шибанов Э.Д., Загородников К.А. Оптимизация 3D-печати на примере использования шоколадной глазури // Пищевая промышленность. – 2020. – № 12. – С. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.

### References

1. Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky I.G., Nazoikin E.A. Methodology for automatic assessment of the quality of food products based on the theory of artificial neural networks. // Food Industry. 2015. No. 7.

2. Blagoveshchenskaya M.M., Shaverin A.V., Blagoveshchensky I.G. Automation of control of taste indicators of chocolate products based on the use of neural networks // Storage and processing of agricultural raw materials. 2012. No. 8.

3. Blagoveshchensky V.G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of candidate of technical sciences, 2021. - 219 p.

4. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Kholopov V.A., Zelenova E.N. Application of the YOLO neural network in production to determine the quality of food products // Factory of the future: transition to advanced digital, intelligent production technologies, robotic systems for food industries. - 2023. - P. 66-72.

5. Blagoveshchensky, I.G. Automated expert system for monitoring the flow of quality indicators of pomade candies using neural network technologies and computer vision systems: specialty 05.13.07: dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Blagoveshchensky Ivan Germanovich, 2015. - 229 p. - EDN SGUENP.

6. Blagoveshchensky, I.G. Methodological foundations for creating expert systems for monitoring and forecasting the quality of food products using intelligent technologies: specialty 05.13.06 "Automation and control of technological processes and production (by industry)": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences, 2018. - 443 p.

7. Blagoveshchensky I.G., Nosenko S.M. Expert intelligent system for monitoring the process of molding fondant candies using a machine vision system // Food Industry, No. 6, 2015. No. 6.

8. Blagoveshchensky I.G., Troitsky A.K. Theoretical foundations for using a machine vision system in an automatic process control system / I.G. Blagoveshchensky, A.K. Troitsky // Materials of the first international scientific and practical conference "Planning and ensuring training and retraining of personnel for the food industry and medicine". - M.: Publishing complex of MGUPP, 2012. pp. 165-172.

9. Blagoveshchensky I.G., Shibanov E.D., Zagorodnikov K.A. Optimization of 3D printing using chocolate glaze as an example // Food Industry. – 2020. – No. 12. – P. 70-73. – DOI 10.24411/0235-2486-2020-10147.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ВЯЗКОСТИ ПИЩЕВЫХ МАСС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ**

В.Г. Благовещенский, И.Г. Благовещенский, В.А. Кротов, М.М. Благовещенская

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва  
bvg1996@mail.ru, igblagov@gmail.com,  
ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, г. Москва  
gor\_@bk.ru, mmb@mgupp.ru

Аннотация. Рассмотрен подход к автоматизации контроля вязкости пищевых масс в режиме реального времени, в основу которого положена разработанная принципиальная аппаратно-программная схема IIoT на основе технологий промышленного интернета вещей. Представлена также архитектура вискозиметра, позволяющая эффективно формировать, обрабатывать и передавать данные о вязкости в интеллектуальную систему управления качеством продукции.

Ключевые слова: автоматизация контроля, вязкость, технологии интернета вещей, кондитерские массы, архитектура вискозиметра

## **AUTOMATION OF VISCOSITY CONTROL OF FOOD MASSES USING INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY**

V.G. Blagoveshchensky, I.G. Blagoveshchensky, V.A. Krotov,  
M.M. Blagoveshchenskaya

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA - Russian Technological University", Moscow  
bvg1996@mail.ru, igblagov@gmail.com

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education ROSBIOTECH,  
Moscow,  
gor\_@bk.ru, mmb@mgupp.ru

Abstract. The article considers an approach to automating the control of viscosity of food masses in real time, which is based on the developed basic hardware and software scheme of IIoT based on industrial Internet of Things technologies. The architecture of a viscometer is also presented, which allows for the efficient generation, processing and transmission of viscosity data to an intelligent product quality management system.

Keywords: automation of control, viscosity, internet of things technologies, confectionery masses, viscometer architecture

Для создания полностью автоматизированных предприятий необходим автоматический контроль качества приготовления пищевых масс [1-3]. В работе показано, что в настоящее время для контроля за ходом различных техноло-



гических процессов пищевой промышленности, определения степени готовности полуфабрикатов и готовой продукции, создания систем автоматического регулирования и управления этими процессами все шире и шире применяют методы вискозиметрии [4 – 6].

Это объясняется как простотой измерения данного параметра, так и тем, что вязкость тесно связана со структурой вещества и хорошо отражает изменения в молекулярном строении исследуемой массы, трудно улавливаемые другими методами физико-химического анализа [7 – 9]. Для повышения эффективности контроля вязкости в данном исследовании предлагается автоматизировать данный процесс с использованием программируемых технических средств.

Проведенный нами обзор и анализ методов контроля реологических параметров качества показал, что автоматический контроль и регулирование вязкости пищевых масс целесообразно проводить с помощью вискозиметров ротационного типа. Вискозиметры подобного типа хорошо зарекомендовали себя надежностью работы, высокой помехоустойчивостью и высокой точностью измерений.

В связи с перспективностью данного метода нами был разработан цифровой ротационный вискозиметр, который может быть использован как на производстве при контроле состояния высоковязких шоколадных масс, так и в научных исследованиях. В основу работы вискозиметра положено определение момента сопротивления, создаваемого исследуемой массой при вращении в ней чувствительного элемента (ЧЭ) определенной формы.

Вискозиметр состоит из двух автономных, конструктивно законченных блоков, соединенных между собой: первичного преобразователя вязкости и блока цифровой индикации и автоматизации. В основе данного прибора - микроконтроллер, который реализует разработанный нами алгоритм, выполняет функцию счетчика импульсов от первичного преобразователя, а также отображает информацию на дисплее и управляет электромагнитной муфтой. Внутри первичного преобразователя смонтированы: электродвигатель, вращающий ЧЭ; электромагнитная муфта; соединяющая электродвигатель с валом ЧЭ; диск с отверстиями, закрепленный на валу ЧЭ и расположенный между светодиодом и фоточувствительным элементом, помещенных в специальный патрон.

Конструкция прибора позволяет менять тела вращения на валу электродвигателя, т.е. в зависимости от необходимого диапазона измерения вязкости и условий работы, на валу можно устанавливать ЧЭ различных размеров и конфигураций. Для повышения эффективности работы вискозиметра была разработана схема подключений первичного преобразователя вязкости и блока цифровой индикации и управления. Внутри блока цифровой индикации и автоматизации расположены микроконтроллер (модуль автоматизации), модуль управления автоматизацией, модуль индикации и модули управления электродвигателем и электромагнитной муфтой.

Была рассмотрена и проанализирована возможность использования в разработанном вискозиметре подходов промышленного интернета вещей. Такой подход позволит: непрерывно контролировать технологический параметр вязкости; производить интеграцию в системы ИТ посредством стандарта OPC

UA; производить мониторинг и регистрацию неисправностей датчика с передачей информации в интеллектуальные системы контроля и управления качеством пищевой продукции; производить мониторинг состояния поверки датчика.

С использованием промышленного интернета вещей (IIoT) значительно расширяются возможности датчиков вязкости: хранить в себе полученную информацию, передавать актуальные измеренные данные и интегрироваться в системы ЛИМС (LIMS), систему удаленного технического обслуживания (ТО-иР), а также в интеллектуальную систему контроля и управления качеством пищевой продукции.

В связи с этим была проработана концепция создания интеллектуальных вискозиметров, работающих в потоке, с использованием технологий промышленного интернета вещей, что позволит избежать проблем интеграции и передачи данных в системы IIoT управления предприятием.

### Список литературы

1. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления. Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2024. – 407 с.

2. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А., Благовещенская М.М. Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира. Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 216 с.

3. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий. Монография. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – 186 с.

4. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Аднодворцев А.М. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5(125). – С. 162-169.

5. Петряков А.Н., Благовещенская М.М., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А. Применение метода объектно-ориентированного программирования для контроля показателей качества кондитерской продукции. // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2018. № 5-6 (176). С. 21-23.

6. Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Холопов В.А., Благовещенский И.Г., Веселов М.В., Аднодворцев А.М.. Проблемы управления технологическими процессами производства кондитерских изделий и пути их преодоления. // Современные проблемы автоматизации технологических процессов и производств: сборник научных докладов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова, Москва, 11 октября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 97-104.

7. Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Благовещенский И.Г., Таирова Л.Р., Игольников А.О., Максимов Н.А. Перспективы использования интеллектуальных информационных технологий и систем в решении задач цифровизации производства кондитерской продукции. // Современные проблемы автоматизации технологических процессов и производств: сборник научных докладов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Петрова, Москва, 11 октября 2023 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 60-70.

8. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Назойкин Е.А., Петряков А.Н. Интеллектуальный анализ данных для систем поддержки принятия решений диагностики процессов производства пищевой продукции // Казанская наука. 2020. №. 1. С. 105-109.

9. Крылова Л.А., Благовещенский В.Г., Татаринев А.В. Разработка интеллектуальных аппаратно-программных комплексов мониторинга процессов сепарирования дисперсных пищевых масс на основе интеллектуальных технологий // Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука. М.: ИК МГУПП. 2017. С.199-201.

### References

1. Blagoveshchensky V.G. Methodological foundations for automating the control of organoleptic quality indicators of confectionery products and the creation of intelligent control systems on their basis. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2024. - 407 p.

2. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A., Blagoveshchenskaya M.M. Development of models, methods and algorithms for an intelligent automated system for monitoring and managing the quality of kefir. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - 216 p.

3. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies. Monograph. – Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2022. – 186 p.

4. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Adnodvortsev A.M. Adaptive control system with an identifier for non-stationary production processes // Engineering journal: science and innovation. - 2022. - No. 5 (125). - P. 162-169.

5. Petryakov A.N., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A. Application of the object-oriented programming method to control the quality indicators of confectionery products. // Confectionery and bakery production. 2018. No. 5-6 (176). P. 21-23.

6. Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Kholopov V.A., Blagoveshchensky I.G., Veselov M.V., Adnodvortsev A.M. Problems of control of technological processes of production of confectionery products and ways of overcoming them // Modern problems of automation of technological processes and production: collection of scientific reports of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the birth of Igor

Konstantinovich Petrov, Moscow, October 11, 2023. - Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - P. 97-104.

7. Blagoveshchensky V.G., Krasnov A.E., Blagoveshchensky I.G., Tairova L.R., Igolnikov A.O., Maksimov N.A. Prospects for the use of intelligent information technologies and systems in solving problems of digitalization of confectionery production. // Modern problems of automation of technological processes and production: collection of scientific reports of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the birth of Igor Konstantinovich Petrov, Moscow, October 11, 2023. - Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - P. 60-70.

8. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nazoikin E.A., Petryakov A.N. Intelligent data analysis for decision support systems for diagnostics of food production processes // Kazan science. 2020. No. 1. P. 105 – 109.

9. Krylova L.A., Blagoveshchensky V.G., Tatarinov A.V. Development of intelligent hardware and software systems for monitoring separation processes of // Development of the food and processing industry of Russia: personnel and science. Moscow: IK MGUPP. 2017. P.199-201.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЕЙ И ИНСТРУМЕНТОВ КАЙДЗЕН**

И.Г. Благовещенский, В.Г. Благовещенский, Е.Н. Зеленова,  
М.М. Благовещенская

Кафедра «Прикладная информатика»,  
ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва, igblagov@mgupp.ru, bvg1996@mail.ru  
кафедра «Автоматизированные системы биотехнологических процессов»  
ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, г. Москва, zelenovaen@mgupp.ru, mmb@mgupp.ru

Аннотация: Данное исследование посвящено исследованию возможности использования технологий виртуальной и дополненной реальностей и инструментов кайдзен для оптимизации производства пищевых продуктов.

Ключевые слова: технологии виртуальной и дополненной реальностей, инструменты кайдзен, оптимизация, производство пищевых продуктов

## **OPTIMIZING FOOD PRODUCTION USING VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES AND KAIZEN TOOLS**

I.G. Blagoveshchensky, V.G. Blagoveshchensky, E.N. Zelenova,  
M.M. Blagoveshchenskaya

Department of Applied Informatics,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
MIREA - Russian Technological University,  
Moscow, igblagov@mgupp.ru, bvg1996@mail.ru  
Department of Automated Systems of Biotechnological Processes  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education ROSBIOTECH,  
Moscow, zelenovaen@mgupp.ru, mmb@mgupp.ru

Abstract: This study is devoted to the investigation of the possibility of using virtual and augmented reality technologies and kaizen tools to optimize food production.

Keywords: virtual and augmented reality technologies, kaizen tools, optimization, food production

В настоящее время активно развиваются технологии виртуальной и дополненной реальности [1 – 3]. В данном исследовании был проведен анализ возможности использования виртуальной и дополненной реальностей в сфере

промышленного производства пищевых продуктов [4 – 6]. Так, технологии виртуальной реальности (VR-технологий) используются для создания тренажеров, с помощью которых специалисты могут отрабатывать высокоточные производственные процессы, при этом тренер может находиться в другом месте и руководить обучением дистанционно. Также с помощью VR-технологий можно моделировать любую производственную среду, любые производственные процессы, в том числе те, что могут привести к поломкам, остановке работы и другим рискам. что позволяет устранить эти риски в реальном мире, экономя тем самым время и деньги, которые были бы потрачены на устранение возможных неполадок, сбоев и поломок.

Еще одним значимым направлением использования виртуальной реальности в производственном процессе является прототипирование, то есть возможность создания виртуальных макетов, например, различных узлов и агрегатов и их интеграция в цифровые модели эксплуатации. Это позволяет проводить испытания с разными условиями в виртуальной реальности. Что конечно же, также позволяет существенно экономить как время, так и финансы.

Технологии дополненной реальности также позволяют оптимизировать процессы промышленного производства [7, 8]. С помощью очков дополненной реальности, мастер получает инструкцию по наладке оборудования. Эта инструкция может быть в текстовом и графическом виде, а также ее может транслировать в режиме реального времени специалист компании- разработчика оборудования, находящийся в другом городе или стране. Такие инструкции упрощают ремонт и содержание производства, а также могут использоваться и в процессах проектирования и сборки производства пищевых продуктов, что ускоряет работу и гарантирует высокое качество результата.

В настоящее время технологии дополненной реальности (AR технологий) активно используются для оптимизации процессов логистики, информация о товаре, переданная через QR-код на гаджеты дополненной реальности позволяют быстрее найти товар на складе, сформировать заказ на доставку и отследить весь маршрут доставки, сокращая и упрощая складские процессы и минимизируя ошибки.

Также, как и технологии виртуальной реальности, дополненная реальность активно используется для обучения персонала, при этом не происходит погружение в виртуальный мир, наоборот, необходимая для обучения информация интегрируется в мир реальный.

Однако, эти технологии являются развивающимися направлениями IT индустрии, а значит и сами технологии, и оборудование на сегодняшний день весьма дорогостоящие. Это значит, что позволить их себе могут только очень крупные производства, а оптимизация процессов нужна и среднему, и малому бизнесу. Каждый кейс разрабатывается под конкретного крупного заказчика, их использование другими заказчиками не целесообразно. Это влечет за собой следующий недостаток: отсутствие унифицированных кейсов, которые снизили бы стоимость и позволили бы использовать передовые технологии и на мелких производствах.

Оптимизация производственных процессов - важная задача экономики, которую решают все пищевые предприятия, которые хотят развиваться. Целая философия оптимизации производства была разработана в Японии в период восстановления после второй мировой войны экономистом Масааки Имаи [9]. Это направление получило название «Кайдзен» - «кай» - изменения, «дзен» - к лучшему. В 90-ые годы XX века инструменты оптимизации системы «Кайдзен» нашли широкое мировое признание. Суть этой системы в непрерывном совершенствовании процессов производства, разработки эффективных бизнес-процессов и управления. Акцент в компаниях, использующих систему кайдзен, делается на непрерывном совершенствовании как самих производственных процессов, так и персонала. Важно не решать, а предотвращать проблемы, а для этого важно, чтобы у каждого сотрудника был доступ к любой внутренней информации компании. В соответствии с философией «Кайдзен» на любом предприятии должна быть создана такая атмосфера, в которой каждый сотрудник заинтересован в развитии предприятия.

Основной инструмент оптимизации производства в Кайдзен - это «Принцип 5С»: Сортировка - систематизация – содержание в чистоте – стандартизация – совершенствование. Все пять элементов являются основой развития любого производства, а возможность использования технологий дополненной и виртуальной реальности может увеличить эффективность каждого из них в несколько раз.

Использование давно себя зарекомендовавших систем оптимизации производственных процессов с ультрасовременными и инновационными IT - технологиями в пищевых производствах позволит достичь как технологических, так и экономических преимуществ в этом критически важном сегменте российской промышленности.

### **Список литературы**

1. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Мокрушин С.А., Игольников А.О., Благовещенская М.М. Применение web-технологий для создания автоматизированных систем мониторинга производства пищевых продуктов // Роговские чтения: сборник докладов НП конференции. Москва, 2022 г. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – С. 121-125.
2. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Зеленова Е.Н., Корнев М.А. Автоматизация контроля качества кондитерской продукции с использованием интеллектуальных технологий // Роговские чтения: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 237-245.
3. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Ионов А.В., Осташов П.И. Использование цифровых двойников для процессного моделирования и технологической подготовки производства пищевых продуктов // Роговские чтения : сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 253-262.

4. Кучумов А.В., Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Осташов П.И., Благовещенская М.М. Цифровизация производства пищевых продуктов // Роговские чтения: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, Москва, 16 декабря 2022 года. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 262-270.

5. Сыч С.В., Благовещенский В.Г., Холопов В.А., Благовещенский И.Г., Рылов С.А., Благовещенская М.М. Использование технологий виртуальной и дополненной реальности и инструментов Кайдзен для оптимизации пищевых производств // Интеллектуальные автоматизированные управляющие системы в биотехнологических процессах : сборник докладов всероссийской научно-практической конференции, Москва, 29 марта 2023 года. – Москва: «РОСБИОТЕХ»; ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 313-323.

6. Чистяков О.В., Благовещенская М.М., Рылов С.А., Веселов М.В., Благовещенский В.Г., Михайлов А.В. База для описания Цифрового двойника в рамках единой технологической системы управления с использованием формата AUTOMATIONML // Интеллектуальные автоматизированные управляющие системы в биотехнологических процессах : сборник докладов всероссийской научно-практической конференции, Москва, 29 марта 2023 года. – Москва: «РОСБИОТЕХ»; ЗАО «Университетская книга», 2023. – С. 336-343.

7. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Безуглов В.С., Крот О.А., Зеленова Е.Н. Проектирование информационной системы управления кондитерским предприятием с учетом имеющихся проблем // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 27-35.

8. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г., Игольников А.О., Попов А.С., Благовещенская М.М. Анализ готовности к цифровизации кондитерских производств // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 41-50.

9. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Безуглов В.С. Основные перспективные направления применения цифровых технологий в пищевой промышленности // Фабрика будущего: Сборник научных докладов IV Международной специализированной конференции-выставки, Москва, 26 апреля 2023 года. – Москва: ФГБОУ ВО "РОСБИОТЕХ", 2023. – С. 97-105.

### References

1. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Mokrushin S.A., Igolnikov A.O., Blagoveshchenskaya M.M. Application of web technologies for creating automated systems for monitoring food production // Rogovskie readings: collection of reports of the NP conference. Moscow, 2022. - Kursk: ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - Pp. 121-125.

2. Blagoveshchensky V.G. et al. Automation of quality control of confectionery products using intelligent technologies / Kuchumov A.V., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Zelenova E.N., Kornev M.A. //



Rogovskie readings: collection of reports of the scientific and practical conference with international participation, Moscow, December 16, 2022. – Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. – P. 237-245.

3. Kuchumov A.V., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Ionov A.V., Ostashov P.I. Use of digital twins for process modeling and technological preparation of food production // Rogov Readings: collection of reports from a scientific and practical conference with international participation, Moscow, December 16, 2022. – Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. – P. 253-262.

4. Kuchumov A.V., Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Ostashov P.I., Blagoveshchenskaya M.M. Digitalization of food production // Rogov Readings: collection of reports from a scientific and practical conference with international participation, Moscow, December 16, 2022. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - P. 262-270.

5. Sych S.V., Blagoveshchensky V.G., Kholopov V.A., Blagoveshchensky I.G., Rylov S.A., Blagoveshchenskaya M.M.. Use of virtual and augmented reality technologies and Kaizen tools to optimize food production // Intelligent automated control systems in biotechnological processes: collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference, Moscow, March 29, 2023. - Moscow: "ROSBIOTECH"; ZAO "Universitetskaya kniga", 2023. - P. 313-323.

6. Chistyakov O.V., Blagoveshchenskaya M.M., Rylov S.A., Veselov M.V., Blagoveshchensky V.G., Mikhailov A.V. Base for describing the Digital Twin within the framework of a single technological control system using the AUTOMATIONML format // Intelligent automated control systems in biotechnological processes: collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference, Moscow, March 29, 2023. - Moscow: "ROSBIOTECH"; - ZAO "University Book", 2023. - P. 336-343.

7. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Bezuglov V.S., Krot O.A., Zelenova E.N. Design of an information system for managing a confectionery enterprise, taking into account existing problems // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International Specialized Conference and Exhibition, Moscow, April 26, 2023. - Moscow: FGBOU VO "ROSBIOTEKH", 2023. - P. 27-35.

8. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G., Igolnikov A.O., Popov A.S., Blagoveshchenskaya M.M. Analysis of readiness for digitalization of confectionery production // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International Specialized Conference and Exhibition, Moscow, FGBOU VO "ROSBIOTEKH", 2023. - P. 41-50.

9. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Krasnov A.E., Bezuglov V.S. The main promising areas of application of digital technologies in the food industry // Factory of the Future: Collection of scientific reports of the IV International specialized conference and exhibition, Moscow, April 26, 2023. - Moscow: FGBOU VO "ROSBIOTEKH", 2023. - P. 97-105.

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ**

В.Г. Благовещенский

Кафедра «Прикладная информатика»,  
ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва  
bvg1996@mail.ru

Аннотация: Осуществлен системный анализ и сформулированы проблемы системы управления качеством пищевой продукции в процессе производства. Разработана структура целей, создана системная диаграмма решения проблемы, на основании которых разработана концептуальная структурно-динамическая модель системы управления качеством различной пищевой продукции в процессе производства.

Ключевые слова: концептуальная структурно-динамическая модель, качество пищевой продукции, интеллектуальная система управления.

## **DEVELOPMENT OF A CONCEPTUAL STRUCTURAL-DYNAMIC MODEL OF AN INTELLIGENT FOOD QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**

V.G. Blagoveshchensky

Department of Applied Informatics,  
MIREA – Russian Technological University, Moscow  
bvg1996@mail.ru

Abstract: A system analysis was carried out and the problems of the quality management system of food products in the production process were formulated. The structure of goals was developed, a system diagram of the problem solution was created, on the basis of which a conceptual structural-dynamic model of the quality management system of various food products in the production process was developed.

Keywords: conceptual structural-dynamic model, quality of food products, intelligent control system.

Всю совокупность целей данной работы можно подразделить на следующие виды: научно-техническая, производственная, экономическая, социальная, маркетинговая и финансовая [1].

В работе предлагается использование концепции «дерева целей» [2], позволяющей систематизировать и структурировать, полученную ранее информацию, построить планы предстоящих исследований и увидеть первостепенные цели и необходимые для их реализации подцели (задачи). Также дерево целей

позволяет выявить, какие возможные комбинации обеспечат оптимальный результат, определить взаимосвязи между отдельными элементами исследуемого объекта [3].

Для достижения главной цели были сформулированы ее подцели. Затем на их основе создана системная диаграмма решения проблемы разработки интеллектуальной системы управления качеством пищевой продукции.

Полученная системная диаграмма решения данной проблемы включает следующие блоки-элементы: V1: Инвестиции в производство; V2: Оплата труда; U1: Квалификация кадров; U2: Используемые методы контроля и индикации; U3: Уровень мониторинга процесса; U4: Уровень автоматизации производства; U5: Контроль технологических параметров и органолептических показателей качества; U6: Количество персонала; U7: Мощность используемой видеокамеры; U8: Количество выпускаемой продукции по плану; C1: Качество продукции; C2: Возможности интеллектуальной автоматизированной системы; C3: Функциональность SCADA-системы; C4: Объем выпускаемой продукции; C5: Затраты; Y1: Рентабельность ТП производства халвы.

На основании анализа разработанной системной диаграммы была построена концептуальная структурно-динамическая модель системы документирования при разработке интеллектуальной системы управления качеством пищевой продукции, которая состоит из операторов  $\mu$  состояний (C) и операторов  $\eta$  целевых выходов/результатов (Y), где T – упорядоченное множество моментов времени t, на котором определяются C и Y [4].

Отражение:

$$\begin{aligned}
 \eta 1: \{C4; C5\}T1 &\rightarrow Y1 \\
 \mu 1: \{U5; C3\}T1 &\rightarrow C1 \\
 \mu 2: \{U2; V3; U3; U7; V1; C3\}T1 &\rightarrow C2 \\
 \mu 3: \{U7; V1\}T1 &\rightarrow C3 \\
 \mu 4: \{U8; U1; U4; V1; Y1; V4; C2; C3\}T1 &\rightarrow C4 \\
 \mu 5: \{V2; U6; U1; U4; V1; Y1; C2; C3\}T1 &\rightarrow C5
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  
T1=Оперативный горизонт управления  
T2=Тактический горизонт управления

На основании системной диаграммы и концептуальной структурно-динамической модели интеллектуальной системы управления качеством пищевой продукции можно сформулировать следующие выводы.

Для повышения эффективности (рентабельности) технологического процесса производства пищевой продукции необходимо: увеличить инвестиции в производство для внедрения интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством пищевых изделий и увеличения функциональности обслуживающей SCADA-системы. За счет этого значительно увеличится уровень автоматизации. Это позволит увеличить объем выпускаемой продукции и сократить затраты сырья, материалов, а также значительно снизить брак готовых кондитерских изделий.

На основе полученных результатов была разработана стратегическая карта, отображающая распределенные по аспектам цели и связи между ними, а также критерии их достижения [4]. Стратегические карты предназначаются для стратегического управления [5 - 7]. В нашем случае, это управление научным исследованием по созданию интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством пищевой продукции в процессе ее производства. Стратегические карты призваны сосредоточить внимание на наиболее важных сторонах деятельности при создании этой автоматизированной системы контроля и управления [8, 9]. Для разработки стратегической карты создания интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством пищевой продукции в процессе ее производства важно знать основную цель исследуемого производства, его видение и стратегию развития.

Построение стратегической карты сводилось к распределению основных целей исследования по четырем аспектам сбалансированной системы показателей, а также к определению критериев достижения этих целей с указанием их причинно-следственной связи.

### Список литературы

1. Благовещенский И.Г., Музыка М.Ю., Благовещенский В.Г., Головин В.В. Повышение эффективности технологических процессов на основе современных методов моделирования и оптимизации // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5(125). – С. 146-156.
2. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Носенко А.С., Аднодворцев А.М. Адаптивная система управления с идентификатором нестационарными процессами производства // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2022. – № 5 (125). – С. 162-169.
3. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Назойкин Е.А., Петряков А.Н. Интеллектуальный анализ данных для систем поддержки принятия решений диагностики процессов производства пищевой продукции // Казанская наука. 2020. №. 1. С. 105 – 109.
4. Благовещенский В.Г., Благовещенский И.Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий. Монография. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2022. – 186 с.
5. Благовещенский И.Г., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А., Благовещенская М.М. Разработка моделей, методов и алгоритмов интеллектуальной автоматизированной системы контроля и управления качеством кефира. Монография. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. – 216 с.
6. Благовещенский В.Г. Методологические основы автоматизации контроля органолептических показателей качества кондитерской продукции и создание на их базе интеллектуальных систем управления. Монография. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – 407 с.

7. Благовещенский В.Г. Разработка ситуационной модели технологических процессов производства помадных конфет // Кондитерское производство. 2017. № 3. – С. 17-20.

8. Крылова Л.А., Благовещенский В.Г., Татаринов А.В. Разработка интеллектуальных аппаратно-программных комплексов мониторинга процессов сепарирования дисперсных пищевых масс на основе интеллектуальных технологий // Развитие пищевой и перерабатывающей промышленности России: кадры и наука. М.: ИК МГУПП. 2017. С. 199-201.

9. Петряков А.Н., Благовещенская М.М., Благовещенский В.Г., Крылова Л.А. Применение метода объектно-ориентированного программирования для контроля показателей качества кондитерской продукции. // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2018. № 5-6 (176). С. 21-23.

### References

1. Blagoveshchensky I.G., Muzyka M.Yu., Blagoveshchensky V.G., Golovin V.V. Improving the efficiency of technological processes based on modern modeling and optimization methods // Engineering Journal: Science and Innovations. - 2022. - No. 5 (125). - P. 146-156.

2. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nosenko A.S., Adnodvortsev A.M. Adaptive control system with an identifier for non-stationary production processes // Engineering Journal: Science and Innovations. - 2022. - No. 5 (125). - P. 162-169.

3. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Nazoikin E.A., Petryakov A.N. Intelligent data analysis for decision support systems for diagnostics of food production processes // Kazan science. 2020. No. 1. P. 105-109.

4. Blagoveshchensky V.G., Blagoveshchensky I.G. Intelligent automated quality management system for halva using hybrid methods and technologies. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2022. - 186 p.

5. Blagoveshchensky I.G., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A., Blagoveshchenskaya M.M. Development of models, methods and algorithms of an intelligent automated system for monitoring and managing the quality of kefir. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - 216 p.

6. Blagoveshchensky V.G. Methodological foundations for automation of control of organoleptic quality indicators of confectionery products and creation of intelligent control systems on their basis. Monograph. - Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2024. - 407 p.

7. Blagoveshchensky V.G. Development of a situational model of technological processes for the production of fondant candies // Confectionery production. 2017. No. 3. - P. 17-20.

8. Krylova L.A., Blagoveshchensky V.G., Tatarinov A.V. Development of intelligent hardware and software complexes for monitoring the processes of separation of dispersed food masses based on intelligent technologies // Development

of the food and processing industry of Russia: personnel and science. M .: IK MGUPP. 2017. P. 199-201.

9. Petryakov A.N., Blagoveshchenskaya M.M., Blagoveshchensky V.G., Krylova L.A. Application of the object-oriented programming method to control the quality indicators of confectionery products. // Confectionery and bakery production. 2018. No. 5-6 (176). P. 21-23.

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАНДАРТЫ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

В.С. Блаженев, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Алмали Ахмед Аднан  
Латиф

Кафедра КБ-1 «Защита информации», РТУ «МИРЭА», г. Москва

Аннотация. Рассмотрен подход к регулированию и стандартам безопасности в сфере промышленного комплекса. Приведены примеры стандартов, дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: безопасность, стандарты, промышленный комплекс, защита информации.

## **REGULATION AND SAFETY STANDARDS IN THE INDUSTRIAL COMPLEX**

V.S. Blazhenov, Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab H., Almali Ahmed Adnan  
Lateef

Department of Information security, RTU MIREA, Moscow

Abstract. An approach to the regulation and safety standards in the industrial complex is considered. Examples of standards are given and their brief characteristics are provided.

Keywords: safety, standards, industrial complex, information protection.

Промышленный комплекс является одной из ключевых отраслей экономики многих стран, обеспечивающей технологическое развитие и устойчивый экономический рост. В условиях глобализации, изменения климата, а также изменения политической обстановки вопрос безопасности в промышленном комплексе становится все более актуальным. Регулирование и стандарты безопасности играют важную роль в обеспечении стабильной работы и качества продукции промышленного комплекса.

В настоящее время практически каждое производство имеет собственную ИТ-инфраструктуру, которая требует непрерывного обеспечения информационной безопасности. Метрики, по которым будут определяться критерии защищенности и степень их выполнения, описываются в различных документах. В перечень этих документов могут входить как нормативные и нормативно-правовые акты, так и внутренние стандарты компаний, которые конкретизируют общую документацию.

Исходя из вышесказанного можно утверждать, что для обеспечения требуемого уровня безопасности, следует провести исследование широкого набора стандартов, соответствующих отрасли и общих стандартов для построения системы информационной безопасности.

Система регулирования безопасности в промышленном комплексе включает в себя как международные, так и национальные нормы и стандарты. На международном уровне важную роль играют такие организации, как Международная организация по стандартизации (ISO) и Международная электротехническая комиссия (IEC). Эти организации разрабатывают рекомендации и практические руководства, которые помогают странам адаптировать свои законодательства к международным требованиям. На национальном уровне регулирование безопасности в промышленном комплексе осуществляется через различные государственные структуры и министерства, которые разрабатывают законы и постановления, касающиеся производства, переработки и продажи промышленных товаров. Стандарты безопасности в промышленном комплексе определяют несколько ключевых аспектов:

— Безопасность процесса производства

Данный аспект объединяет все меры по защите процесса производства и обеспечения информационной безопасности компании, осуществляющей деятельность в составе агропромышленного комплекса.

— Безопасность продукции (товаров)

В России одним из основных документов, регламентирующих безопасность продукции в промышленности, является Федеральный закон «О техническом регулировании». Данный закон устанавливает требования к производственным процессам, контроль за качеством и безопасностью продукции, а также ответственность за нарушение норм.

Начальным шагом для обеспечения информационной безопасности можно назвать проектирование и создание системы менеджмента информационной безопасности (далее - СМИБ) в организации. Требования и меры по созданию и поддержанию СМИБ устанавливаются в семействе международных стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 27000, которое состоит из множества документов, рассмотрим некоторые из них.

— ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021.

Стандарт устанавливает общие требования по созданию, внедрению, поддержке и постоянному улучшению СМИБ в контексте деятельности организации. Стандарт также содержит требования по оценке и обработке рисков информационной безопасности с учетом потребностей организации.

— ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2021

В настоящем стандарте содержатся рекомендации по созданию и практическому использованию в организации СМИБ, включая вопросы выбора, внедрения и применения полноценного набора мер обеспечения ИБ, соответствующих совокупности имеющихся в данной организации рисков ИБ.



— ГОСТ Р ИСО/МЭК 27003-2021

Настоящий стандарт содержит руководство по реализации требований к СМИБ, приведенных в ИСО/МЭК 27001, и предоставляет рекомендации, возможности и допустимое действие в отношении этих требований.

Данное семейство стандартов содержит множество документов, представленные в данной статье документы являются основными, но в случае возникновения вопросов по содержанию мер или требований существует возможность обратиться к прочим представителям семейства этих стандартов. В процессе проектирования и создания СМИБ следует учитывать такое характерное условие компаний промышленного комплекса, как бизнес-ориентированность. Достижение равномерно высокой зрелости информационной безопасности по всем бизнесам компании может потребовать итерационного подхода к разработке СМИБ и составления бизнес-ориентированной модели СМИБ.

### **Выводы**

Регулирование и стандарты безопасности имеют большое влияние на построение процессов в компаниях промышленного комплекса. Однако, несмотря на обширность нормативной базы, каждый случай требует индивидуального подхода к использованию описанных в стандартах мер и способов их реализации.

### **Список литературы**

1. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=242006>.
2. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=1&year=2015&search=27002&id=240766>.
3. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ГОСТ Р ИСО/МЭК 27003-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=496&month=3&year=2015&search=%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%82&id=240709>.

### **References**

1. Official website of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology GOST R ISO/IEC 27001-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=242006>.
2. Official website of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology GOST R ISO/IEC 27002-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=1&year=2015&search=27002&id=240766>.
3. Official website of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology GOST R ISO/IEC 27003-2021. URL: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=496&month=3&year=2015&search=%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%82&id=240709>.

## **ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В СФЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА**

А.В. Виноградский, Мустафа Абдулкадим Аль-Амиди Дхаир, Аль-Судани Зайд  
Али Хуссейн

Кафедра «Защита информации», РТУ «МИРЭА», г. Москва

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные проблемы безопасности при применении технологии интернета вещей в сфере производства, а также возможные негативные последствия, которые могут быть вызваны данными проблемами.

Ключевые слова: умное производство, технологии в промышленности, интернет вещей, IoT.

## **SECURITY PROBLEMS OF THE INTERNET OF THINGS IN THE FIELD OF PRODUCTION**

A.V. Vinogradskiy, Mustafa Abdulkadhim Al-Ameedee Dhahir., Al-Soudany Zaid  
Ali Hussein

Department of Information security, RTU MIREA, Moscow

Abstract. This article discusses the main security problems in the application of Internet of Things technology in the field of production, as well as possible negative consequences that may be caused by these problems.

Keywords: smart manufacturing, industrial technologies, Internet of things, IoT.

Интернет вещей (IoT), как технология стремительно проникает в различные отрасли и сферы. Идея создания “умного производства”, а также использования “умных” устройств в сфере промышленного производства уже давно не является чем-то новым. Умные сенсоры, устройства мониторинга и автоматизированные системы управления могут значительно повысить эффективность в промышленности. Технология Интернета вещей способна значительно упростить многие процессы в сфере производства различных продуктов, но также данная технология создаёт большой простор для проблем с информационной безопасностью. В данной статье будут рассмотрены основные проблемы, связанные с безопасностью IoT в сфере производства.

Уязвимости устройств – одна из основных проблем, свойственных технологии интернета вещей. Здесь серьёзную роль играет экономия производителей на безопасности. Заинтересованность производителей в первой очереди в разработке устройств за наименьшую себестоимость в кратчайшие сроки. Так как такой продукт направлен на массового потребителя, не погруженного в вопросы

безопасности, большинство производителей просто пренебрегают внедрением достаточных ресурсов и систем безопасности, в силу их дороговизны. По тем же причинам многие устройства интернета вещей имеют ограниченные ресурсы, что затрудняет последующее внедрение сложных механизмов защиты. Часто они используют устаревшие операционные системы или программное обеспечение с известными уязвимостями. Это делает их легкой мишенью для злоумышленников, которые могут получить доступ к системам управления и манипулировать ими. Данная проблема особенно актуальна на крупных промышленных предприятиях, где нарушение работы даже одного устройства может сильно повлиять на важные процессы.

Сбор и передача данных – это одни из ключевых аспектов работы IoT в производстве. Безопасность этих данных закономерно часто оказывается под угрозой. Исходя из слабой защищенности и значительных объёмов информации в IoT-системах, технология представляет большую область для возможных утечек информации. Такая информация, как характеристики продукта, условия обработки или данные контроля качества могут быть перехвачены, что может привести к утечке ценной информации. Всё это может привести к промышленному шпионажу со стороны конкурентов и даже к последующим финансовым потерям для производителя.

Существуют также серьёзные инфраструктурные риски. Интернет вещей в производстве зависит от сложной инфраструктуры, включающей в себя облачные сервисы и локальные сети. Атаки на эти инфраструктуры могут привести к серьёзным сбоям в работе, как отдельных устройств, так и целой экосистемы. Самым простым примером послужит ситуация, если злоумышленники получают доступ к центральной системе управления экосистемой, тогда они могут отключить важные датчики или коммуникации, что может испортить целые партии продукта.

Очевидным решением для обеспечения безопасности является создание нормативов, которым должны соответствовать IoT-системы. В сфере IoT существует проблема отсутствия законодательных актов, норм, стандартов и правил. На данный момент практически отсутствуют стандарты и законодательные акты, которые могли бы урегулировать процесс создания безопасных устройств и их внедрения. Что крайне затрудняет оценку рисков и выработку общих рекомендаций по защите. То же самое применимо и к процессу построения IoT-инфраструктур в производственной сфере, из-за чего крайне сложно обеспечить должный уровень безопасности даже на крупном предприятии. Без четких регуляторных норм и стандартов, производители рискуют сталкиваться с различными угрозами, которые могут привести к потере данных или даже саботажу операций.

Одной из актуальных проблем также является проблема совместимости устройств. Существует большое разнообразие устройств и протоколов связи, используемых в IoT. Из-за такого разнообразия, а также отсутствия нормативов и стандартов по построению IoT-систем образуются серьёзные проблемы для совместимости устройств, а также интеграции новых. Все эти факторы также затрудняют интеграцию систем безопасности и могут создавать «белые пятна»,

которые злоумышленники могут использовать для своих атак. Без стандартов безопасности и сертификации устройства могут оказаться уязвимыми.

Как и любая экосистема, IoT требует постоянного обслуживания и обновления. Данная концепция относительно нова и специалистов в области данной технологии недостаточно, при этом существующим специалистам часто не хватает знаний в области информационной безопасности, из-за чего даже настроенная правильно система может иметь множество проблем с безопасностью. Проблема обслуживания вызвана не только недостатком квалифицированных специалистов, но и сложностями с обеспечением безопасности ПО и при дальнейшем обновлении IoT-устройства. На данный момент только растёт количество выпускаемых решений для IoT. Отсюда следует и следующая проблема - обеспечить безопасность при установке обновлений к IoT достаточно сложно, как правило специфика пользовательских интерфейсов, доступных пользователям, не позволяет использовать традиционные механизмы обновления.

Необходимо также учитывать и социальные аспекты внедрения IoT в производство. Большинство работников не имеют должных знаний и компетенций при работе с технологиями интернета вещей. Этот фактор также часто усугубляется отсутствием необходимых мероприятий и правил в условиях производственного сектора. Отсутствие правил и политики безопасности при работе с IoT-устройствами вызывают значительные проблемы и увеличивают вероятность человеческого фактора при работе с IoT-устройствами.

#### **Выводы**

Технологии IoT предоставляют большой спектр возможностей для реализации полезных функций в сфере производства какого-либо продукта. Но несмотря на все преимущества, которые предоставляет интернет вещей в промышленной сфере, проблемы безопасности остаются актуальными и требуют значительного внимания. Концепция на данный момент, крайне слабо защищена, и проблемы, которые могут возникнуть в процессе её эксплуатации могут быть крайне серьёзны при применении её в сфере производства. Для решения этих проблем необходимо разрабатывать и внедрять комплексные меры по защите устройств и данных, обеспечивать обучение сотрудников и проведение соответствующих мероприятий в области кибербезопасности и сотрудничать с производителями оборудования для улучшения безопасности их продуктов. Только так можно будет минимизировать риски и обеспечить устойчивое развитие IoT-технологий в сфере производства.

#### **Список литературы**

1. Федотов Н. Н. Форензика – компьютерная криминалистика. Москва : Юридический Мир, 2007. 432 с.
2. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей : учебное пособие по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» 11.03.02 – бакалавриат и 11.04.02 – магистратура. Самара: ПГУТИ, 2015. 136 с.

3. Nieto A., Rios R., Lopez J. IoT-Forensics Meets Privacy: Towards Cooperative Digital Investigations // Sensors. 2018. Vol. 18, issue 2. 492. doi:10.3390/s18020492.

### **References**

1. Fedotov N. N. Forensics – computer forensics. Moscow : Yuridicheskiy Mir, 2007. 432 p.

2. Roslyakov A.V., Vanyashin S.V., Grebeshkov A.Yu. Internet of Things : textbook in the field of training "Infocommunication technologies and communication systems" 03/11/02 – bachelor's degree and 04/11/02 – master's degree. Samara: PGUTI, 2015. 136 p.

3. Nieto A., Rios R., Lopez J. IoT-Forensics Meets Privacy: Towards Cooperative Digital Investigations // Sensors. 2018. Vol. 18, issue 2. 492. doi:10.3390/s18020492.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПОЛУЧЕНИЯ IQ-ВЫБОРКИ ПРИЕМНИКАМИ SDR ДЛЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ПЭМИ**

А.В. Волков<sup>1</sup>, Н.А. Науменко<sup>1</sup>, А.С. Кравченко<sup>2</sup>, С.Л. Сахаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (г. Воронеж)

Аннотация. В статье разработан математический аппарат получения IQ выборок для исследования методов обработки сигналов побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ) SDR-приемниками. Приведены математические модели, необходимые для точного извлечения синфазных и квадратурных составляющих сигналов, что позволит оценить риски утечки информации через технические каналы.

Ключевые слова: IQ выборка, программно-определяемое радио, побочные электромагнитные излучения, дискретизация сигнала, прямое преобразование Фурье.

## **MATHEMATICAL APPARATUS FOR OBTAINING IQ SAMPLES BY SDR RECEIVERS FOR PROCESSING COMPROMISING EMANATIONS**

A.V. Volkov<sup>1</sup>, N.A. Naumenko<sup>1</sup>, A.S. Kravchenko<sup>2</sup>, S.L. Saharov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> VUNTS of the Air Force “VVA named after Prof. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”  
(Voronezh)  
<sup>2</sup> Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov  
(Voronezh)

Abstract. In the article, a mathematical apparatus for obtaining IQ samples has been developed to study methods for processing signals of spurious compromising emanations by SDR receivers. The mathematical models necessary for the accurate extraction of common – mode and quadrature components of signals are presented, which will allow assessing the risks of information leakage through technical channels.

Keywords: IQ sampling, software-defined radio, compromising emanations, signal sampling, direct Fourier transform.

Актуальность данной статьи обусловлена возросшей ролью программно-определяемых радиосистем (SDR) в перехвате и анализе радиосигналов, включая побочные электромагнитные излучения [1], которые могут быть использованы злоумышленниками для получения конфиденциальной информации. В условиях быстрого развития технологий цифровой обработки сигналов и их доступности, особенно для непрофессионалов, возникает необходимость глу-

бокого изучения физических основ получения IQ выборок и разработки методов защиты технических каналов утечки информации.

В работе авторы указывают на существующую проблематику точности и достоверности получения IQ выборок в контексте анализа сложных радиочастотных сигналов [2]. Современные методы обработки сигналов, основанные на цифровой дискретизации и прямом преобразовании Фурье, требуют глубокого понимания физических основ электромагнитных процессов для корректного извлечения синфазных и квадратурных составляющих сигналов. Задача точного и эффективного извлечения синфазных (I) и квадратурных (Q) составляющих радиосигналов для дальнейшей цифровой обработки решалась с помощью аналогово-цифровых преобразователей и традиционных супергетеродинных приемников. Однако данный подход ограничивал точность и гибкость обработки сигналов. С появлением технологии SDR (программно-определяемого радио) и улучшенных алгоритмов цифровой обработки стало возможным получать IQ выборки с высокой точностью в реальном времени. Главной технической задачей в этой области является правильная интерпретация и обработка сигналов с использованием математических моделей, основанных на физических свойствах электромагнитных волн [3].

Целью статьи является разработка математического аппарата получения IQ выборки, для исследования методов обработки сигналов побочных электромагнитных излучений в SDR-приемниках.

Применяя математические методы обработки сигналов ПЭМИ, злоумышленник может получить доступ к данным, передаваемым по техническим каналам. Основная задача злоумышленника – измерить токи, индуцированные побочными электромагнитными излучениями, и интерпретировать их, как информацию о передаваемом сигнале. Для этого применяются такие методы, как преобразование Фурье и свертки. Например, используя преобразование Фурье, можно вычислить частотный спектр сигнала и его компоненты, которые можно анализировать для оценки содержимого информации. Одной из важнейших задач в данной области является правильная интерпретация сигналов  $I(t)$  и  $Q(t)$  полученных при дискретизации, поскольку они являются базисом для синфазных и квадратурных составляющих, которые формируют IQ выборку.

Злоумышленник может использовать SDR приемники для получения данных в реальном времени. Например, сигналы  $I(t)$  и  $Q(t)$ , характеризующие амплитуду и фазу сигнала, могут быть обработаны при помощи специальных программ (TempestSDR), свободно скачиваемых в сети «Интернет». Применение таких SDR систем делает процесс дешифрования более простым и доступным даже для неквалифицированных пользователей.

Процесс получения IQ выборки основан на принципе цифровой дискретизации аналогового сигнала, который предварительно был преобразован с помощью гетеродина или преобразователей частоты. В основе SDR лежит принцип синхронного приема сигнала, при котором входящий радиосигнал разделяется на две составляющие – синфазную  $I(t)$  и квадратурную  $Q(t)$ . Эти составляющие связаны с фазой и амплитудой входного сигнала, и их правильное из-

влечение и интерпретация имеет решающее значение для последующей обработки.

В системах с прямым преобразованием сигналы синфазных и квадратурных компонент получают путем умножения входного радиосигнала на сигналы, сдвинутые на 90 градусов. Это можно описать математически как два процесса умножения. Синфазная составляющая  $I(t)$  определяется как:

$$I(t) = A(t) \cdot \cos(\varphi(t)), \quad (1)$$

где  $A(t)$  – амплитуда сигнала, а  $\varphi(t)$  – фаза. Квадратурная составляющая определяется как:

$$Q(t) = A(t) \cdot \sin(\varphi(t)). \quad (2)$$

После этого обе составляющие оцифровываются с определенной частотой дискретизации, которая выбирается в соответствии с теоремой Найквиста, чтобы предотвратить потерю данных при преобразовании аналогового сигнала в цифровой. Полученные выборки  $I_n$  и  $Q_n$  передаются в компьютер для дальнейшей цифровой обработки, где они могут быть использованы для восстановления исходных данных или проведения глубокого анализа сигналов. Однако, важно учитывать, что данные, передаваемые по техническим каналам, могут быть уязвимы для злоумышленников. Особенно это касается побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ), которые могут нести в себе информацию о исходном сигнале.

Рассмотрим физические основы, лежащие в основе процесса получения IQ выборок. Для этого подключим к проводу  $A$  генератор сигналов, который модулирует данные  $I(t)$  так, что ток в проводе в момент времени  $t$  можно записать как  $x(t) = I(t)\sin(2\pi f_c t)$ , где  $f_c$  – несущая частота. Согласно уравнениям Максвелла [1] изменение тока в проводе  $A$  будет создавать вокруг него переменное магнитное поле. Пусть провод  $B$  лежит параллельно проводу  $A$ , тогда переменное магнитное поле от провода  $A$  будет образовывать переменный ток в проводе  $B$ . Злоумышленник может измерить ток в проводе  $B$ , как функцию времени  $\hat{x}(t) = \hat{I}(f_c) \cdot I \cdot \sin(2\pi f_c t + \varphi(f_c))$ , где  $\hat{I}(f_c)$  – затухание пиковой амплитуды,  $\varphi(f_c)$  – разность фаз. Значения данных величин зависят от емкости между проводами  $A$  и  $B$  и их сопротивления. Злоумышленник обнаружив, напряженность электромагнитного поля на частоте  $f_c$ , потенциально может провести оценку сигнала  $I(t)$ . Этим примером можно показать, что ПЭМИ это непреднамеренный сигнал, индуцированный в эфир, за счет изменения параметров первичного сигнала, который содержит информацию о исходном сигнале.

Рассмотрим, случай применения сложных сигналов на основе прямого преобразования Фурье

$$G(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \cdot e^{-2\pi jft} dt \quad (3)$$

и обратного преобразования Фурье

$$g(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(f) \cdot e^{-2\pi jft} df. \quad (4)$$



Сигнал вида  $x(t) = \sin(2\pi f_c t)$  приведет к всплескам  $X(f) = \frac{1}{2i} [\delta(f - f_c) - \delta(f + f_c)]$  при  $X(-f_c)$  и  $X(f_c)$ , поскольку  $X(f) = 0$ .

Запишем дельта-функцию Дирака

$$\delta(t) = \begin{cases} +\infty, & x = 0 \\ 0, & x \neq 0. \end{cases} \quad (5)$$

Дельта функция Дирака обладает свойством «просеивания», так что при умножении на функцию  $g(t)$  она выделит

$$\int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \cdot \delta(t - T) dt = g(T). \quad (6)$$

С учетом этого при перемножении функции  $g(t)$  на гребенчатую функцию Дирака (периодическое распределение Шварца, построенное из дельта-функций) которое можно представить в виде:

$$\text{Ш}_T(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT) = \frac{1}{T} \text{Ш}\left(\frac{t}{T}\right). \quad (7)$$

можно получить бесконечное число дельта-функций Дирака, повторяющихся через регулярные промежутки времени  $T$ . Поэтому мы можем «сэмплировать» (провести дискретизацию) функцию  $x(t)$  в моменты времени  $T$ , умножая ее на гребенчатую функцию Дирака, что приведет к получению дискретных выборок из  $x(t)$  через регулярные интервалы ...,  $x(-2T)$ ,  $x(-T)$ ,  $x(0)$ ,  $x(T)$ ,  $x(2T)$ ,...

Свертку на основе гребенчатой функции Дирака двух функций можно представить в виде

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) g(t - \tau) d\tau. \quad (8)$$

Чтобы проиллюстрировать, как работает свертка, рассмотрим свертку функции  $x(t)$  с дельта-функцией Дирака

$$(\{x(t)\} * \{\delta(t - T)\})(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \delta(t - \tau - T) d\tau = x(t - T). \quad (9)$$

В результате получается новая функция  $x(t - T)$ , которая является сдвинутой относительно  $x(t)$  на время  $T$ .

Простой аналогово-цифровой преобразователь будет измерять напряжение в проводе, производя  $f_s$  выборок в секунду (частота дискретизации), что говорит о появлении выборки каждые  $t_s = \frac{1}{f_s}$ . Он преобразует аналоговый сигнал  $x(t)$  в серию выборок. Математически это можно представить как умножение непрерывной функции  $x(t)$  на гребенчатую функцию Дирака

$$\hat{x}(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(t) \delta(t - kT) = x(t) \cdot \text{Ш}_T(t). \quad (10)$$

Если необходимо обнаружить сигнал, содержащий частотные компоненты от 0 до  $f_{max}$ , то согласно теореме Найквиста о дискретизации частота выборки должна соответствовать  $f_s > 2f_{max}$ . Однако, при приеме ограниченного по полосе сигнала от  $f_{min}$  до  $f_{max}$ , можно использовать локальный осциллятор, работающий на частоте  $f_{LO} = \frac{f_{min} + f_{max}}{2}$ . Осциллятор генерирует сигнал

$A_{LO} \cdot \cos(2\pi f_{LO}t)$ . Например, если выходной сигнал локального генератора перемножается с входящим радиосигналом  $x(t) = A(t)\cos(2\pi f_c t)$  при  $A_{LO} = 2$ , то

$$\begin{aligned} x(t) \cdot A_{LO} \cos(2\pi f_{LO}t) &= A(t) \cos(2\pi f_c t) \cdot 2 \cos(2\pi f_{LO}t) = \\ &= A(t) \cos(2\pi(f_c + f_{LO})t) + A(t) \cos(2\pi(f_c - f_{LO})t). \end{aligned} \quad (11)$$

Получается линейная комбинация двух сигналов с частотами, называемыми частотами гетеродинов – суммой и разностью между локальным осцилятором и входящей частотой. Далее применяя фильтр промежуточной частоты (ПЧ) один из сигналов может быть отправлен на дальнейшую обработку.

Данный подход широко используется при приеме АМ-сигналов, однако он не позволяет однозначно определить фазу входящей волны. Выход из сложившейся ситуации будет заключаться в умножении входящего радиочастотного сигнала на сдвинутый по фазе  $90^\circ$  сигнал локального генератора.

$$\begin{aligned} -x(t) \cdot A_{LO} \sin(2\pi f_{LO}t) &= -A(t) \cos(2\pi f_c t) \cdot 2 \sin(2\pi f_{LO}t) = \\ &= -A(t) \sin(2\pi(f_c + f_{LO})t) + A(t) \sin(2\pi(f_c - f_{LO})t). \end{aligned} \quad (12)$$

Предположим, что  $\varphi(t) = 2\pi(f_c - f_{LO})t$ , тогда с учетом выражений (11) и (12), после применения полосового фильтра можно получить синфазные  $I(t)$  и квадратурные  $Q(t)$  составляющие

$$\begin{aligned} I(t) &= A(t)\cos(\varphi(t)) \\ Q(t) &= A(t)\sin(\varphi(t)). \end{aligned} \quad (13)$$

При дискретизации данных непрерывных сигналов получим результирующие выборки

$$\begin{aligned} I_n &= A_n \cos(\varphi_n) \\ Q_n &= A_n \sin(\varphi_n). \end{aligned} \quad (14)$$

Данные отчеты сигналов  $I_n$  и  $Q_n$  определяют основные принципы работы SDR-приемников, и означают синфазную и квадратурную составляющую сигналов. После получения IQ отчеты поступают на компьютер с частотой дискретизации  $f_s$  для дальнейшей цифровой обработки.

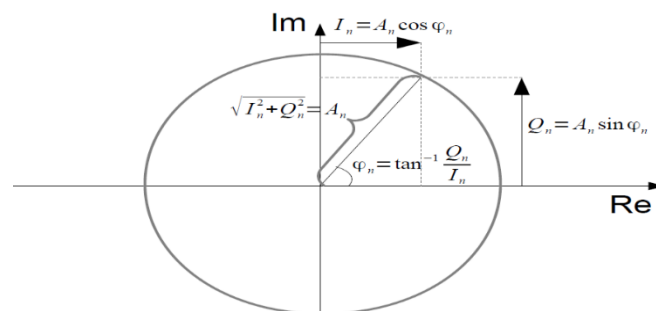


Рисунок 1 – Графическое представление IQ отчетов в комплексной плоскости

Возвращаясь к практическим аспектам, описанные математические модели используются на практике на примере популярных SDR приемниках такие как HackRF, USRP B200, или RTL-SDR, позволяющие не только упростить

процесс получения IQ выборки, но и сделать его более гибким и масштабируемым. Одним из ключевых преимуществ SDR является возможность изменения частоты приема и обработки сигналов программным способом, что открывает широкие возможности для исследований в различных диапазонах частот.

В отличие от традиционных супергетеродинных приемников, SDR позволяет пользователям изменять параметры приема сигнала без необходимости замены аппаратных компонентов. Это достигается за счет использования программных средств, которые выполняют большинство задач по обработке сигнала. Например, такие инструменты, как GNURadio и TempestSDR, позволяют злоумышленникам дешифровать сигналы, полученные с SDR устройств, что делает их особенно опасными для информационной безопасности [2].

Таким образом, в данной статье был представлен математический аппарат получения IQ выборок в системах SDR. Показаны ключевые математические принципы, лежащие в основе этого процесса, а также показано, как современные SDR устройства могут использоваться для захвата и анализа радиочастотных сигналов. Понимание принципов работы с IQ выборками и их физической природы позволяет более точно оценивать возможные риски, связанные с утечкой информации через побочные электромагнитные излучения.

### Список литературы

1. Булычев, О.А. Техническая защита информации: учеб. пособие / О.А. Булычев, А.В. Волков, Р.И. Рюмшин; ВУНЦ ВВС «ВВА». – Воронеж, 2016. – 364 с.
2. Волков, А.В. Перехват ПЭМИ на основе использования технологии SDR / А.В. Волков, Н.А. Науменко // Сб. ст. по материалам XI научно-практической конференции «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина». – Воронеж. – 2024. – С. 339-343.
3. Шипилова Е.А., Платонов А.А., Равлык Р.Ф., Господ А.А. Математическое моделирование и программная реализация процесса управления обеспечением безопасности полетов и деятельностью авиационного персонала // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 100-109.

### References

1. Bulychyov, O.A. Technical protection of the information: studies. The manual / O.A. Bulychyov, A.V. Volkov, R.I. Rumshin; ВУНЦ the Air Forces «ВВА». - Voronezh, 2016. - 364 p.
2. Volkov, A.V. Interception compromising emanations on the basis of usage of technology SDR / A.V. Volkov, N.A. Naumenko //a Sat. The item on materials of XI scientifically-practical conference «Youth readings of storage of Yu.A. Gagarin». – Voronezh. –2024. – pp. 339-343.
3. Shipilova E.A., Platonov A.A., Ravlyk R.F., Lord A.A. Mathematical modeling and software implementation of the process of managing flight safety and the activities of aviation personnel // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 2. – P. 100-109.

## **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В PHP С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PCNTL\_SIGNAL**

В.А. Головин, А.А. Андриюшин  
5vladislasv5@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассмотрены возможности применения PHP для обработки цифровых сигналов с использованием функции `pcntl_signal`. Исследованы методы управления сигналами и возможности их обработки, что позволяет создавать многозадачные приложения. Статья демонстрирует, что PHP может успешно использоваться для цифровой обработки сигналов в задачах, требующих простоты в реализации и способности реагировать на сигналы в реальном времени.

Ключевые слова: цифровая обработка сигналов, PHP, `pcntl_signal`, параллельные процессы, реальное время.

## **DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN PHP USING PCNTL\_SIGNAL**

V.A. Golovin, A.A. Andryushin  
5vladislasv5@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper explores the possibilities of using PHP for digital signal processing through the `pcntl_signal` function. It examines signal management methods and their processing capabilities, enabling the creation of multitasking applications. The article demonstrates that PHP can be effectively used for digital signal processing in tasks requiring simplicity in implementation and the ability to respond to real-time signals.

Keywords: digital signal processing, PHP, `pcntl_signal`, parallel processes, real-time.

### **Введение**

Цифровая обработка сигналов (или просто ЦОС) — это способ, как можно работать с сигналами. Например, когда мы слушаем музыку через интернет или смотрим видео, это тоже обработка сигналов. Она важна и в более сложных штуках, например, в мед. устройствах и на заводах. Смысл ЦОС — брать некий сигнал, менять его, если нужно, и получать что-то полезное. Для этого часто делают всякие вычисления, например, измеряют шум или применяют математические приёмы, чтобы достать из сигнала то, что нужно.

Работа с сигналами часто требует быстроты, буквально в реальном времени. Это важно в местах, где нужна точность, например, в медицине или ав-

томатике. Ведь если задержка будет даже на долю секунды, результат может отличаться и, возможно, не понравится.

Почему обычно для ЦОС берут другие языки

Часто для работы с сигналами программисты выбирают такие языки, как С и С++. Это потому, что они дают возможность делать операции быстро и точно управлять ресурсами. Например, в роботах любая небольшая задержка может сбить точность движений. Конечно, такие языки требуют больше времени на программирование, но зато они дают то, что нужно для задач, где важна точность и скорость.

PHP и работа с сигналами

Сейчас начали обращать внимание и на другие языки, например, на PHP. Хотя PHP часто используется для создания сайтов, у него есть функции, которые помогают работать с сигналами. Одна из таких функций — это `pcntl_signal`. Она даёт возможность PHP принимать и обрабатывать сигналы, которые посылает операционная система.

Например, с помощью `pcntl_signal` PHP может реагировать на сигналы SIGTERM (сигнал, чтобы завершить работу) и SIGHUP (сигнал для перезагрузки). Это значит, что программы на PHP могут адаптироваться под разные ситуации, например, корректно завершить работу или обновить настройки.

Основные этапы в обработке сигнала

Для работы с цифровыми сигналами есть несколько шагов, которые нужны, чтобы получить нужный результат:

Перевод аналогового сигнала в цифровой (АЦП). Это нужно, чтобы работать с сигналом как с набором чисел.

Предварительная обработка. Здесь убирают шумы и исправляют искажения.

Основная обработка. Тут уже делают вычисления, например, преобразование Фурье, чтобы выделить частоты.

Финальная обработка и вывод. Тут либо выводят данные на экран, либо сохраняют для следующего шага.

Обратный перевод в аналоговый вид (ЦАП), если, например, нужно вывести звук на колонки.

Пример фильтрации шума с помощью PHP

Чтобы убрать шум в простых случаях, можно усреднять значения.

```

function filter_noise($signal) {
    $filtered_signal = [];
    for ($i = 1; $i < count($signal) - 1; $i++) {
        $filtered_signal[] = ($signal[$i - 1] + $signal[$i] + $signal[$i + 1]) / 3;
    }
    return $filtered_signal;
}

$raw_signal = [10, 15, 10, 12, 14, 13];
$clean_signal = filter_noise($raw_signal);
print_r($clean_signal);

```

Рисунок 1 – Пример усреднения значений

Этот метод позволяет сгладить шум, делая сигнал более "чистым".

Использование `pcntl_signal` для сигнала SIGTERM

`pcntl_signal` помогает программе на PHP срабатывать на сигналы от устройств. Вот пример работы с сигналом SIGTERM:

```

declare(ticks=1);

function завершение() {
    echo "Программа завершает работу...\n";
    exit;
}

pcntl_signal(SIGTERM, "завершение");

while (true) {
    // Основной процесс программы
}

```

Рисунок 2 – Корректное завершение программы

Обработка разных сигналов

Иногда надо обрабатывать несколько сигналов, например, завершение и перезагрузку настроек:

```

declare(ticks=1);

function завершение() {
    echo "Процесс завершает работу...\n";
    exit;
}

function перезагрузка() {
    echo "Настройки перезагружаются...\n";
}

pcntl_signal(SIGTERM, "завершение");
pcntl_signal(SIGHUP, "перезагрузка");

while (true) {
    // Основной процесс программы
}

```

Рисунок 3 – Завершение и перезагрузка настроек

В этом примере сигнал SIGTERM завершает процесс, а SIGHUP — перезагружает настройки, что удобно для серверных программ.

#### Параллельная работа с сигналами

Некоторые приложения требуют, чтобы программа не прерывалась, даже если поступают сигналы. Для этого можно создать несколько процессов с `pcntl_fork`:

```

declare(ticks=1);

for ($i = 0; $i < 3; $i++) {
    $pid = pcntl_fork();

    if ($pid == -1) {
        die("Не удалось создать процесс");
    } elseif ($pid == 0) {
        echo "Дочерний процесс выполняет задачу $i\n";
        sleep(2);
        exit(0);
    }
}

while (pcntl_waitpid(0, $status) != -1);

```

Рисунок 4 – Создание процесса `pcntl_fork`

В этом примере основной процесс создает три дочерних, и каждый выполняет свою задачу.

### Заключение

Функция `pcntl_signal` в PHP даёт программистам возможность работать с сигналами. Хотя PHP редко используется для обработки сигналов, его функции для выполнения нескольких задач и реакции на события позволяют использовать его для создания многозадачных приложений. Так что `pcntl_signal` делает PHP более гибким.

### Список литературы

1. Оппенхайм, А.В. Цифровая обработка сигналов / А.В. Оппенхайм, Р.У. Шафер // Практическое руководство для инженеров. – М.: Пирсон, 2010. – С. 125-139.
2. Лайонс, Р.Г. Основы цифровой обработки сигналов / Р.Г. Лайонс. – М.: Вильямс, 2011. – 384 с.
3. Прокис, Дж.Г. Принципы цифровой обработки сигналов / Дж.Г. Прокис, Д.Г. Манолакис // Технология обработки сигналов: Теория и практика. – М.: Пирсон, 2006. – С. 72-89.
4. Миллер, Д. Паттерны проектирования в PHP / Д. Миллер, С. Досс // Программирование PHP. – М.: О’Рейли, 2013. – С. 47-59.
5. Зольников К.В., Гамзатов Н.Г., Евдокимова С.А., Потапов А.В., Допира Р.В., Кучеров Ю.С., Яночкин И.Е., Стоянов С.В., Плотников А.М. Моделирование процессов в полупроводниковых структурах при радиационном воздействии // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 106-127.
6. Кривобоков Н.В., Сазонова С.А., Акамсина Н.В. Численное моделирование технического состояния конструкций каркасного здания // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 52-66.
7. Журавлева И.В., Попова Е.А. Полупроводниковые технологии для реализации радиационно-стойких СБИС // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 44-52.

### References

1. Oppenheim, A.V. Digital Signal Processing / A.V. Oppenheim, R.W. Schafer // Practical Guide for Engineers. – Moscow: Pearson, 2010. – pp. 125-139.
2. Lyons, R.G. Fundamentals of Digital Signal Processing / R.G. Lyons. – Moscow: Williams, 2011. – 384 p.
3. Proakis, J.G. Principles of Digital Signal Processing / J.G. Proakis, D.G. Manolakis // Signal Processing Technology: Theory and Practice. – Moscow: Pearson, 2006. – pp. 72-89.
4. Miller, D. Design Patterns in PHP / D. Miller, S. Doss // PHP Programming. – Moscow: O’Reilly, 2013. – pp. 47-59.



5. Zolnikov K.V., Gamzatov N.G., Evdokimova S.A., Potapov A.V., Dopira R.V., Kucherov Y.S., Yanochkin I.E., Stoyanov S.V., Plotnikov A.M. Modeling Processes in Semiconductor Structures under Radiation Exposure // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 106-127.

6. Krivobokov N.V., Sazonova S.A., Akamsina N.V. Numerical Modeling of the Technical Condition of Frame Building Structures // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 52-66.

7. Zhuravleva I.V., Popova E.A. Semiconductor Technologies for Implementing Radiation-Hardened Integrated Circuits // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 44-52.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ ГАЗОДОБЫЧИ**

Д.С. Давыденко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье будут рассмотрены современные информационные сети, применяемые для управления и мониторинга на газодобывающих предприятиях.

Ключевые слова: газодобыча, автоматизация, технология связи, управление производством, автономные системы.

## **INFORMATION NETWORKS FOR THE MANAGEMENT AND MONITORING OF GAS PRODUCTION PROCESSES**

D.S. Davydenko

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article will consider modern information networks used for management and monitoring at gas production enterprises.

Keywords: gas production, automation, communication technology, production management, autonomous systems.

### **Введение**

Современная газодобывающая промышленность находится в процессе активной цифровой трансформации, направленной на повышение эффективности и безопасности процессов добычи, транспортировки и переработки природного газа. Важную роль в этом процессе играют информационные сети, которые обеспечивают сбор, передачу и обработку данных в режиме реального времени. Развитие технологий, таких как промышленный интернет вещей (IIoT), облачные вычисления и искусственный интеллект, открывает новые возможности для интеграции и оптимизации процессов на всех этапах производственной цепочки.

Информационные сети в газодобыче выполняют несколько ключевых функций: мониторинг работы оборудования, управление технологическими процессами, диагностика неисправностей, прогнозирование отказов, а также повышение безопасности сотрудников и объектов инфраструктуры. Они обеспечивают непрерывное поступление данных с датчиков, установленных на буровых платформах, трубопроводах, компрессорных станциях и других объек-

тах. На основе этих данных принимаются оперативные решения, которые позволяют минимизировать затраты, снизить аварийные риски и увеличить объемы добычи газа.

### **Современные информационные сети в газодобыче: технологии и инфраструктура**

Современные информационные сети в газодобыче представляют собой сложную инфраструктуру, обеспечивающую надежную передачу данных и управление процессами на удалённых и труднодоступных объектах. Одним из ключевых компонентов этой инфраструктуры является промышленный интернет вещей, который позволяет объединить различные устройства, датчики и оборудование в единую сеть. Благодаря ИИТ, данные о состоянии оборудования, показателях давления, температуры и других параметрах передаются в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения и оптимизировать производственные процессы. Внедрение ИИТ в газодобычу способствует повышению эффективности эксплуатации месторождений, снижению затрат и увеличению уровня безопасности.

Ещё одной важной технологией, применяемой в информационных сетях газодобывающих предприятий, являются облачные вычисления. Облачные платформы предоставляют возможность для хранения и обработки больших объемов данных, поступающих с объектов в реальном времени. Использование облачных сервисов позволяет централизовать управление данными и производственными процессами, а также предоставляет доступ к аналитическим инструментам для глубокой обработки и прогнозирования на основе машинного обучения. Благодаря облачным решениям компании могут значительно улучшить мониторинг производственных показателей и быстро адаптироваться к изменяющимся условиям.

Информационные сети в газодобыче включают разнообразные каналы передачи данных, такие как беспроводные сети (Wi-Fi, LTE, 5G), оптические линии связи и спутниковые системы. Выбор технологии передачи данных зависит от условий эксплуатации: беспроводные сети эффективны на месторождениях с компактной инфраструктурой, в то время как оптические линии и спутниковая связь обеспечивают надёжную передачу данных на больших расстояниях и в труднодоступных регионах. Эти технологии позволяют создавать интегрированные системы, которые обеспечивают устойчивую связь даже в экстремальных природных условиях, что крайне важно для удалённых объектов газодобычи.

### **Мониторинг и управление производственными процессами в газодобыче**

Мониторинг производственных процессов в газодобыче играет решающую роль в обеспечении безопасности и эффективности работы объектов. Современные системы мониторинга основаны на использовании большого числа датчиков, установленных на различных элементах инфраструктуры: скважинах, трубопроводах, компрессорных станциях и других объектах. Эти датчики в режиме реального времени передают данные о таких параметрах, как давление, температура, уровень газа и вибрации оборудования. Постоянный контроль

этих показателей позволяет выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях и предотвращать аварийные ситуации, что особенно важно на объектах с высоким уровнем риска. Автоматизированные системы также могут сигнализировать операторам о необходимости профилактического обслуживания оборудования, что снижает вероятность поломок и непредвиденных простоев.

Управление производственными процессами в газодобыче тесно связано с внедрением автоматизированных систем управления (АСУ). Такие системы позволяют операторам дистанционно контролировать и управлять производственными процессами, в том числе изменять параметры работы оборудования, регулировать потоки газа и оперативно реагировать на изменения в технологическом процессе. АСУ интегрируются с информационными сетями, собирающими данные с датчиков, что позволяет оптимизировать управление и минимизировать влияние человеческого фактора. В условиях удалённости большинства объектов газодобычи автоматизация играет ключевую роль в снижении эксплуатационных затрат и повышении скорости принятия решений, что в конечном итоге увеличивает общую эффективность производства.

Одна из ключевых задач современных систем управления заключается в автоматической адаптации производственных процессов к изменяющимся условиям. В этом процессе значительную роль играет машинное обучение и искусственный интеллект (ИИ). Системы на базе ИИ могут анализировать данные с объектов в реальном времени и предсказывать возможные неисправности или отклонения в работе оборудования. Прогностические модели помогают выявлять слабые места в процессе добычи газа, позволяя заранее планировать профилактические работы или замену оборудования, что минимизирует неожиданные простои и экономит ресурсы компании. Таким образом, внедрение ИИ в мониторинг и управление способствует более эффективному использованию производственных мощностей и улучшению финансовых показателей предприятий.

Кроме того, современные технологии мониторинга и управления играют важную роль в предотвращении аварийных ситуаций и повышении уровня безопасности на объектах. Внедрение систем анализа данных, полученных с различных датчиков, позволяет оперативно реагировать на потенциально опасные отклонения. Например, превышение уровня давления в трубопроводах или повышение температуры в компрессорных станциях могут быть своевременно выявлены, и система автоматически остановит оборудование для предотвращения аварии. Это особенно важно для объектов, расположенных в удалённых районах, где время на реакцию ограничено, а человеческое вмешательство может быть невозможным или затруднённым. Таким образом, автоматизированные системы мониторинга и управления значительно снижают риски для безопасности людей и окружающей среды, делая производство более устойчивым и надёжным.

### **Кибербезопасность в информационных сетях газодобывающей отрасли**

Кибербезопасность в информационных сетях газодобывающей отрасли становится всё более актуальной в связи с ростом цифровизации и автоматиза-

ции производственных процессов. Современные газодобывающие предприятия используют сложные сети для сбора, передачи и обработки данных, что делает их уязвимыми к кибератакам. Основные угрозы связаны с несанкционированным доступом к системам управления, что может привести к нарушению работы оборудования, утечке данных или даже к аварийным ситуациям на объектах добычи газа. В таких условиях важно обеспечивать надёжную защиту информационных систем, минимизируя риски вторжений и саботажа, что может нанести значительный ущерб как компаниям, так и национальной энергетической безопасности.

Одной из ключевых задач кибербезопасности в газодобыче является защита сетей от внешних атак и обеспечение безопасности удалённых объектов. Для этого применяются различные методы, такие как использование межсетевых экранов (фаерволов), системы обнаружения вторжений (IDS/IPS) и технологии шифрования данных. Шифрование играет критическую роль, особенно при передаче данных между удалёнными объектами, такими как буровые платформы, компрессорные станции и центральные серверы. Оно предотвращает перехват и несанкционированный доступ к критически важной информации. В условиях удалённости многих объектов газодобычи и их зависимости от спутниковых и беспроводных каналов связи, шифрование данных и управление доступом к информационным системам становятся ключевыми аспектами обеспечения безопасности.

Кроме технических мер, кибербезопасность в газодобывающей отрасли включает в себя организационные и нормативные аспекты. Компании разрабатывают комплексные стратегии кибербезопасности, которые включают регулярное обновление программного обеспечения, аудит безопасности сетевых решений и обучение сотрудников методам защиты данных. Особое внимание уделяется предотвращению инцидентов, связанных с человеческим фактором, таким как несанкционированный доступ или ошибки при работе с системами управления. Важным направлением также является разработка и внедрение планов реагирования на киберинциденты, что позволяет минимизировать последствия атак и быстрее восстановить работоспособность критически важных систем. В условиях постоянно меняющихся угроз защита информационных сетей требует комплексного подхода, охватывающего как технологические решения, так и управление безопасностью на всех уровнях производства.

### **Перспективы развития информационных сетей в газодобыче**

Важной перспективой также является дальнейшее развитие и внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) и анализа больших данных для повышения эффективности использования информационных сетей в газодобыче. ИИ будет всё активнее применяться для прогнозирования отказов оборудования, оптимизации процессов добычи и более точного планирования технического обслуживания. Также возрастёт роль автоматизации принятия решений на основе анализа данных, что позволит значительно снизить риски, связанные с человеческим фактором, и повысить общую надёжность работы предприятий. В долгосрочной перспективе информационные сети станут основой для создания "умных" газодобывающих объектов, где автономные системы смогут

управлять всеми процессами с минимальным участием человека, обеспечивая более устойчивое и экологичное производство.

Перспективы развития информационных сетей в газодобыче тесно связаны с дальнейшей интеграцией передовых технологий, таких как 5G, спутниковая связь нового поколения и ИИ. Одним из главных драйверов изменений станет внедрение сетей 5G, которые обеспечивают высокую скорость передачи данных, минимальные задержки и возможность подключения большого количества устройств. Эти возможности особенно важны для удалённых объектов газодобычи, где надёжная и быстрая связь с центральными узлами играет ключевую роль в эффективном управлении производственными процессами. Благодаря 5G станет возможным более широкое применение автономных систем, таких как беспилотные летательные аппараты (дроны) для мониторинга объектов или роботы для проведения технического обслуживания в сложных условиях.

### **Выводы**

В заключение, информационные сети играют всё более важную роль в развитии газодобывающей отрасли, способствуя повышению эффективности, безопасности и устойчивости производства. Современные технологии, такие как промышленный интернет вещей, облачные вычисления, 5G и спутниковая связь, позволяют интегрировать удалённые объекты в единую сеть, обеспечивая оперативный мониторинг и управление процессами в реальном времени. Внедрение автоматизированных систем управления и искусственного интеллекта значительно улучшает контроль за состоянием оборудования, снижает риски аварий и оптимизирует техническое обслуживание, что приводит к снижению затрат и увеличению производительности.

Тем не менее, с развитием цифровизации растёт и значимость кибербезопасности, так как информационные сети становятся уязвимыми к кибератакам и несанкционированному доступу. В будущем газодобывающие компании будут продолжать совершенствовать системы защиты данных и развивать технологии, которые позволят ещё больше автоматизировать процессы добычи газа, минимизировать вмешательство человека и повысить экологичность производства. Внедрение таких решений не только улучшит операционные показатели, но и станет важным шагом к созданию "умных" газодобывающих объектов, готовых к вызовам будущего.

### **Список литературы**

1. Новикова, Т.П. Разработка алгоритма и модели функционирования информационной системы для малого сельскохозяйственного предприятия / Т.П. Новикова, Т.В. Новикова, А.И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 53-58.
2. Moniz S., Silva R. Industrial IoT Applications in Oil and Gas: A Comprehensive Overview. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2020. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9096302/metrics#metrics>.

3. Fernandez, M., Gutierrez, J., Garcia, A. Cybersecurity in Oil and Gas Industry: Risks and Prevention. Energy Policy, 2019. – URL: <https://typeset.io/papers/cybersecurity-risk-management-frameworks-in-the-oil-and-gas-19n5wlsq?ysclid=m285gs7by9469745498>.

### References

1. Novikova, T.P. Development of an algorithm and a model of the functioning of an information system for a small agricultural enterprise / T.P. Novikova, T.V. Novikova, A.I. Novikov // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 4. – pp. 53-58.

2. Moniz, S., Silva, R. Industrial IoT Applications in Oil and Gas: A Comprehensive Overview. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2020. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9096302/metrics#metrics>.

3. Fernandez, M., Gutierrez, J., Garcia, A. Cybersecurity in Oil and Gas Industry: Risks and Prevention. Energy Policy, 2019. – URL: <https://typeset.io/papers/cybersecurity-risk-management-frameworks-in-the-oil-and-gas-19n5wlsq?ysclid=m285gs7by9469745498>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МЕДИЦИНЕ**

Д.Р. Брославский, М.С. Землянухин, В.Н. Палаткин  
maximkrabik96@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В последние годы тема виртуальной реальности все чаще поднимается в обсуждениях передовой медицины, а возможности ее внедрения в различные сферы деятельности неуклонно растут. В данной статье мы рассмотрим использование технологии виртуальной реальности в сфере медицины и медицинского обучения. При написании статьи, фокус внимания был сделан на применение технологии VR в таких направлениях, как хирургия, реабилитация, обучение студентов и персонала. Цель статьи - рассказать о перспективах технологии виртуальной реальности и способах её применения, так как технология виртуальной реальности постоянно совершенствуется, и с каждым годом появляется всё больше программного обеспечения и прикладных приложений, которые впоследствии способствуют спасению жизней людей.

Ключевые слова: виртуальная реальность, медицина, диагностика, обучение, VR.

## **APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES IN MEDICINE**

D.R. Broslavsky, M.S. Zemluanuhin, V.N. Palatkin  
maximkrabik96@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In recent years, the topic of virtual reality has increasingly surfaced in discussions on advanced medicine, and the potential for its application across various fields continues to grow steadily. This article examines the use of virtual reality technology in the field of medicine and medical training. The primary focus is on the application of VR technology in areas such as surgery, rehabilitation, and the training of students and staff. The goal of the article is to explore the prospects of virtual reality technology and its applications, as VR technology is constantly evolving, with more software and practical applications emerging each year, which ultimately contribute to saving lives.

Keywords: virtual reality, medicine, diagnostics, training, VR.

### **Введение**

На данный момент технология виртуальной реальности используется в множестве областей, что способствует росту доверия к ней и позволяет непрерывно совершенствовать её, добавляя всё больше функций и особенностей для улучшения опыта взаимодействия с этой технологией. Благодаря технологии



VR, профессиональные навыки людей, которые многие годы занимаются одним и тем же делом, могут оттачиваются до идеала и выйти на совершенно иной уровень. Если до внедрения VR сотрудник медицинского учреждения мог совершенствовать свои навыки только на пациентах, то теперь он не ограничен лишь несколькими операциями, а может моделировать их неограниченное количество раз. Это открывает огромные возможности для обучения, снижения риска ошибок и подчёркивает значимость виртуальной реальности. В настоящее время технология VR активно используется для обучения персонала и студентов медицинских вузов, повышения квалификации врачей, а также мониторинге заболеваний и отслеживания динамики медицинских процессов.

#### Материалы и методы

За последние 5 лет медицинский интерес к виртуальной реальности (VR) демонстрирует практически вертикальный рост, что связано с ее уникальными возможностями для моделирования, тренировки, реабилитации и диагностики. Для анализа этой зависимости можно использовать обширные библиотеки данных и научные публикации, которые могут предоставить статистику роста упоминаний и исследований, по ключевым словам, «Виртуальная реальность в медицине», «VR обучение хирургии», «Реабилитация VR». Многие научные базы позволяют выявить направления использования VR в медицине и проследить динамику изменения интереса.

#### Результаты

Основная цель виртуальной реальности - погрузить человека в смоделированный виртуальный мир, где полностью воссоздается ситуация из реальной жизни, что является важной технической особенностью данной технологии. Это позволяет человеку ощущать себя полностью вовлечённым в смоделированную ситуацию, где обычный пользователь или профессионал может отточить свои навыки и выработать автоматизм действий в зависимости от обстоятельств. Несмотря на схожую структуру VR-систем имеются существенные различия в аппаратном обеспечении, которое зависит от конкретных сфер применения. Например, для обучения студентов используются симуляторы, ориентированные на трёхмерную среду, а для повышения квалификации врачей требуются системы, позволяющие взаимодействовать с виртуальными инструментами и анатомией человека.

#### VR в обучении врачей и среднего медицинского персонала

Технология виртуальной реальности нашла своё применение и в сфере образования. С появлением обучающих симуляторов стало проще демонстрировать различные явления и процессы, которые в реальной жизни сложно воспроизвести. CGI- реконструкция позволяет студентам и пользователям изучать объекты, смоделированные в виртуальной реальности, в мельчайших подробностях.

В медицинских университетах также активно используют эту технологию, с ее помощью студенты могут наглядно изучить строение человеческого тела, включая скелет и нервную систему. Такой подход позволяет значительно

улучшить процесс обучения, что, в свою очередь, повышает уровень знаний будущих врачей. Виртуальная реальность является удобной альтернативой реальным объектам, так как позволяет взаимодействовать с виртуальными объектами практически как с настоящими – их можно поворачивать, приближать и преобразовывать.

Технология VR также показывает хорошие перспективы в обучении сотрудников МЧС и скорой помощи. С помощью VR-систем можно смоделировать несчастные случаи и проводить учения, воспроизведя сценарии, максимально приближенные к реальности, это значительно повышает уровень подготовки и практические навыки обучающегося.

### Хирургия

Сегодня уже никого не удивит использованием роботизированных рук при оперировании пациента – подобные технологии давно используется в медицинской сфере. В сравнении с ней, виртуальная реальность только начинает свой путь. VR-системы начинают использовать для помощи при операции, что позволяет повысить эффективность и точность действий хирурга. Кроме того, хирург может подготовиться к предстоящей операции, смоделировав ее ход в виртуальной реальности, что позволит сократить ее время и повысить шансы на успешное завершение. Особенностью VR-технологии в хирургии является система, которая позволяет хирургам чувствовать тактильную обратную связь: она воспроизводит ощущения при взаимодействии с виртуальным инструментом посредством обратной связи.

### Реабилитация с помощью виртуальной реальности

Реабилитация пациентов проходит в формате игры, и такие приложения помогают восстановить опорно-двигательные функции организма. В разработке подобных приложений преуспела компания «Nintendo», которая продолжает развивать и создавать новые видеоигры для реабилитации. Например, они выпустили игры «Wii Balance Board» и «Wii Fit», предназначенные для терапии пациентов с нарушением функциональности опорно-двигательного аппарата. Эти игры способствовали восстановлению нервных связей, ответственных за равновесие, и продемонстрировали проявление нейропластичности. Технология виртуальной реальности помогает мозгу адаптироваться и формировать новые связи между клетками, ускоряя процесс реабилитации.

### Выводы

Виртуальная реальность повышает уровень и качество заботы о пациентах, а также помогает врачам более эффективно лечить людей. Технология VR развивается быстро, и это демонстрирует ее востребованность в различных сферах.

Одной из основных проблем является недостаток медицинских центров, оснащенных необходимыми комплектующими для проведения операций с использованием виртуальной реальности. Хотя VR-технология пока находится на начальном этапе применения в различных областях, она стремительно набирает

популярность. Главной целью является совершенствование данной технологии, ведь в будущем она может спасти ещё больше жизней.

### **Список литературы**

1. Баталова Т.А., Григорьев Н.Р., Чербикова Г.Е., Гасанова С.Н. Инновационные методы обучения студентов в процессе преподавания нормальной и клинической физиологии. Амурский медицинский журнал. 2020; 1 (29): 98-101.

2. Гнедаш Е.В., Чернышева Т.Ю. Технология «виртуальная реальность» и ее перспективы использования в образовательном процессе. Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики. 2014 (2): 151-153.

3. Елесин С.С., Фещенко А.В. Виртуальная реальность в образовании: сомнения и надежды. Гуманитарная информатика. 2016 (10): 109-114.

4. Насыров, Р.В. Системный анализ проблем научно-технического направления «Медицинские системы автоматизированного проектирования» / Р.В. Насыров, О.С. Тиунов, И.С. Тиунов // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 38-52.

5. Мельников, А.В. Расчет аэродинамических характеристик БПЛА с учетом установленных элементов противообледенительной системы в виртуальной среде XFLR5 / А.В. Мельников // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 66-71.

### **References**

1. Batalova T.A., Grigoriev N.R., Cherbikova G.E., Gasanova S.N. Innovative methods of teaching students in the process of teaching normal and clinical physiology. Amur Medical Journal 2020; 1 (29): 98-101.

2. Gnedash E.V., Chernysheva T.Y. "Virtual reality" technology and its prospects for use in the educational process. Proceedings of the North Caucasus Branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics 2014 (2): 151-153.

3. Yelesin S.S., Feshchenko A.V. Virtual reality in education: doubts and hopes. Humanities Informatics 2016(10):109-114.

4. Nasyrov, R.V. Systems analysis of problems in the scientific and technical direction "Medical computer-aided design systems" / R.V. Nasyrov, O.S. Tiunov, I.S. Tiunov // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13, No. 4. - P. 38-52.

5. Melnikov, A.V. Calculation of aerodynamic characteristics of UAVs taking into account the installed elements of the anti-icing system in the XFLR5 virtual environment / A.V. Melnikov // Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12, No. 2. - P. 66-71.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРОВ С ИСКУССТВЕННЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ**

И.А. Кандауров, В.Э. Буздин  
kandaurovv51@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья представляет собой обзор и анализ применения графических процессоров (GPU) с использованием искусственных нейронных сетей. Автор исследует основные преимущества и область применения графических процессоров с использованием нейронных сетей. Уникальность работы заключается в анализе возможностей применения графических процессоров с использованием искусственных нейронных сетей, их преимущества и актуальность, а также область их применения. Статья является актуальной, так как с ростом объёмов данных и усложнением моделей, обычные процессоры (CPU) не справляются с высокими вычислительными нагрузками. Графические процессоры предоставляют мощные ресурсы для параллельной обработки данных.

Ключевые слова: графические процессоры, нейронные сети, искусственный интеллект, данные, обучение.

## **THE USE OF GPUs WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

I.A. Kandaurov, V.E. Buzdin  
kandaurovv51@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents an overview and analysis of the use of graphics processing units (GPUs) using artificial neural networks. The author explores the main advantages and applications of graphics processing units using neural networks. The uniqueness of the work lies in the analysis of the possibilities of using graphics processors using artificial neural networks, their advantages and relevance, as well as the scope of their application. The article is relevant because with the growth of data volumes and the complexity of models, conventional processors (CPUs) cannot cope with high computational loads. Graphics processing units provide powerful resources for parallel data processing.

Keywords: graphics processors, neural networks, artificial intelligence, data, training.

В 2006 году компания Nvidia выпустила программно-аппаратный инструмент для программирования графических процессоров под названием CUDA. С помощью него можно было программировать каждый отдельный пиксель на экране. В графических процессорах используют ядра для визуализации каждого

пикселя. Они используются для рендеринга теней, освещения, отражений и прочих визуальных элементов.

Технология CUDA значительно упростила программирование графических процессоров, позволяя использовать языки высокого уровня, такие как Java и C++. Это ускоряет и удешевляет разработку моделей глубокого обучения. Основой архитектуры CUDA являются потоковые мультипроцессоры, способные параллельно обрабатывать сотни нитей. Уникальная архитектура SIMT (Single-Instruction, Multiple-Thread) обеспечивает выполнение одинаковых операций на разных данных, что эффективно для параллельных вычислений.

Искусственные нейронные сети представляют собой мощный инструмент для решения задач, связанных с большими объемами данных.

Компьютерное зрение помогает распознавать изображения и генерировать новые. В таких областях требуется большое количество вычислительных ресурсов для обработки данных в высоком разрешении. Обработка естественного языка используется для переводов текстов, создания чат-ботов, анализа эмоций и генерации текстов и других задач, связанных с языковой информацией. Также с помощью искусственных сетей можно создавать новую музыку и видео. Объем данных в этих задачах зачастую настолько велик, что их обработка на обычных процессорах (CPU) становится крайне медленной. Графические процессоры (GPU), способные параллельно обрабатывать огромные массивы данных, существенно ускоряют процесс обучения.

Компания Nvidia в рамках конференции GTC 2024 представила ИИ - ускорители на графических процессорах с архитектурой Blackwell. Blackwell ускоряет обмен данными между устройствами, что особенно важно для кластеров. Например, кластер из 16 графических ускорителей прошлого поколения тратил лишь 40% времени на полезные вычисления, остальное время уходило на обмен информацией. Производитель называет новый графический процессор самым мощным чипом в мире. В дальнейшем будут выпущены серверные установки, внутри которых будет находиться новый графический процессор с искусственным интеллектом, что позволит в 30 раз увеличить работу и производительность серверных установок.

Графические процессоры с искусственным интеллектом найдут широкое применение в областях, таких как кино и видеоигры. Технологии вроде DLSS (Deep Learning Super Sampling) от Nvidia позволяют значительно улучшить качество изображения при меньших затратах на вычисления. Основной принцип DLSS заключается в том, что происходит реконструирование изображения низкого разрешения до высокого качества с минимальной потерей детализации. Это позволяет рендерить игры в более высоком разрешении и при высоких кадровых частотах (FPS - Frames Per Second), не нагружая систему. Для фильмов также нужен высококачественный рендеринг компьютерной графики (CGI - Computer-Generated Imagery). Он требует огромных вычислительных ресурсов, и использование искусственного интеллекта для ускорения этого процесса позволяет снизить затраты и сократить сроки производства.

Графические процессоры с использованием искусственного интеллекта позволяют существенно упростить процесс анимации персонажей в играх и

фильмах. Такие технологии, как нейросетевое моделирование движения, используются для автоматизации анимации, а также включает в себя реалистичное движение лицевых мышц, жестов и мимики. Система DeepMotion использует искусственный интеллект для анимации персонажей на основе видеозаписей с реальными актерами. В кино такие технологии используются для создания персонажей с фотореалистичной мимикой и движениями, а в играх – для анимации неигровых персонажей, что делает игровой процесс более правдоподобным.

В киноиндустрии графические процессоры с использованием искусственного интеллекта смогут автоматизировать многие аспекты постпроизводства. Инструменты цветокоррекции на базе искусственного интеллекта, такие как DaVinci Resolve с функцией Magic Mask, позволяют автоматически выделять объекты на видео для последующей обработки. Искусственный интеллект может также использоваться для автоматической стабилизации изображения, улучшения качества звука или добавления визуальных эффектов. Netflix планирует использовать технологии графических процессоров с искусственным интеллектом для автоматизации и ускорения процесса создания анимационных фильмов и сериалов, что позволит выпускать больше качественного контента за более короткие сроки.

Таким образом, применение графических процессоров с использованием искусственного интеллекта находит в современных технологиях, они значительно ускоряют обработку больших объемов данных и расширяют возможности в различных областях, что делает их актуальными. Эти достижения открывают новые горизонты для создания высококачественного контента, делая искусственный интеллект важным инструментом для будущих технологических инноваций.

### Список литературы

1. Жаксыбаев Д.О., Бакиев М.Н. Алгоритмы классификации текстовых документов с учетом близости в признаковом пространстве // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 36-43.

2. Высоцкая И.А. Обоснование информационно-интеллектуальной поддержки принципов действия технических систем // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 19-26.

3. Порошин, И. Е. Применение графических процессоров с технологией CUDA в высокопроизводительных системах с искусственными нейронными сетями / И. Е. Порошин, М. А. Титов // Молодой ученый. – 2020. – № 25 (315). – С. 123-125. – URL: <https://moluch.ru/archive/315/71907/> (дата обращения: 24.09.2024).

4. Алтемирова, Х. С. Искусственный интеллект и возможности его применения в разных сферах жизни / Х. С. Алтемирова // Молодой ученый. – 2023. – № 48 (495). – С. 5-7. – URL: <https://moluch.ru/archive/495/108341/> (дата обращения: 24.09.2024).

5. Лазарева, О. Ю. Основные этапы создания видеоигр / О. Ю. Лазарева, А. В. Санина // Молодой ученый. – 2019. – № 4 (242). – С. 12-14. – URL: <https://moluch.ru/archive/242/55992/> (дата обращения: 24.09.2024).

6. Анализ чувствительности и результаты испытаний электронной компонентной базы к воздействию тяжелых заряженных частиц / В.К. Зольников, А.С. Ягодкин, В.И. Анциферова [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 43-51. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-43-51.

### References

1. Zhaksybaev D.O., Bakiev M.N. Algorithms for classifying text documents taking into account proximity in the feature space // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 36-43.

2. Vysotskaya I.A. Substantiation of information and intellectual support for the principles of operation of technical systems // Modeling of systems and processes. – 2024. – Vol. 17, No. 1. – pp. 19-26.

3. Poroshin, I. E. The use of graphics processors with CUDA technology in high-performance systems with artificial neural networks / I. E. Poroshin, M. A. Titov // Young scientist. – 2020. – № 25 (315). – Pp. 123-125. – URL: <https://moluch.ru/archive/315/71907/> (date of reference: 09/24/2024).

4. Altemirova, H. S. Artificial intelligence and the possibilities of its application in different spheres of life / H. S. Altemirova // Young scientist. – 2023. – № 48 (495). – P. 5-7. – URL: <https://moluch.ru/archive/495/108341/> (date of access: 09/24/2024).

5. Lazareva, O. Yu. The main stages of creating video games / O. Yu. Lazareva, A.V. Sanina // Young scientist. – 2019. – № 4 (242). – Pp. 12-14. – URL: <https://moluch.ru/archive/242/55992/> (date of access: 09/24/2024).

6. Sensitivity analysis and test results of the electronic component base to the impact of heavy charged particles / V.K. Zolnikov, A.S. Yagodkin, V.I. Antsiferova [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. - T. 14, № 4. - С. 43-51. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-43-51.

## ЗАЩИТА СИСТЕМ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ

А.А. Канцуров, Алмали Ахмед Аднан Латиф, Аль-Судани Зайд Али Хуссейн

Кафедра «Информационные системы и защита информации»,  
РТУ МИРЭА, г. Москва  
proa1210@gmail.com, karasev@mirea.ru

Аннотация. Данная статья посвящена безопасности дистанционного управления аграрными системами, такими как: умные теплицы, дроны и автоматические производства. Мы рассматриваем основные угрозы, IoT и облачных платформ, в том числе несанкционированный доступ и кибератаки.

Ключевые слова: безопасность аграрных систем, автоматизированные системы, IoT, кибербезопасность, аграрные технологии, защита данных.

## SAFETY OF REMOTE CONTROL OF AGRICULTURAL SYSTEMS

A.A. Kanzurov, Almali Ahmed Adnan Lateef, Al-Soudany Zaid Ali Hussein

Department of Information systems and information protection,  
kanzurov@bk.ru, zaidali83@gmail.com  
MIREA - Russian Technological University, Moscow

Abstract. This article is devoted to the safety of remote control of security systems such as smart greenhouses, drones and automatic production. We look at the main threats to IoT and cloud platforms, including unauthorized access and cyber attacks.

Keywords: security of agricultural systems, automated systems, IoT, cybersecurity, agricultural technologies, data protection.

В этой статье мы рассмотрим SIEM системы, одно из их главных преимуществ обработка большого количества данных. Аграрные системы могут представлять не очень большую инфраструктуру, но с развитием IoT она состоит из огромного количества умных датчиков, камер и других элементов, каждый из них нужно защищать.

SIEM (система управления событиями и информацией безопасности) выполняет две ключевые задачи: сбор и анализ данных о событиях безопасности (SEM), а также управление этими данными (SIM). Она собирает журналы событий с различных устройств и сетей, проводит анализ в реальном времени и выявляет отклонения от нормы. В случае обнаружения угроз, таких как несанкционированный доступ, DDoS-атаки или утечка данных, система незамедлительно уведомляет администратора.



Использование SIEM в агропромышленных комплексах помогает централизованно контролировать безопасность всех устройств, анализировать взаимосвязи между событиями и оперативно выявлять кибератаки, что особенно важно для бесперебойной работы автоматизированных систем.

Рассмотрим SIEM от Solar, она имеет ряд преимуществ:

Соответствие российским стандартам: Solar Dozog соответствует законодательным требованиям РФ, включая ФЗ-152 и правила защиты критической информационной инфраструктуры (КИИ). Это делает её идеальным выбором для отечественных агропредприятий, стремящихся соблюдать местные нормы безопасности.

Локальная поддержка: Solar Dozog предоставляет качественную техническую поддержку на русском языке, что упрощает её использование и адаптацию для российских аграрных предприятий.

Интеграция с облачными сервисами: Система поддерживает интеграцию с российскими облачными платформами, что обеспечивает удобное хранение и обработку данных от устройств, таких как теплицы и дроны.

Масштабируемость: Solar Dozog легко адаптируется к нуждам различных предприятий — от мелких фермерских хозяйств до крупных агропромышленных комплексов. Благодаря интеграции с IoT-устройствами и автоматизированными системами, она является эффективным инструментом для сельского хозяйства.

Solar Dozog собирает и анализирует логи и события с различных устройств в аграрных системах, таких как умные теплицы, дроны и IoT-сенсоры. Система централизует обработку этих данных, выявляя аномалии и подозрительные действия.

**Выводы**

SolarWinds SIEM (Solar Dozog) является важным инструментом для обеспечения безопасности аграрных систем в условиях растущих киберугроз. Благодаря соответствию российским нормативам, локальной поддержке и возможности интеграции с разнообразными IoT-устройствами и облачными сервисами, эта система подходит как для небольших фермерских хозяйств, так и для крупных агрохолдингов. Solar Dozog не только помогает выявлять и блокировать потенциальные угрозы в реальном времени, но и обеспечивает оперативную защиту критических процессов, таких как управление теплицами и дронами.

### **Список литературы**

1. Мырзабекова, А. М. Обзор современных систем для хранения зерновых культур / А. М. Мырзабекова // Информационно-измерительная техника и технологии: материалы VI научно-практической конференции. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 95-101.
2. Кузнецов, А. В. Использование систем SIEM для защиты аграрных IoT-устройств / А. В. Кузнецов // Информационная безопасность в АПК. – 2020. – № 2. – С. 38-44.

3. Обзор систем SolarWinds SIEM для защиты критической инфраструктуры // Сайт SolarWinds Russia. – URL: <https://www.solarwinds.com/ru/siem> (дата обращения: 05.09.2024).

### References

1. Mirzabekova, A.M. Review of modern systems for storing grain crops / A.M. Murzabekova // Information and measuring equipment and technologies: materials of the VI scientific and practical conference. Tomsk: TPU Publishing House, 2015. pp. 95-101.

2. Kuznetsov, A.V. Using the SIEM system to protect agricultural IoT devices / A.V. Kuznetsov // Information security in agriculture. – 2020. – No.2. – pp. 38-44.

3. Overview of the SolarWinds SAM system for the protection of critical information // SolarWinds Russia website. – URL: <https://www.solarwinds.com/ru/siem> (date of application: 09/05/2024).

## **UNITY КАК БАЗОВАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ ИГР**

И.А. Бунеев, А.Л. Козолий  
kozolijnaste@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Разработка игр на сегодняшний день является актуальной темой для молодёжи, но современному поколению не хочется сильно заморачиваться при создании чего-то нового. Но как юные разработчики и профессионалы своего дела определяют платформу, на которой им удобнее всего работать? В этой статье я разберу основные аспекты работы на универсальной платформе разработки игр и расскажу основные моменты, почему разработчики выбирают именно её.

Ключевые слова: Unity, платформа, разработка, приложения, игры.

## **UNITY AS A BASIC GAME DEVELOPMENT ENVIRONMENT**

I.A. Buneev, A.L. Kozoliy  
kozolijnaste@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Game development is currently an urgent topic for young people, but the modern generation does not want to bother too much when creating something new. But how do young developers and professionals determine which platform is most convenient for them to work on? In this article, I will analyze the main aspects of working on a universal game development platform and tell you the main points why developers choose it.

Keywords: Unity, platform, development, applications, games.

### **Введение**

На сегодняшний день, в России, в мире гейминга, явно видна проблема с покупкой зарубежных игр и люди ищут всё новые способы для их приобретения, но русское комьюнити увидели некие перспективы в этой проблеме и решили найти свой способ улучшения и продвижения геймдева по всей России. Найти людей с навыками или энтузиастов без каких-либо познаний в этой сфере не проблема, а вот найти подходящую платформу для людей с разным уровнем знаний - это уже является проблемой. Одной из самых перспективных сред для разработки, как простых инди-игр, так и масштабных проектов, которые прогремят на весь мир, является Unity.

Unity является одной из самых прогрессивных платформ для разработки игр, которая полюбилась многим людям за её простату, масштабный функционал и актуальность по сей день. Многие крупные компании, такие как Disney, miHoYo, Ubisoft, выбрали именно эту платформу из-за её многогранных возможностей в создании чего-то нового. В условиях быстрого развития технологий всего за 10 лет упорного труда, Unity достигли непостижимых вершин. Они расширили кругозор для многих людей, создающих мобильные приложения, компьютерные игры, веб-игры, анимации и кинематографа, а также упрости жизнь многим пользователям интернета. За столь короткий срок развития Unity обрело большое количество своих фанатов и используется в многих деятельности геймдева.

#### Преимущества

Unity имеет несколько преимуществ благодаря которым разработчики выбирают именно её:

1. Платформа имеет возможность поддерживать большое количество операционных систем, что позволяет разработчикам больше не метаться по разным платформам, а остаться в той среде, к которой уже привыкли.

2. Простота освоения платформы позволяет снизить порог вхождения в мир разработки.

3. Платформу обеспечивают регулярным обновлением, что расширяет функционал и возможности для разработчиков.

4. Платформа поддерживает высококачественное 2D и 3D моделирование, детализированную анимацию и реалистичную физику, что используют во многих проектах, таких как анимации для фильмов, мультфильмов или катсцены для игр.

5. Платформа использует язык программирования C#, который является одним из мощнейших и простейших в освоении и применении, это позволяет ускорить процесс программирования.

6. Платформа поддерживает свой личный магазин с безграничным множеством моделей, звуков, программ, текстур, локаций, музыки, которые можно свободно использовать в своих проектах.

7. Платформой пользуется большое количество людей, за счёт этого в интернете, в свободном доступе, можно найти не ограниченное количество статей на необходимую тему.

8. Платформа так же с не давнего обновления стала предоставлять разработчикам работу искусственного интеллекта, который даёт возможность создавать более сложных противников для игр.

Люди отдельным плюсом выделяют возможность работать в Unity, как в команде, так и в одиночку, так как это, по их мнению, даёт творческую свободу, без необходимости учитывать мнение команды, контроль процесса создания игры, универсальное развитие навыков, и личное удовлетворение от того, что человек собственными силами создал свой проект.

Так же использование Unity выходит за грани разработки игр, приложений, кинематографа и анимации. Его так же используют для создания 3D дизайнов, архитектурных построек, автомобильной и авиационной индустрии, так

как в Unity можно детально демонстрировать строительство проектов, либо тестировать новые технологии.

Поддержка большого, активного сообщества Unity является ключевым моментом для создания новых инноваций в целях расширения кругозора разработчиков и пользователей, давая возможность каждому не боясь создавать что-то новое.

#### Сравнение Unity с другими платформами

Unity является не самой идеальной средой в разработке приложений, но в сравнение с такими же популярными и многофункциональными платформами, как Unreal Engine, Godot и CryEngine, Unity опережает их по нескольким ключевым аспектам:

1. Графика
2. Язык программирования
3. Поддержка операционных систем
4. Производительность
5. Стоимость

Когда у разработчиков дело доходит до выбора универсальной подходящей им среды, то обычно они сравнивают несколько известных платформ, но всё же выбор всегда зависит от целей проекта, навыков и уровня команды. Unity всегда будет идеальным выбором для тех кто ищет баланс между всеми аспектами, ни теряя функциональности.

#### Заключение

Исходя из всего выше сказанного можно понять, что использование Unity, с момента его запуска, сделало большой прорыв в разработке игр, приложений, анимации, и она продолжает развиваться каждый год показывая нам насколько далеко может зайти эта платформа. Несмотря на определённое количество своих недостатков Unity будет всегда являться актуальной средой для разработок, так как она предлагает все нужные функциональные особенности и простоту для создания уникальных и удивительных проектов.

### Список литературы

1. Юров, А.Н. Организация технических условий и информационных данных в 3D моделях программных систем / А.Н. Юров, В.В. Сокольников, К.С. Меремьянин // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 83-89.
2. Заревич А.И., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В. Моделирование поведения мобильных роботов с использованием генетических алгоритмов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 7-16.
3. Unity (игровой движок). – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(игровой\\_движок\)#Игры\\_на\\_Unity](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(игровой_движок)#Игры_на_Unity) (дата обращения: 17.10.2024).
4. Unity: что это за движок, для чего нужен и почему так популярен. – URL: <https://skillbox.ru/media/gamedev/unity-что-это-za-dvizhok-dlya-chego-nuzhen-i-pochemu-tak-populyaren/> (дата обращения 17.10.2024).

5. ДвижокUnity - что это такое? Почему так популярен? – URL: <https://skysmart.ru/articles/programming/dvizhok-unity> (дата обращения 17.10.2024).
6. История Unity. – URL: <https://www.progkids.com/blog/istoriya-unity> (дата обращения 17.10.2024).
7. Движок Unity – особенности, преимущества и недостатки. – URL: <https://cubiq.ru/dvizhok-unity/> (дата обращения 17.10.2024).
8. Примеры игр на Unity. – URL: <https://sky.pro/wiki/gamedev/primery-igr-na-unity/> (дата обращения 17.10.2024).
9. Топ лучших игровых движков. – URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/10-luchshih-dvizhkov-dlya-sozdaniya-igr> (дата обращения 17.10.2024).

### References

1. Yurov, A.N. Organization of technical conditions and information data in 3D models of software systems / A.N. Yurov, V.V. Sokolnikov, K.S. Meremyanin // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 4. – pp. 83-89.
2. Zarevich A.I., Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V. Modeling the behavior of mobile robots using genetic algorithms // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 7-16.
3. Unity (game engine). – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_switch\)#GAME\\_UNITY](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_switch)#GAME_UNITY) (date of issue: 17.10.2024).
4. Unity: what kind of engine is it, what is it for and why is it so popular. – URL: <https://skillbox.ru/media/gamedev/unity-chto-eto-za-dvizhok-dlya-chegonuzhen-i-pochemu-tak-populyaren/> (accessed 10/17/2024).
5. Unity engine - what is it? Why is it so popular? – URL: <https://skysmart.ru/articles/programming/dvizhok-unity> (accessed 17.10.2024).
6. Unity History. – URL: <https://www.progkids.com/blog/istoriya-unity> (accessed 17.10.2024).
7. Unity engine – features, advantages and disadvantages. – URL: <https://cubiq.ru/dvizhok-unity/> (accessed 10/17/2024).
8. Examples of games on Unity. – URL: <https://sky.pro/wiki/gamedev/primery-igr-na-unity/> (accessed 17.10.2024).
9. Top of the best gaming engines. – URL: <https://timeweb.com/ru/community/articles/10-luchshih-dvizhkov-dlya-sozdaniya-igr> (accessed 17.10.2024).

## ТАБЛИЦА ИСТИННОСТИ

В.А. Величко, А.Е. Коломейчук  
keepkalm155@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной исследовательской работе было рассмотрено и изучено понятие «Таблица истинности». Была изучена соответствующая литература для получения информации. Также пришли к выводу, где и каким образом её можно использовать.

Ключевые слова: таблицы, логические операции, СКНФ, СДНФ.

## THE TRUTH TABLE

V.A. Velichko, A.E. Kolomeychuk  
keepkalm155@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this research paper, the concept of “Truth Table” was considered and studied. The relevant literature has been studied to obtain information. We also came to the conclusion where and how it can be used.

Keywords: Tables, logical operations, SKNF, SDNF.

### Введение

Для начала разберёмся, а что такое “Таблица истинности”? Это понятие подразумевает собой некую таблицу, которая описывает логическую функцию.

И её безусловно можно считать за математическую таблицу, которая широко используется в алгебре-логике.

А “Логическая функция” - функция, имеющая переменные, которые принимают свое значение в таблице, например ЛОЖЬ (0) или же ИСТИНА (1) (False, True).

Нельзя не упомянуть нескольких ученых, которые были связаны с таблицей истинности и использовали её как основу для своих исследований.

1) Чарльз Сандерс Пирс (от английского Charles Sanders Peirce) - В 1880-1881 году ввёл бинарную логическую операцию (функцию над двумя переменными)

2) Льюис Кэрролл (от английского Lewis Carroll) - Использовал таблицу истинности в своих целях для работ по алгебре-логике. Благодаря ему таблица истинности стала более популярна, из-за того, что писал об этом в своих книгах.

“Таблица истинности” имеет следующую характеристику:

- 1) Размер ( $2^N$ ).
- 2) Количество столбцов.
- 3) Количество строк.
- 4) Ячейки.
- 5) Входные переменные.
- 6) Логические операции.

Рассмотрим основные логические операции в таблице истинности. А именно:

- 1) Конъюнкция
- 2) Дизъюнкция
- 3) Отрицание
- 4) Импликация
- 5) Эквивалентность.

1) Конъюнкция (лог. Умножение, рис. 1) - логическая функция, результат которой будет истинным тогда и только тогда, когда оба высказывания истинны.

Конъюнкция:

$$p = x_1 \cdot x_2 \text{ (И).}$$

$x_1$	$x_2$	$p$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рисунок 1 – Пример конъюнкции

2) Дизъюнкция (лог. Сложение, рис. 2) - логическая функция, результат будет ложным тогда и только тогда, когда оба исходных высказывания ложны и истинны в остальных случаях.

Дизъюнкция:

$$p = x_1 \vee x_2 \text{ (ИЛИ).}$$

$x_1$	$x_2$	$p$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Рисунок 2 – Пример дизъюнкции

3) Отрицание (инверсия, рис. 3) - логическая функция, которая изменяет истинное значение на ложное, а ложное на истинное.



### Отрицание

A	$\bar{A}$
1	0
0	1

Рисунок 3 – Пример инверсии

4) Импликация (следование, рис. 4) – логическая функция, в которой результат будет ложным тогда и только тогда, когда из истинного основания следует ложное действие.

### Импликация (следование)

A	B	$A \Rightarrow B$	Если A, то B
1	1	1	1
1	0	0	0
0	1	1	1
0	0	1	1

Рисунок 4 – Пример импликации.

5) Эквивалентность (равносильность, рис. 5) – логическая операция, результат которой будет истинным тогда и только тогда, когда оба высказывания одновременно истина или наоборот.

### Эквивалентность (равносильность)

A	B	$A \Leftrightarrow B$	A тогда и только тогда, когда B
1	1	1	1
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	1

Рисунок 5 – Пример эквивалентности.

В программировании логические операции записываются таким образом: Конъюнкция: and, и, &; Дизъюнкция: or, или; Отрицание: not, не; Импликация: >,=>; Эквивалентность: ==.

Так же таблица истинности используется в вычислениях более сложных логических функций. Таких как: СДНФ и СКНФ.

Совершенная нормальная дизъюнктивная форма (СДНФ) – это дизъюнкция минтермов, равных 1 на тех же наборах, что и заданная логическая функция.

Совершенная нормальная конъюнктивная форма (СКНФ) – это конъюнкция макстермов, равных 0 на тех же наборах, что и заданная логическая функция. Также СДНФ называют записью по единицам, а СКНФ – записью по нулям.

Они образуются при помощи двух вспомогательных функций: минтерма и макстерма

Минтерм – это функция, принимающая значение 1 только на одном наборе аргументов. Минтерм выражается через конъюнкцию аргументов, причём аргумент берётся без знака отрицания, если он равен 1, и со знаком отрицания, если он равен 0.

Макстерм – это функция, принимающая значение 0 только на одном наборе аргументов. Макстерм выражается через дизъюнкцию аргументов, причём аргумент берётся со знаком отрицания, если он равен 1, и без знака отрицания, если он равен 0.

Пример: построим таблицу (рис. 6) истинности для трёх переменных.

Найдем Минтермы и Макстермы. Так же вычислим функцию (p) СДНФ и СКНФ.

№	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$p$
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	0
3	0	1	1	1
4	1	0	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	1
7	1	1	1	0

Рисунок 6 – Таблица истинности для трёх переменных.

В данной таблице истинности на наборах №1, №3, №5, №6 функция p принимает значение равно 1.

На наборах №0, №2, №4, №7 функция p принимает уже другое значение, равное 0. И для наборов №1, №3 получаются минтермы:

$\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot x_3$  и  $\overline{x_1} \cdot x_2 \cdot x_3$ . А для №0, №2 получаются макстермы:  $\overline{x_1} \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}$  и  $x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3}$ .

СДНФ чаще всего записывается таким образом:  $p(x_1, x_2, x_3) = 1(1, 3, 5, 6)$ .

А

СКНФ:  $p(x_1, x_2, x_3) = 0(0, 2, 4, 7)$ .

Вывод

В ходе проделанной лабораторной работы было изучено понятие “Таблица истинности”. Выяснили что в большинстве случаев она служит в области алгебры логики. Помогает понять, когда конкретное выражение истинно (=1) или ложное (=0). Так же можно сказать, что “Таблица истинности” может существенно помочь начинающим программистам понять структуру логических выражений в поставленных задачах. Считаю, что “Таблица истинности” - уникальный, а самое главное не сложный инструмент для представления операций.

### Список литературы

1. Яблонский С. В., Гаврилов Г. П., Кудрявцев В. Б. Функции алгебры логики и классы Поста. – М.: Наука, 1966. – (“Математическая логика и основания математики”).
2. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов, 2008. Глава 2 "Логика высказываний".
3. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике, 2004. Глава 1 "Логика высказываний".
4. Семакин И.Г., Хеннер Е.К. Информатика и ИКТ (базовый уровень), 2012. Глава 2 Основы логики.
5. Лихтарников Л.М., Сукачева Т.Г. Элементарное введение в математическую логику, 1998. Глава 1 "Высказывания и операции над ними".
6. Ягодкин А.С., Зольников В.К., Скворцова Т.В., Ачкасов А.В., Кузнецов С.А., Макаренко Ф.В. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 136-148.
7. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.
8. Зольников, В.К. Балансировка нагрузки в облачных вычислениях / В.К. Зольников, О.В. Оксюта, Н.Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 25-32.

### References

1. Yablonsky S. V., Gavrilov G. P., Kudryavtsev V. B. Functions of the algebra of logic and classes of Post. – M.: Nauka, 1966. – (“Mathematical logic and the foundations of mathematics”).
2. Novikov F.A. Discrete mathematics for programmers, 2008. Chapter 2 "Logic of statements".
3. Gavrilov G.P., Sapozhenko A.A. Problems and exercises in discrete mathematics, 2004. Chapter 1 "Logic of statements".
4. Semakin I.G., Henner E.K. "Informatics and ICT" (basic level), 2012. Chapter 2 "Fundamentals of logic".
5. Likhtarnikov L.M., Sukacheva T.G. "Elementary introduction to mathematical logic", 1998. Chapter 1 "Statements and operation on them".
6. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for the analysis of electrical characteristics of BIS // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 136-148.
7. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.
8. Zolnikov, V.K. Load balancing in cloud computing / V.K. Zolnikov, O.V. Oxyuta, N.F. Dayub // Modeling of systems and processes. - 2020. – vol. 13, No. 1. – pp. 25-32.

## **МЕТОДЫ АДАПТИВНОЙ ВЕРСТКИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

А.А. Андриюшин, А.Р. Коняева  
anastasiiaa\_k@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по работе с методами адаптивной верстки веб-приложений. Также были сделаны выводы по сложности выбора оптимального метода адаптивной верстки.

Ключевые слова: адаптивная верстка, веб-разработка, веб-сайты, методы.

## **METHODS OF ADAPTIVE LAYOUT OF WEB APPLICATIONS**

A.A. Andryushin, A.R. Konyaeva  
anastasiiaa\_k@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the selected topic was conducted. The relevant literature on working with methods of adaptive layout of web applications was studied. Conclusions were also made on the complexity of choosing the optimal method of adaptive layout.

Keywords: adaptive layout, web development, websites, methods.

### **Введение**

Адаптивная верстка сайта (Responsive Web Design) – это одно из необходимых требований, которым должен соответствовать современный веб-ресурс. Основной целью адаптивной верстки является возможность сделать веб-приложение довольно доступным и удобным для каждого из пользователей. Нынешние реалии требуют полного соответствия каждому устройству, с которого может работать пользователь. Самым важным является - обеспечить оптимальное визуальное удобство и удобство пользования любым устройством.

Это достигается с помощью адаптивной верстки. Она изменяет дизайн всей страницы в зависимости от гаджета: размера экрана и его ориентации.

В данной работе мы рассмотрим методы адаптивной верстки веб-приложений, а также их преимущества и недостатки.

Адаптивная верстка – это способ создания веб-сайтов и приложений, обеспечивающий удобство просмотра изображения и взаимодействие с контен-

том на всех устройствах с различными размерами диагоналей экранов и с множеством разрешений.

Методы адаптивной верстки

В данный момент времени существует несколько методов адаптивной верстки. Расскажем про основные из них:

### 1. Адаптивная верстка с использованием медиазапросов

Это один из самых популярных методов, который основан на использовании CSS-правил. Они используются исходя из характеристик самого гаджета: ширина и высота экрана, ориентация и т.д. (см. рис. 1 и рис. 2)

Преимущества:

- Медиазапросы дают возможность создавать настраиваемые форматы с высоким уровнем спецификации.
- Кроме того, поддерживаются всеми современными браузерами.
- А также, они легки в реализации и поддержании.

Недостатки:

- К сожалению, создание сложных адаптивных форматов с использованием только медиазапросов может быть довольно непростым.
- Также, использование огромного числа медиазапросов может негативно сказаться на работе веб-сайта.

```
css
@media (max-width: 600px) {
  /* Стили для устройств с шириной экрана до 600px */
}

@media (min-width: 601px) and (max-width: 900px) {
  /* Стили для устройств с шириной экрана от 601px до 900px */
}

@media (min-width: 901px) {
  /* Стили для устройств с шириной экрана более 901px */
}
```

Рисунок 1 – Пример адаптивной вёрстки CSS

```
css
@media (max-width: 768px) {
  body {
    font-size: 14px;
  }
}
```

Рисунок 2 – Пример адаптивной вёрстки CSS

### 2. Адаптивная верстка с использованием гибкой сетки

Это система верстки, позволяющая элементам автоматически изменять свои размеры и размещаться в зависимости от параметров самого экрана. Гибкую сетку можно воспроизвести с применением относительных единиц измерения (em, rem) или CSS-фреймворков. (см. рис. 3)

Преимущества:

- Гибкая сетка позволяет элементам автоматически принимать нужный размер, в зависимости от используемого экрана.
- Дает возможность обеспечивать согласованность макета на устройствах с различными размерами экранов.
- А также, легко реализуется и поддерживается.

Недостатки:

- К сожалению, гибкая сетка может быть недостаточно гибкой для создания сложных адаптивных макетов.
- Использование CSS-фреймворков может привести к изменению размера самого кода и зависимости от иных библиотек.

```
css

.container {
  width: 100%;
  max-width: 1200px;
  margin: 0 auto;
}

.row {
  display: flex;
  flex-wrap: wrap;
}

.col {
  flex: 1 1 25%;
  padding: 10px;
}
```

Рисунок 3 – Пример адаптивной вёрстки CSS

### 3. Адаптивная верстка с использованием гибких изображений

Гибкие изображения – это изображения, которые автоматически изменяют масштаб в зависимости от размера экрана. Важно заметить, что гибкие изображения могут быть осуществлены с применением атрибута `srcset`, тега `<picture>` или CSS-свойства `max-width`. (см. рис. 4).

Преимущества:

- Гибкие изображения позволяют загружать изображения оптимального размера для каждого гаджета, что положительно влияет на работу веб-сайта.
- Возможность сохранения качества изображения при масштабировании.
- И также, гибкие изображения легки в реализации.

Недостатки:

- Разработка гибких изображений требует дополнительной работы для изображений разных размеров.
- Устаревшие браузеры не всегда могут поддерживать атрибут `srcset` или тег `<picture>`.

```
html Copy code  

```

Рисунок 4. Пример адаптивной вёрстки html

#### 4. Адаптивная верстка с применением JavaScript.

Как известно, JavaScript может использоваться для создания усложненных адаптивных макетов, которые не реализуются только с CSS. Как вариант, JavaScript можно использовать для динамического преобразования размеров элементов или загрузки информации в зависимости от экрана. (см. рис. 5)

Преимущества:

- С помощью JavaScript можно создавать адаптивные макеты с высокой степенью детализации.

- JavaScript позволяет разрабатывать динамические адаптивные макеты, реагирующие на действия пользователя.

- Позволяет увеличивать функциональность адаптивных макетов.

Недостатки:

- Создание адаптивных макетов с использованием JavaScript может быть сложной и кропотливой работой.

- Использование JavaScript может негативно отразиться на производительности веб-сайта.

- Не все функции JavaScript могут поддерживаться всеми существующими браузерами.

```
javascript  
  
window.addEventListener('resize', function() {  
  if (window.innerWidth < 600) {  
    // Стили для устройств с шириной экрана до 600px  
  } else if (window.innerWidth >= 601 && window.innerWidth <= 900) {  
    // Стили для устройств с шириной экрана от 601px до 900px  
  } else {  
    // Стили для устройств с шириной экрана более 901px  
  }  
});
```

Рисунок 5 – Пример адаптивной вёрстки js

Выбор оптимального метода адаптивной верстки.

Выбор верстки зависит от определенных задач самого проекта. Например, если вам необходимо создать простой адаптивный макет, используйте медиазапросы и гибкую сетку. При необходимости создать сложный адаптивный макет, воспользуйтесь медиазапросами, гибкой сеткой и JavaScript. Если вы хотите улучшить загрузку изображений, воспользуйтесь гибкими изображениями.

## Вывод

Мы считаем, что адаптивная верстка – это неотъемлемая часть современного веб-дизайна. Она позволяет создавать сайты и приложения, которые будут удобными и в общем доступе для всех пользователей, в независимости от устройств, которые они используют.

В ходе данной работы мы рассмотрели основные методы адаптивной верстки веб-приложений, их преимущества и недостатки, а также прокомментировали выбор методов для конкретных задач.

## Список литературы

1. Айдарбаев, Н. О. Адаптивный дизайн веб-сайта с использованием фронтэнд-фреймворка Bootstrap / Н. О. Айдарбаев // Молодой ученый. – 2018. – № 21 (207). – С. 115-119.
2. Адаптивная верстка / Палаш Б. В., Голубничий А. А // E-Scio. – 2021.
3. Маркотт И. Отзывчивый веб-дизайн = Responsive Web Design. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. — 159 с.
4. Marcotte E. Responsive Web Design. – A Book Apart, 2011. – 143 с.
5. Нагаева И.А., Фролов А.Б., Кузнецов И.А. Основы web-дизайна, методика проектирования: учебное пособие. 2021.
6. Шипилова Е.А., Некрылов Е.Е., Курченкова Т.В. Анализ и моделирование траекторий поведения пользователей онлайн-сервисов с использованием платформы RETENTIONEERING // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 82-93.
7. Проектирование интерфейсов сбоеустойчивых микросхем / В.К. Зольников, Н.В. Мозговой, С.В. Гречаный [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 17-24.
8. Алгоритм голосового поиска в интеллектуальном мультимодальном интерфейсе / А.А. Абдуллин, Е.А. Маклакова, А.А. Илунина [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 4-9.
9. Модели интеллектуальных интерфейсов поисковых информационных систем / А.А. Абдуллин, В.В. Лавлинский, И.А. Земцов [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 4-9.
10. Разработка средств автоматизации управления биржевыми курсами на основе методов нелинейной динамики / Ю.С. Шевнина, Л.Г. Гагарина, А.В. Чирков, Н.С. Миронов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 114-121. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-114-121.

## References

1. Aidarbaev, N. O. Adaptive website design using the Bootstrap frontend framework / N. O. Aidarbaev // Young scientist. - 2018. - No. 21 (207). - P. 115-119.
2. Adaptive layout / Palash B. V., Golubnichy A. A. // E-Scio. – 2021.
3. Marcotte E. Responsive Web Design. - M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2012. - 159 p. (in Russian).
4. Marcotte E. Responsive Web Design. - A Book Apart, 2011. - 143 p.



5. Nagaeva I.A., Frolov A.B., Kuznetsov I.A. Fundamentals of web design, Design methodology: tutorial. 2021.
6. Shipilova E.A., Nekrylov E.E., Kurchenkova T.V. Analysis and modeling of behavior trajectories of users of online services using the RETENTIONEERING platform // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, No. 3. - P. 82-93.
7. Design of interfaces of fault-tolerant microcircuits / V.K. Zolnikov, N.V. Mozgovoy, S.V. Grechany [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13, No. 1. - P. 17-24.
8. Voice search algorithm in an intelligent multimodal interface / A.A. Abdullin, E.A. Maklakova, A.A. Ilunina [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – P. 4-9.
9. Models of intelligent interfaces of search information systems / A.A. Abdullin, V.V. Lavlinsky, I.A. Zemtsov [et al.] // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – P. 4-9.
10. Development of means for automation of exchange rates management on the basis of nonlinear di-dynamics methods / Yu.S. Shevnina, L.G. Gagarina, A.V. Chirkov, N.S. Mironov // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 4. - P. 114-121. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-114-121.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

И.С. Голубятников, А.М. Лавлинский  
alexlavlin@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье представлен детальный анализ ключевых понятий и технологий в области микроэлектроники. Рассмотрены основные компоненты, такие как транзисторы, интегральные схемы и микропроцессоры, а также их значимость в современных электронных устройствах. Описаны основные типы транзисторов — биполярные и МОП-транзисторы, их конструкции и принципы работы. Обсуждается развитие микроэлектроники, начиная с изобретения транзистора в 1947 году, и важность оптимизации микросхем для повышения производительности. Особое внимание уделяется современным вызовам и перспективам российской микроэлектронной отрасли, включая стремление к локализации производства и инновациям. Нанoeлектроника рассматривается как следующая ступень в развитии технологий, обещающая новые возможности. Статья подчеркивает необходимость объединенных усилий государства, науки и промышленности для успешного преодоления текущих вызовов и достижения конкурентоспособности на мировом рынке.

Ключевые слова: микроэлектроника, транзистор, нанoeлектроника, ток, полупроводник, эмиттер, коллектор.

## BASIC CONCEPTS OF MICROELECTRONICS

I.S. Golubyatnikov, A.M. Lavlinskiy  
alexlavlin@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents a detailed analysis of key concepts and technologies in the field of microelectronics. The main components such as transistors, integrated circuits and microprocessors are considered, as well as their importance in modern electronic devices. The main types of transistors — bipolar and MOSFET transistors, their designs and principles of operation are described. The development of microelectronics, starting with the invention of the transistor in 1947, and the importance of optimizing chips to improve performance are discussed. Special attention is paid to the current challenges and prospects of the Russian microelectronics industry, including the desire for localization of production and innovation. Nanoelectronics is considered as the next step in the development of technologies, promising new opportunities. The article emphasizes the need to combine the efforts of the state, science and industry to successfully overcome modern challenges and achieve competitiveness in the global market.

Keywords: microelectronics, transistor, nanoelectronics, current, semiconductor, emitter, collector.

## Введение

Одна из самых быстроразвивающихся областей электроники – это микроэлектроника. Эта область науки и техники, занимающаяся разработкой, производством микросхем, играет ключевую роль в цикле производства-хранения-распределения энергии. Применяется в создании электронных компонентов и устройств, работающих на микроскопическом уровне. Технологический прогресс движется с невероятной скоростью в современном мире, микроэлектроника используется повсеместно. Она лежит в основе большинства современных технологий, от компьютеров и смартфонов до автомобилей и медицинского оборудования. За последнее десятилетие в нашем мире произошел большой скачок, что привело к появлению мощных компактных устройств. С каждым годом появляется микропроцессор в разы меньше своего предшественника. «Физики из Великобритании создали самый маленький квантовый детектор света на кремниевом чипе. Его размеры всего  $80 \times 220$  микрон» [2]. Основные элементы микроэлектроники, такие как транзисторы, интегральные схемы и микропроцессоры, используются для управления потоками электрического тока и выполнения сложных вычислений.

Понимание основ микроэлектроники важно как для инженеров, так и для всех, кто интересуется современной наукой и технологиями. В данной статье рассмотрим основные понятия микроэлектроники и её особенности.

Развитие микроэлектроники, началось ещё до изобретения транзистора в 1947 году. С его появлением ушли проблемы, которые спровоцированы вакуумной лампой, которая использовалась до этого в схемах. Основной проблемой был медленный прогрев, а также наличие требовательного блока питания <300 вольт постоянного тока. Другая проблема была в том, что у двух одинаковых ламп на выходе были разные рабочие характеристики. Это означало, что для схемы необходимо было использовать дополнительные компоненты. Первые транзисторы не имели какого-то большого преимущества и были намного дороже. Но развитие микроэлектроники стало возможным благодаря изобретению методов производства различных функциональных блоков на основе полупроводниковых кристаллов. Для разных типов микроэлектронных транзисторов были разработаны соответствующие семейства элементов и схем, обеспечивающие их оптимальную работу.

Два основных типа:

1. Биполярный транзистор – трёхэлектродный полупроводниковый прибор, один из типов транзисторов. В полупроводниковой структуре сформированы два p-n-перехода, перенос заряда через которые осуществляется носителями двух полярностей – электронами и дырками. Именно поэтому прибор получил название «биполярный» (от англ. bipolar), в отличие от полевого (униполярного) транзистора [1].

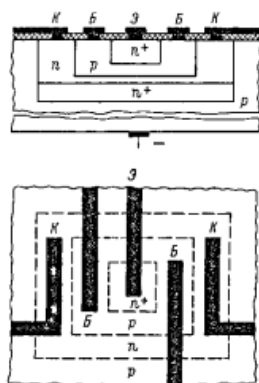


Рисунок 1 – Биполярный транзистор (N-P-N перехода)

2. МОП-транзистор, или Полевой (униполярный) транзистор с изолированным затвором (англ. metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, сокращённо «MOSFET») – полупроводниковый прибор, разновидность полевых транзисторов. Аббревиатура МОП образована от слов «металл-оксид-полупроводник», обозначающих последовательность типов материалов в основной части прибора [1].

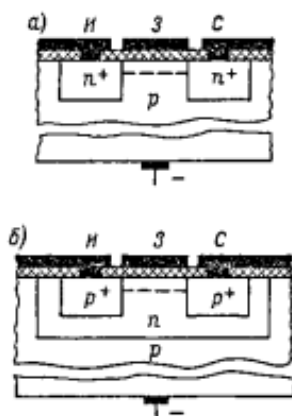


Рисунок 2 – МОП-транзистор

**NPN-транзистор:** Структура NPN-транзистора состоит из двух слоёв N-типа полупроводника, разделённых тонким слоем P-типа полупроводника. Это означает, что NPN-транзистор имеет эмиттер и коллектор, состоящие из N-типа, и базу, состоящую из P-типа. Основные носители заряда — электроны, которые движутся от эмиттера через базу в коллектор.

**Работа NPN-транзистора:**

1. Принцип работы: для работы NPN-транзистора необходимо приложить положительное напряжение к базе относительно эмиттера. Когда на базе присутствует небольшой ток ( $I_b$ ), электроны от эмиттера (N-тип) начинают двигаться через базу (P-тип) к коллектору (N-тип). Это создаёт основной ток между эмиттером и коллектором ( $I_c$ ), который значительно больше, чем ток базы.

2. Управление током: Ток, протекающий через коллектор, контролируется током базы. Малый базовый ток вызывает значительно больший ток коллектора, что делает NPN-транзистор усилителем тока.

3. Направление тока: В NPN-транзисторе ток основного потока идет от коллектора к эмиттеру, при этом база управляет потоком.

PNP-транзистор: Структура PNP-транзистора состоит из двух слоёв P-типа полупроводника, разделённых тонким слоем N-типа полупроводника. В PNP-транзисторе эмиттер и коллектор состоят из P-типа, а база — из N-типа. Основные носители заряда — это дырки (положительно заряженные носители), которые перемещаются от эмиттера через базу в коллектор.

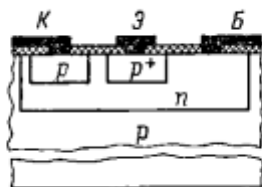


Рисунок 3 – (P-N-P транзистор)

Работа PNP-транзистора:

1. Принцип работы: для работы PNP-транзистора необходимо приложить отрицательное напряжение к базе относительно эмиттера. Когда на базе ток ( $I_b$ ) направлен отрицательно, дырки от эмиттера (P-тип) проходят через базу (N-тип) и движутся к коллектору (P-тип), вызывая ток коллектора ( $I_c$ ).

2. Управление током: как и в случае с NPN-транзистором, ток коллектора управляется током базы. Однако в PNP-транзисторе ток базы течет в противоположном направлении.

3. Направление тока: В PNP-транзисторе ток основного потока идёт от эмиттера к коллектору.

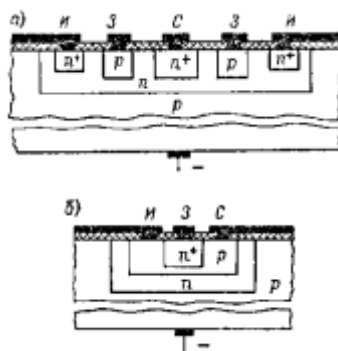


Рисунок 4 – (P-N-P транзистор (а) n-типа (б) p-типа)

В современном мире микроэлектроника основана на интеграции разных компонентов (например, разных компонентов). Широко применяется метод, при котором все компоненты микросхемы изготавливаются отдельно в специальном кристалле (полупроводнике).

Развитие современной микроэлектроники

Есть три основных направления, по которым развивается эта отрасль. Они напрямую связаны с производством и оптимизацией различных типов микросхем (интегральных, полупроводниковых, гибридных), а также повышением производительности устройств.

Благодаря использованию современных технологий при производстве небольших электронных схем небольшие электронные устройства стали надежными и стабильными. Такое качество в проектах достигается за счет получения полимеров, которые не разрушаются даже при высоких температурах (до 300°C), но при этом обладают достаточной гибкостью.

Успехи в области микроэлектроники также помогли создать специальные стабилизаторы напряжения. Они очень популярны на промышленных предприятиях, поскольку благодаря небольшим размерам эти стабилизаторы легко устанавливаются в различные генераторы.

Типы микросхем в современной микроэлектронике

В современной микроэлектронике широко используются два основных типа устройств:

- Для активных компонентов – транзисторов или различных диодов.
- Для пассивных компонентов – любые индукционные катушки, резисторы и конденсаторы.

Оба типа микросхем основаны на разном принципе, включающем полную обработку электрической схемы на основе теории цепей. Эта обработка позволяет увеличить количество соединений между компонентами, так как повышается КПД электрической цепи.

Современная микроэлектроника и кибербезопасность

Важно упомянуть несколько очевидных угроз, возникших относительно недавно в результате развития как мировой, так и отечественной микроэлектроники, а также новых подходов к проектированию микросхем. В метафорическом смысле, угрозу можно рассматривать как нерешённую проблему.

Современная полупроводниковая индустрия представляет собой дорогостоящее, трудоемкое и высокотехнологичное производство. Оборудование для работы с материалами на атомном уровне стоит десятки миллионов долларов, а строительство современных заводов требует инвестиций в миллиарды. Лишь немногие компании способны справиться с такими затратами и обладают необходимыми технологическими компетенциями.

При анализе ситуации на мировом рынке, становится ясно, что самые передовые места в производстве, именно микросхем для развития новых информационных технологий, занимает Южная Корея (рис. 5).



Рисунок 5 – Мировой рынок микроэлектроники

На отечественном рынке ситуация не хуже. Российский рынок микроэлектроники проходит через значительные изменения и вызовы. В последние годы наблюдается рост интереса к локализации производства микросхем и компонентов, что связано с внешнеэкономическими санкциями и стремлением к снижению зависимости от импорта. Российское правительство внедряет различные программы и инициативы для стимулирования развития микроэлектронной отрасли, включая финансирование исследований и разработок, налоговые льготы и создание особых экономических зон. Основными проблемами являются необходимость модернизации производственных мощностей, недостаток квалифицированных кадров и ограничения на доступ к зарубежным технологиям. Тем не менее, успешная реализация программ по развитию отрасли может привести к значительным улучшениям и инновациям в будущем.

Российский рынок микроэлектроники имеет потенциал для роста, но требует комплексного подхода и инвестиций для достижения конкурентоспособности на мировом уровне.

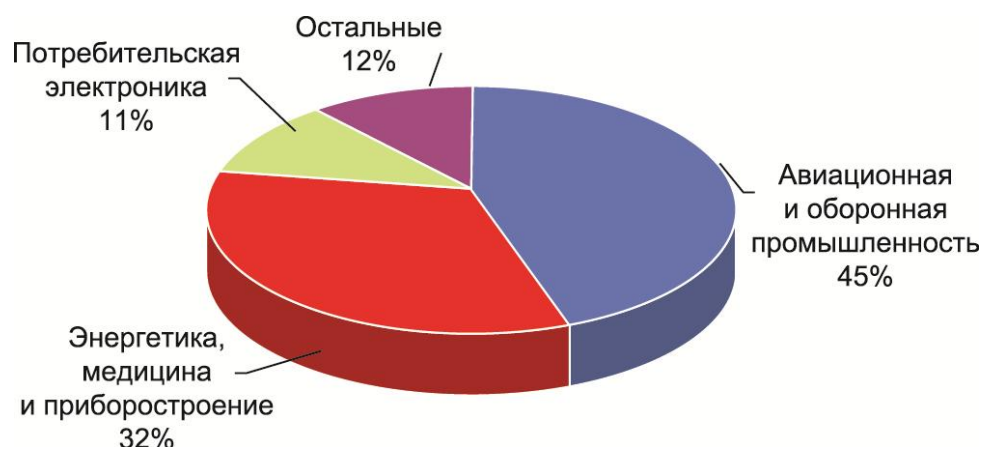


Рисунок 6 – Российский рынок микроэлектроники

Следующая ступень в развитии микроэлектроники – наноэлектроника:

Наноэлектроника представляет собой применение нанотехнологий в области электронных компонентов, особенно в транзисторах. Хотя «нанотехноло-

гия» обычно подразумевает технологии размером менее 100 нанометров, наноэлектроника касается очень маленьких устройств, чьи квантово-механические свойства требуют детального изучения. Таким образом, даже современные транзисторы, использующие 65 или 45 нанометровую технологию, попадают в эту категорию. Наноэлектронику иногда называют передовыми технологиями, поскольку такие устройства существенно отличаются от традиционных транзисторов.

Среди них можно выделить гибридную молекулярную электронику, одномерные нанотрубки и нанопровода, а также высокотехнологичную электронику. Несмотря на свои перспективные возможности, эти технологии все еще находятся на этапе разработки и ожидается, что в ближайшее время они будут интегрированы в различные микроэлектронные продукты [3].

#### Заключение

Микроэлектроника остается одной из самых динамично развивающихся и значимых отраслей науки и техники. Ее влияние охватывает все аспекты современного мира, от повседневных гаджетов до высокотехнологичных решений в промышленности и медицине. Понимание основных принципов работы транзисторов и других компонентов является ключевым для инженеров и исследователей, стремящихся к инновациям.

Наноэлектроника, как следующая ступень в развитии технологий, обещает принести новые возможности и продукты, радикально изменившие рынок. При этом вызовы, с которыми сталкивается российская микроэлектронная отрасль, требуют активных усилий по модернизации, поддержке и локализации производства. Существующие программы государственной поддержки и инициатива по созданию особых экономических зон являются важными шагами на пути к развитию конкурентоспособной и инновационной экономики.

Таким образом, для успешного преодоления текущих вызовов и реализации потенциала микроэлектроники необходимо объединение усилий со стороны государства, научных кругов и промышленности. В будущем, при правильном подходе, Россия сможет занять достойное место на мировом рынке микроэлектроники, способствуя тем самым общему технологическому прогрессу.

#### Список литературы

1. Микроэлектроника // Википедия. Дата обновления: 24.07.2024. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=347292&oldid=139181497> (дата обращения: 14.10.2024).
2. Физики создали самый маленький чип для квантовой регистрации свет//nplus1. Дата обновления 27.05.2024. URL: <https://nplus1.ru/news/2024/05/27/photonic-integrated-smallest-circuit-chip> (дата обращения: 14.10.2024).
3. Лемешев, А. А. Микроэлектроника как важнейшая отрасль науки / А. А. Лемешев. // Молодой ученый. – 2020. – № 49 (339). – С. 40-42.
4. Демидов А. А., Рыбалка С. Б. Современные и перспективные полупроводниковые материалы для микроэлектроники следующего десятилетия (2020-2030 гг.) // Прикладная математика & Физика. 2021. № 1.



5. Никифоров А. Ю., Скоробогатов П. К., Стриханов М. Н., Телец В. А., Чумаков А. И. Развитие базовой технологии прогнозирования, оценки и контроля радиационной стойкости изделий микроэлектроники // Известия вузов. Электроника. 2012. №5 (97).

6. Бакаев Д. Н., Стукало О. Г., Денисенко В. В., Скрыпников А. В., Савченко И. И., Зиновьева В. В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.

7. Суханов, В. В. Методика логического проектирования информационного обеспечения распределенных информационных систем критического применения / В. В. Суханов, О. В. Ланкин // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.

### References

1. Microelectronics // Wikipedia. Date of update: 07/24/2024. URL: <https://ru.wikipedia.org/?curid=347292&oldid=139181497> (date of application: 10/14/2024).

2. Physicists have created the smallest chip for quantum light registration//nplus1. Update date 05/27/2024. URL: <https://nplus1.ru/news/2024/05/27/photonic-integrated-smallest-circuit-chip> (date of application: 14.10.2024).

3. Lemeshev, A. A. Microelectronics as the most important branch of science / A. A. Lemeshev // Young scientist. – 2020. – № 49 (339). – Pp. 40-42.

4. Demidov A. A., Rybalka S. B. Modern and promising semiconductor materials for microelectronics of the next decade (2020-2030) // Applied Mathematics & Physics. 2021. No. 1.

5. Nikiforov A. Yu., Skorobogatov P. K., Strikhanov M. N., Telets V. A., Chumakov A. I. Development of basic technology for forecasting, evaluation and control of radiation resistance of microelectronics products // Izvestiya vuzov. Electronics. 2012. №5 (97).

6. Bakaev D. N., Stukalo O. G., Denisenko V. V., Skrypnikov A. V., Savchenko I. I., Zinovieva V. V. Information toolkit of project management of industrial enterprises development // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, № 2. - P. 14-24.

7. Suhanov V.V., Lankin O.V. Methodology of logical design of information support for distributed information systems of critical application // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, № 3. - P. 67-73. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-67-73.

## **ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ТОКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТРАСЛИ**

М.А. Латышев, А.Е. Яблоков, И.Г. Благовещенский

ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ, г. Москва,  
ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований на специально созданном испытательном стенде эффективности метода нейросетевой диагностики зубчатой передачи по спектру сигнала с датчика тока питания электродвигателя. Обработка и анализ сигналов с датчика тока, разработка и применение нейронных сетей для решения задачи классификации технического состояния объекта контроля реализовано в программе Matlab 2020. Достоверность нейросетевой классификации составила более 98%.

Ключевые слова: техническая диагностика, токовая диагностика, искусственные нейронные сети, нейросетевые методы классификации.

## **ARTIFICIAL NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES IN THE PROBLEM OF CURRENT DIAGNOSTICS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF THE INDUSTRY**

M.A. Latyshev, A.E. Yablokov, I.G. Blagoveshchenskiy

Rosbiotech, Moscow,  
MIREA - Russian Technological University, Moscow

Abstract. The article presents the results of research on a specially created test bench of the efficiency of the neural network diagnostics method of gear transmission based on the signal spectrum from the electric motor supply current sensor. Processing and analysis of signals from the current sensor, development and application of neural networks to solve the problem of classifying the technical condition of the control object are implemented in the Matlab 2020 program. The reliability of the neural network classification was more than 98%.

Keywords: technical diagnostics, current diagnostics, artificial neural networks, neural network classification methods

Эффективным методом неразрушающего контроля является токовая диагностика [1 - 3]. Электрический ток в обмотке статора электродвигателя является удобным диагностическим параметром функционирующего оборудования. Это обусловлено тем, что неисправности и дефекты оборудования (заедания, износ, дефекты сопряжения и пр.) приводят к изменению параметров сигнала

потребляемого электродвигателем тока. Анализ спектров сигналов с датчика тока позволяет выявить неисправности оборудования. Преимущество данного метода диагностики заключается в простоте измерения диагностического сигнала. Однако высокий уровень наводок и шумовых помех в электросети маскируют диагностическую информацию [4 - 6]. Это требует повышение разрешающей способности средств измерений, разработки дополнительных методов обработки сигналов. Наиболее сложной и пока еще не решённой проблемой токовой диагностики является процедура постановки диагноза (задача классификации состояния) по текущим параметрам сигнала с датчика тока функционирующей машины.

Технологии на базе искусственных нейронных сетей (ИНС), позволяют создавать эффективные и универсальные классификаторы [2, 3, 5]. В работе Ф. Котас приводится информация об использовании нейросетевых алгоритмов классификаторов в вибродиагностике состояния электрических машин, подшипников скольжения и качения, зубчатых передач. Достоверность функциональной вибродиагностики ременных и зубчатых передач составила более 95 % [6,7].

Целью научных исследований, проводимых в ФГБОУ ВО «РОСБИО-ТЕХ», является повышение надежности и безопасности техники пищевых производств путем разработки и внедрения методов и средств токовой диагностики оборудования с применением интеллектуальных технологий при анализе диагностической информации. Исследования проведены на специально созданной автоматизированной экспериментальной установке, которая позволяет моделировать различные режимы работы и дефекты зубчатой передачи. Основные параметры зубчатой передачи: модуль колес — 2,5 мм, число зубьев колеса 44, шестерни — 26. Частота вращения вала электродвигателя и шестерни — 750 об/мин. Электромагнитный тормоз обеспечивает момент сопротивления на ведомом колесе — 4 Н·м. В качестве датчика тока, потребляемого электродвигателем при работе передачи, использовался измерительный трансформатор SCT-013. Сигнал с датчика оцифровывался шестнадцатититбитным АЦП и передавался в пакет Matlab 2020 для последующей цифровой обработки (фильтрации, разложения в ряд Фурье, классификации с применением ИНС).

Всего было смоделировано восемь различных состояний передачи: а) исправная передача; б) перекос валов; в) нарушение межосевого расстояния; г) эксцентриситет ведущего колеса; д) эксцентриситет ведомого колеса и дефект подшипника; е) локальный дефект зуба ведущего колеса; ж) эксцентриситет ведомого колеса; з) локальный дефект зуба дефектный подшипник.

Предварительный анализ спектров подтвердил отличия в амплитудно-частотном составе сигналов, но поставить точный диагноз механизму на основе визуального анализа практически невозможно.

При решении задачи нейросетевой классификации одного из восьми классов состояний зубчатой передачи при токовой диагностике в качестве входных признаков ИНС использован вектор из 512 значений амплитуд спектра сигнала с токового трансформатора. Для обучения ИНС использовались по 120 векторов, а для валидации данных — по 30 векторов для каждого класса. В каче-

стве метрики эффективности обучения использована кросс-энтропия, которая составила 0,0000005. Матрицы ошибок показали 99% правильных результатов классификации.

Анализ результатов проведенных научных исследований позволил сделать вывод об эффективности использования технологии искусственных нейронных сетей при решении задачи токовой спектральной диагностики технологического оборудования пищевых производств. Разработанные алгоритмы и технология обработки данных легли в основу создания автоматизированной системы технического мониторинга и диагностики оборудования СТМ-12Т [5-7].

### Список литературы

1. Kotas F. Use of artificial intelligence methods in diagnostics of technical systems: Artificial Intelligence and Industry 4.0 (Thesis) / F. Kotas, Brno, 2021. 46 p.

2. Барт А. Д., Кувайскова Ю. Е. Применение методов машинного обучения для решения задачи технической диагностики // Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании Международная научно-техническая конференция (Россия, г. Ульяновск, 28–30 апреля 2016 г.) Сборник научных трудов. 2016. № 2. С. 107–112.

3. Благовещенский В. Г. Интеллектуальная автоматизированная система управления качеством халвы с использованием гибридных методов и технологий: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. Г. Благовещенский. М.: МГУПП, 2021. 30 с.

4. Сафин Н. Р. Совершенствование методики токовой диагностики асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором : дис. ... канд. техн. наук / Н. Р. Сафин. Екатеринбург, 2017. 152 с.

5. Яблоков, А.Е. Благовещенский И. Г. Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных: монография. – М., 2022. – 221 с.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021661786 Программа для акустической диагностики оборудования по вейвлет-скалограмме излучаемого звука с использованием сверточной нейронной сети / Яблоков А.Е., Благовещенский И.Г., Жила Т.М. Опубл. 15.07.2021. Заявка №2021660923 от 09.07.2021.

7. Яблоков А.Е., Генералов А.С., Благовещенский И.Г. Программа для вибрационной диагностики технологических машин на базе нейросетевых методов классификации. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022684885, 19.12.2022. Заявка № 2022684550 от 12.12.2022

### References

1. Kotas F. Use of artificial intelligence methods in diagnostics of technical systems: Artificial Intelligence and Industry 4.0 (Thesis) / F. Kotas. Brno, 2021. 46 p.

2. Bart A. D., Kuvayskova Yu. E. Application of machine learning methods to solve the problem of technical diagnostics // Mathematical methods and models:

theory, applications and role in education International scientific and technical conference (Russia, Ulyanovsk, April 28-30, 2016) Collection of scientific papers. 2016. No. 2. P. 107-112.

3. Blagoveshchensky V. G. Intelligent automated quality control system for halva using hybrid methods and technologies : abstract. diss... candidate of technical sciences / V. G. Blagoveshchensky. Moscow: Moscow State University of Printing Arts, 2021. 30 p.

4. Safin N. R. Improving the methodology of current diagnostics of asynchronous motors with a squirrel-cage rotor : diss. ... candidate of technical sciences / N. R. Safin. Yekaterinburg, 2017. 152 p.

5. Yablokov, A.E. Blagoveshchensky I. G. Scientific and practical foundations for creating automated systems for technical monitoring and diagnostics of equipment at grain processing enterprises based on neural network methods of data analysis: monograph. – M., 2022. – 221 p.

6. Certificate of state registration of computer program No. 2021661786 Program for acoustic diagnostics of equipment based on a wavelet scalogram of emitted sound using a convolutional neural network / Yablokov A.E., Blagoveshchensky I.G., Zhila T.M. Published 15.07.2021. Application No. 2021660923 dated 09.07.2021.

7. Yablokov A.Ye., Generalov A.S., Blagoveshchenskiy I.G. Program for vibration diagnostics technological machines based on neural network classification methods. Certificate of registration of a computer program RU 2022684885, 19.12.2022. Application № 2022684550 ot 12.12.2022.

## РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

О.В. Загоруйко, В.С. Лыгин

Vovn149@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по истории развития российской микроэлектроники.

Ключевые слова: микропроцессор, микроэлектроника, история, интегральные схемы, развитие.

## DEVELOPMENT OF RUSSIAN MICROELECTRONICS

O.V. Zagoruiko, V.S. Lygin

Vovn149@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, an analysis of the selected topic was carried out. The relevant literature on the history of the development of Russian microelectronics was studied.

Keywords: microprocessor, microelectronics, history, integrated circuits, development.

### Введение

В современном мире микроэлектроника играет ключевую роль в развитии технологий, промышленности и экономики. Она является основой для создания высокотехнологичных устройств, таких как компьютеры, смартфоны, а также многих других. Отечественная микроэлектроника прошла через множество испытаний.

В данной работе рассмотрим ключевые этапы, личности, достижения и проблемы, которые сопутствовали этой отрасли на протяжении более чем 60 лет.

### 1960-е годы: Зарождение отрасли микроэлектроники в СССР

Развитие советской, а затем уже российской микроэлектроники берёт своё начало в первой половине 1960-х годов. Гонка технологий в эти годы заставляет страну закладывать авангардного уровня производство и науку, подготавливавшиеся для создания и развития микроэлектроники. Правительством были озвучены требования к вышперечисленным аспектам. Концепция организации для новой отрасли Центра микроэлектроники родилась в первой половине 1962 года, а затем появилось и постановление о его реализации. Нужно

было лишь дождаться одобрения лично Хрущёва. Затем был представлен прототип ЭВМ на основе транзисторов. Это, и некоторые другие передовые устройства убедили генсека одобрить вложения в разработку микроэлектроники. Теперь пришло время для реализации концепции ЦМ. Одним из удачных мест для строительства оного стало Подмосковье, станция Крюково, где уже планировался город лёгкой промышленности. Однако текстильные заводы здесь построены так и не были, и получалось так, что эти места становились городом без рабочих мест. Здесь и разместился ЦМ, обеспечивавший местных работой, а государство – развитием новой отрасли. Летом 1962 года утвердился концепт города микроэлектроники, обеспечившего работой почти 15 тыс. человек. Он получил название Зеленоград. В западной прессе отмечалась уникальность и большой уровень важности этих мест. Несколько лет спустя, появилась первая продукция, например, приёмник «Микро». Это было уникальное, первые на мировом рынке изделие бытовой электроники. Одним из следующих примечательных событий стал выпуск толстопленочных гибридных микросхем «Тропа», даже побывавших в космосе. В дальнейшем выпуск и номенклатура моделей различных микросхем только расширялась. Вплоть до того, что во второй половине 1970-х годов, количество пунктов номенклатуры начало измеряться тысячами.

#### 1970-е годы: Закрепление

В 1970-х годах СССР стал уверенной конкурентноспособной державой в сфере микроэлектроники. Немаловажно, что темп развития не снижался. Этому причиной стал в том числе прирост квалифицированных кадров, ставших следствием создания специализированного ВУЗа. К дальнейшим достижениям советской микроэлектроники можно отнести появление и развитие бытовых и инженерных калькуляторов, появление и развитие микропроцессорной технологии. Примечательно, что разработка микропроцессоров была отмечена особо важной. На закате 1970-х годов развивается сфера ЭВМ, в том числе и бытовых, доступных в продаже. В 1979 году появляются ранние модели ПК «Электроника НЦ-8010», строение которого будет использовано советскими инженерами в дальнейшем для будущих компьютеров.

#### 1980-е годы: Первые серийные советские ПК

Несколько лет спустя, в первой половине 1980-х, выпускается первый советский бытовой ПК. Благодаря сокращению «БК» в его названии – «Электроника БК-0010» — это устройство было прозвано «букашкой». С начала этого десятилетия производились и продавались первые игровые приставки. Важно отметить также выход в 1984 году на рынок первого советского бытового видеомэгнитофона – «Электроника ВМ-12». Во второй половине 1980-х правительство СССР постановило приказ о создании множества предприятий микроэлектроники. Во второй половине 1980-х годов на рынок выходит микрокомпьютер с языком программирования Бейсик. Но также в силу кризиса в конце десятилетия, произошёл провал многих достойных или даже уникальных изделий советской микроэлектроники – ценники порой бывали банально неподъёмными для рядовых граждан. Однако не маловажен и факт того, что именно в это время – 1980-е годы – началось усугублявшееся со временем отставание со-

ветской микроэлектроники, чему было немало причин. К примеру, проблемы с поддержкой отрасли государством или загрузка опытных заводом заказами продукции обычных моделей.

#### Постсоветский период

Реформы 1990-х годов сначала стали одним из факторов развития отставания отечественной микроэлектроники, а затем и одной из причин её разрушения. Рынок заполнялся импортной электроникой, заводы приватизировались и нередко дорогое оборудование банально распродалось. Закономерно, производство микроэлектроники сокращалось, развитие останавливалось, многие из предприятий не смогли конкурировать на рынке. Однако к концу десятилетия предпринимались попытки реанимации отрасли. К началу 2000-х годов ситуация стала улучшаться. Было основано Российское агентство по системам управления, нужное для организации деятельности в радиоэлектронике.

#### Наши дни

В нынешнем состоянии российской микроэлектроники можно проследить активное развитие и усиленное вниманием со стороны государства. В последние годы отрасль получила значительное финансирование, особенно важны оказались программы импортозамещения. Причиной тому стали общемировые события и иностранные санкции. Были основаны новые предприятия или возрождаются старые, аналогично и с научно-техническими центрами, которые, в свою очередь, специализируются на разработке и производстве современных электронных компонентов. Одним из примеров современного успешного импортозамещения является создание российского процессора "Байкал-Т1" в 2015 году. Этот процессор был разработан компанией "Байкал Электроникс" и предназначен для использования в серверах, сетевом оборудовании и промышленных системах управления.

#### Вывод

Развитие российской микроэлектроники демонстрирует как преодоление трудностей, так и постоянное стремление к инновациям. Следует отметить, что российская микроэлектроника прошла долгий путь от первых транзисторов до современных сложных микроэлектронных систем. Опыт прошлого и нынешние достижения позволяют создать основу для дальнейшего успешного развития этой невероятно важной отрасли. Процесс укрепления отрасли отечественной микроэлектроники уже начался. Теперь же на необходимы спрос в этой отрасли, государственная финансовая поддержка и, само собой, развитие инновационных технологий.

### **Список литературы**

1. Чубур К.А., Струков И.И., Евдокимова С.А., Белокуров В.П., Платонов А.Д., Черкасов О.Н., Зольников К.В. Разработка математических моделей физических процессов в разнородной многослойной структуре при радиационном воздействии // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 125-133.



2. Карманный ПК «Электроника МК-85» // Виртуальный компьютерный музей. – URL: [http://www.computer-museum.ru/histussr/mk\\_85\\_1.htm](http://www.computer-museum.ru/histussr/mk_85_1.htm) – 20.10.2024.

3. Постановление Совета Министров СССР от 3 марта 1958 г. № 248 «О строительстве нового города в пригородной зоне Москвы...» // Очерки истории края. Труды Зеленоградского музея. Вып. 3. Зеленограду 40 лет / науч. ред. и сост. Н. И. Решетников. М.: «УРСС», 1998. 2008 с.

4. Музей «Ангстрема»: последний визит // Инфоportal Зеленограда. – URL: <http://www.netall.ru/gnn/130/580/618693.html>. – 19.10.2024.

5. Тун Юйлинь, Новикова Т.П., Евдокимова С.А. Разработка алгоритма повышения эффективности протокола маршрутизации C-LEACH // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 93-99.

### References

1. Chubur K.A., Strukov I.I., Evdokimova S.A., Belokurov V.P., Platonov A.D., Cherkasov O.N., Zolnikov K.V. Development of mathematical models of physical processes in heterogeneous multilayer structure under radiation exposure// Modeling of Systems and Processes. - 2022. - Vol. 15, № 1. - P. 125-133.

2. Karmannyj PK «EHlektronika МК-85» // Virtual'nyj komp'yuternyj muzej. URL: [http://www.computer-museum.ru/histussr/mk\\_85\\_1.html](http://www.computer-museum.ru/histussr/mk_85_1.html). – 20.10.2024.

3. Postanovlenie Soveta Ministrov SSSR ot 3 marta 1958 g. № 248 «O stroitel'stve novogo goroda v prigorodnoj zone Moskvy...» // Ocherki istorii kraja. Trudy Zelenogradskogo muzeya. Vyp. 3. Zelenogradu 40 let / nauch. red. i sost. N. I. Reshetnikov. M.: URSS, 1998. 2008 s.

4. Muzej «Angstrema»: poslednij vizit // Infoportal Zelenograda. – URL: <http://www.netall.ru/gnn/130/580/618693.html> – 19.10.2024.

5. Tong Yuilin, Novikova T.P., Evdokimova S.A. Development of an algorithm to improve the efficiency of the C-LEACH routing protocol // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, № 2. - P. 93-99.

## **СИНТЕЗ КОМПАРАТОРА ДВУХ ОДНОБИТНЫХ ЧИСЕЛ**

В.Ю. Федоров, П.А. Мельникова  
acidgirl2000@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В ходе работы был проведён анализ выбранной темы. Были изучены теоретические материалы по выбранной теме. Была определена структура компаратора и составлена таблица истинности. Был синтезирован компаратор двух однобитных чисел.

Ключевые слова: компараторы, комбинационные цифровые устройства, синтез, однобитные числа, сравнение чисел, аналоговые устройства.

## **SYNTHESIS OF A COMPARATOR OF TWO SINGLE-BIT NUMBERS**

V.Y. Fedorov, P.A. Melnikova  
acidgirl2000@yandex.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the course of the work, an analysis of the chosen topic was carried out. Theoretical materials on the chosen topic were studied. The comparator structure was determined and a truth table was compiled. A comparator of two single-bit numbers was synthesized.

Keywords: comparators, combinational digital devices, synthesis, single-bit numbers, comparison of numbers, analog devices.

### **Введение**

Цифровой компаратор – комбинационное цифровое устройство, сравнивающее два числа и определяющее их равенство или неравенство. Факт равенства или неравенства в компараторе определяется выходной логической функцией. Выходная функция принимает единичное значение в том случае, если проверяемое соотношение выполняется или нулевое в противном случае. Также для синтеза компаратора необходимо построить таблицу истинности для её входов и выходов.

Синтезировать компаратор можно с помощью логических элементов «НЕ», «И» и «ИЛИ».

Цифровые компараторы находят применение в современной электронике и вычислительной технике благодаря высокой скорости и точности работы.

В данной работе мы рассмотрим синтез компаратора и синтезируем компаратор двух однобитных чисел.

## Синтез компаратора

Для начала стоит определить структуру будущего компаратора.

Компаратор для двух однобитных чисел должен содержать два входа (A, B) и три выхода (C, D, F). Выходная функция C будет принимать единичное значение в том случае, если  $A < B$ , выходная функция D будет принимать единичное значение, если  $A = B$ , выходная функция F будет принимать единичное значение, если  $A > B$ .

Выходные функции компаратора:

$$C(A < B) = \bar{A} * B$$

$$D(A = B) = \bar{A}\bar{B} + A\bar{B}$$

$$F(A > B) = A * \bar{B}$$

Далее, когда структура компаратора была определена, необходимо построить таблицу истинности.

Таблица 1 – Истинности компаратора

Входы		Выходы		
A	B	C(A < B)	D(A = B)	F(A > B)
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

После определения структуры компаратора и составления таблицы истинности, можно приступать к синтезу. Для выполнения данной задачи было использовано приложение Logisim.

Саму схему компаратора двух однобитных чисел и результаты её работы можно увидеть на рис. 1,2,3 и 4.

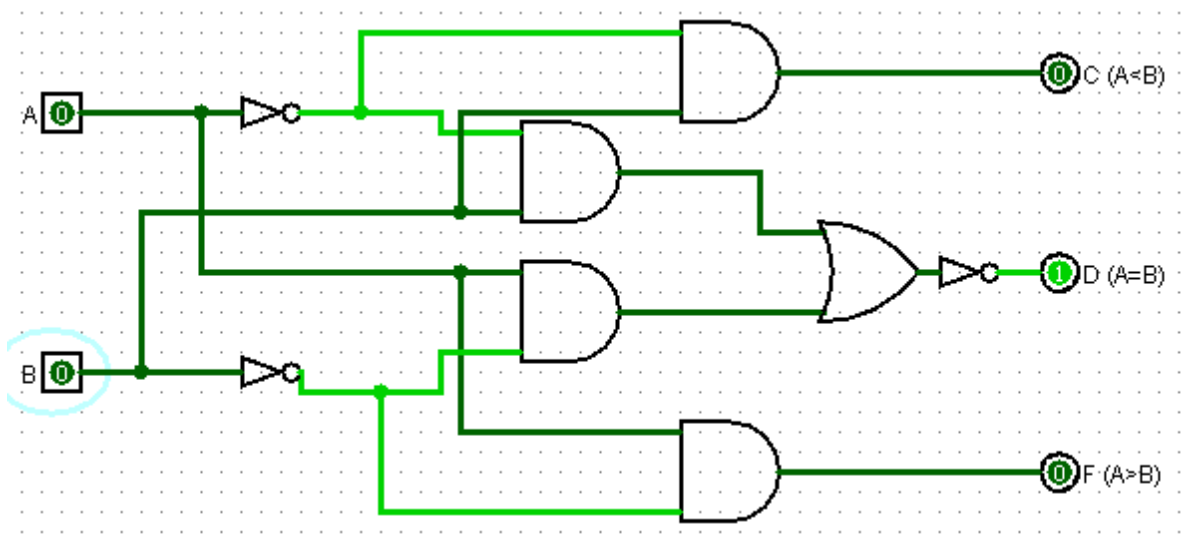


Рисунок 1 – Схема компаратора (A=B)

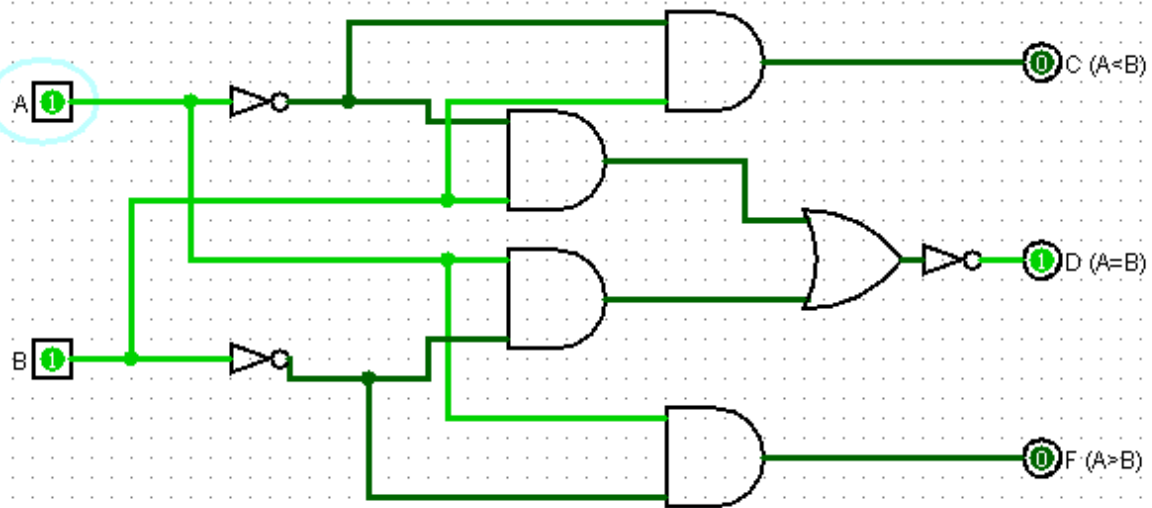


Рисунок 2 – Схема компаратора (A=B)

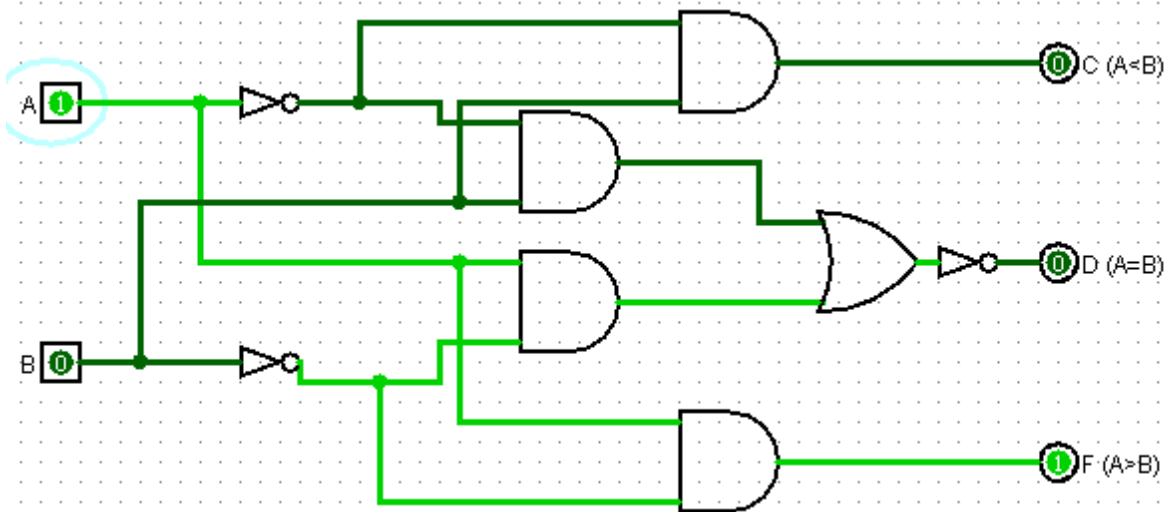


Рисунок 3 – Схема компаратора (A>B)

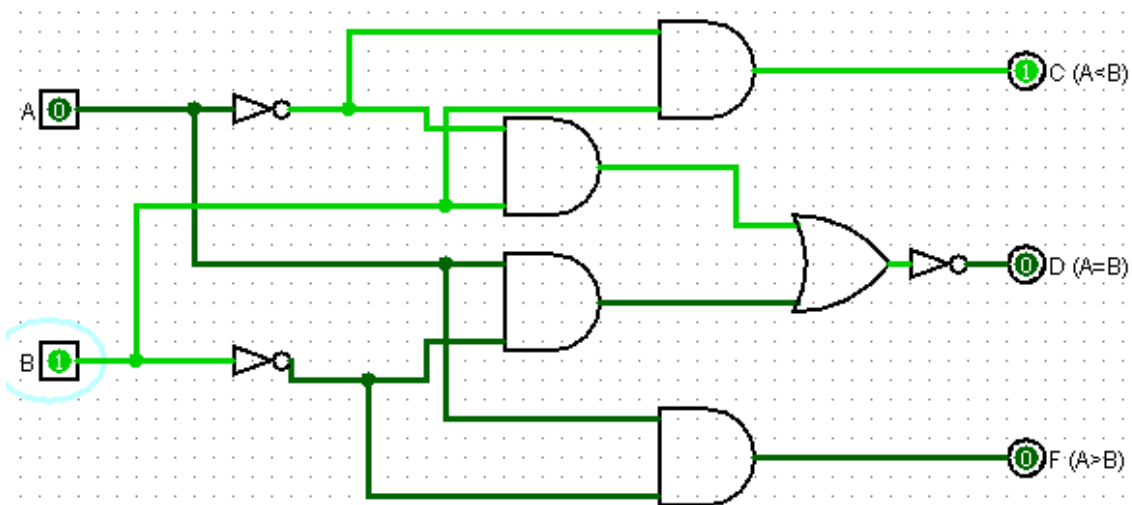


Рисунок 4 – Схема компаратора (A<B)

Анализируем получившуюся схему, чтобы проверить корректность её построения. Для этого используем инструмент Logisim. Анализировать будем выходные функции компаратора, а также таблицу истинности (рис. 5-8).

A	B	CAB	DAB	FAB
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

Рисунок 5 – Таблица истинности, составленная Logisim

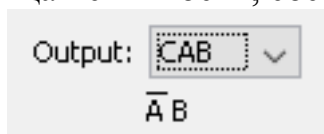


Рисунок 6 – Выходная функция C(A<B)

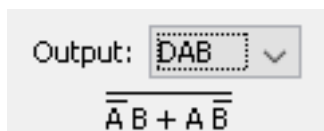


Рисунок 7 – Выходная функция D(A=B)

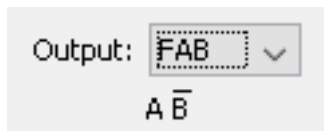


Рисунок 8 – Выходная функция F(A>B)

Анализ схемы показал, что таблица истинности и выходные функции были составлены правильно, и что синтезированный компаратор работает корректно.

#### Вывод

В ходе данной работы мы познакомились с понятием компаратора и узнали, как синтезировать компаратор. Была построена таблица истинности и созданы выходные функции компаратора. Был синтезирован собственный компаратор для двух однобитных чисел.

#### Список литературы

1. Цифровые компараторы. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/> (дата обращения: 13.10.2024).
2. Цифровой компаратор. – URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой\\_компаратор](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор) (дата обращения: 13.10.2024).
3. Что такое цифровой компаратор? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/> (дата обращения: 13.10.2024).

4. Реализация оптимального построения комбинационного устройства и оценка надежности по выходному напряжению / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

5. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова, А.В. Полуэктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.

### References

1. Digital comparators. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/>.

2. Digital comparator. – URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой\\_компаратор](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор).

3. What is a digital comparator? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/>.

4. Implementation of the optimal construction of a combinational device and evaluation of reliability by output voltage / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, № 4. – P. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

5. Review of logical bases and microcircuits in the construction of a combinational device taking into account reliability / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova, A.V. Poluektov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 115-124.

## КОМПАРАТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

В.Ю. Федоров, М.А. Мельникова  
marinamelnikova34@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при изучении компаратора и его применения был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература и источники в сети Интернет связанные с компаратором.

Ключевые слова: компаратор, вход, выход, сигнал, напряжение

## COMPARATORS AND THEIR APPLICATIONS

V.Y. Fedorov, M.A. Melnikova  
marinamelnikova34@yandex.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work studying comparator and its applications, a complex analysis of chosen subject was conducted. Corresponding literature was studied, articles about comparators in the Internet also were studied.

Keywords: comparator, input, output, signal, voltage.

### Введение

В данной статье мы познакомимся с понятием компаратора, его применении и о некоторых других вещах.

Немного поискав информацию в сети Интернет можно выцепить то, что компаратор, также известный под другим названием – компаратор напряжения – это электронное устройство, которое преобразует два входных сигнала, затем, что следует из названия (компаратор от английского “compare”- сравнивать), сравнивает сигналы на выходе между собой и, в зависимости от того, напряжение на каком из выходов – на прямом или инверсном, выше, входной транзистор компаратора может закрыться или, наоборот, открыться.

Иными словами, компаратор – это тип управляющего или же операционного усилителя, который получает два выхода, сравнивает их и указывает на их соотношение в форме большего или меньшего.

Компараторы играют большую роль в сфере электроники и схематехники, они могут использоваться в разнообразных сферах – от промышленных уст-

ройств и систем до домашнего оборудования, например, в датчиках приближения. Всё из-за высокой скорости и точности их работы.

Они применяются и в нашей повседневной жизни – их можно найти в зарядных устройствах, различных блоках питания и в фототехнике.

**Общие сведения о компараторах**

Как уже нам известно, компараторы – это устройства, которые сравнивают два входных сигнала и выходы которых определяют, какой из них получился больше.

Обычно входные сигналы аналоговые или цифровые, а выход компаратора образует бинарный (двоичный) сигнал и именно он определяет, какой из входных сигналов больше: если первый сигнал выше, чем второй – это логическая единица, а если второй сигнал выше, чем первый – то это уже логический ноль.

Существует несколько основных видов компараторов; они различаются по функциональности и конструкции:

1. Аналоговый и цифровой
2. Одной полярности и разной полярности
3. Одной разрядности и многоразрядные

Также существует несколько режимов работы компаратора, такие как простое сравнение и гиперстезис.

При выборе компаратора необходимо учитывать такие важные параметры, как: входное напряжение смещения, входной ток смещения, время отклика и некоторые другие.

**Применение компараторов**

Компараторы, как уже известно, состоят из операционных усилителей, которые имеют высокий коэффициент усиления. Такие устройства могут содержать в себе такие компоненты, как диоды, транзисторы и, как уже было до этого указано, операционные или же управляющие усилители.

Компараторы зачастую используются в тех случаях, когда необходимо проверить, если значение на каком-либо из выходов достигло своего заданного значения на выходе. Например, компараторы могут использоваться в термостабах тогда, когда нужно проверить температуру и то, достигла ли она своего порогового значения.

Также компараторы способны выполнять такие математические операции, как сложение, вычитание, интегрирование или дифференцирование.

**Вывод**

В ходе работы по составлению данной статьи мы познакомились с понятием компаратора и его возможными применениями. Были рассмотрены виды компараторов, а также их устройство.

### **Список литературы**

1. Компаратор. Принцип работы компаратора. – URL: <https://mobilradio.ru/information/vocabulary/comparator.htm>.
2. Реализация оптимального построения комбинационного устройства и оценка надежности по выходному напряжению / Ф.В. Макаренко,



А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

3. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова, А.В. Полуэктов// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.

4. Компаратор – это специальный прибор, который широко применяется в электротехнике. – URL: <https://bigbim.ru/oborudovanie/komparator/>.

5. Как работает компаратор? – URL: <https://studfile.net/preview/21473135/>.

6. Компараторы. Устройство и работа. Виды и применение. Особенности. – URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/komparatory/>.

7. Результаты оценки надежности микросхемы 1921BK028 / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Е.В. Грошева, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 37-41.

### References

1. Comparator. Comparator's operating principles – URL: <https://mobilradio.ru/information/vocabulary/comparator.htm>.

2. Implementation of the optimal construction of a combinational device and evaluation of reliability by output voltage / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, № 4. – P. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

3. Review of logical bases and microcircuits in the construction of a combinational device taking into account reliability / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova, A.V. Poluektov// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 115-124.

4. Comparator is special appliance, which is widely used in electrical engineering. – URL: <https://bigbim.ru/oborudovanie/komparator/>.

5. How comparator works? – URL: <https://studfile.net/preview/21473135/>.

6. Comparators. Arrangement and work. Types and applications. Features. – URL: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/komparatory/>.

7. Results of reliability assessment of the 1921BK028 microcircuit / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, E.V. Grosheva, A.I. Yankov // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, № 4. – P. 37-41.

## **КАК МИКРОСХЕМЫ ИЗМЕНИЛИ МИР: ПУТЬ ОТ НАЧАЛА ДО СОВРЕМЕННОСТИ**

Е.С. Ильин, И.В. Мисько  
igor.misyko2018@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен анализ истории и развития микросхем. Были изучены разные статьи из свободных источников. Темы, которые будут обсуждаться в статье, были выбраны таким образом, чтобы быть знакомыми большой группе людей.

Ключевые слова: история развития микросхем, транзисторная миниатюризация, роль микросхем в разных отраслях, изменение образа жизни, современность и будущее микросхем.

## **HOW MICROCHIPS CHANGED THE WORLD: FROM THE BEGINNING TO THE PRESENT**

E.S. Ilyin, I.V. Misko  
igor.misyko2018@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technology named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes the history and development of microchips. Various articles from open sources were studied. The topics discussed in the article were selected to be familiar to a wide audience.

Keywords: history of microchip development, transistor miniaturization, role of microchips in various industries, changing lifestyle, present and future of microchips.

### **Введение**

Современный мир переполнен различными технологиями. Прошло менее чем 50 лет с того времени, когда электронные приборы начали пробираться в повседневную жизнь человека. За такое относительное малое время, наука сделала большой скачок в развитии технологий. Но мало кто задумывается о том, с чего всё началось, как развивалось и что является «сердцем» этих приборов. Поэтому цель этой статьи рассказать о микросхемах. О их развитии, достижениях, их роли в разных отраслях, влияние на жизнь и их будущее.

### **История развития микросхем**

Изобретение полупроводникового транзистора американскими учеными Джоном Бардином, Уильямом Шокли и Уолтером Браттейном в 1947 году открыло путь к созданию микрочипа. До этого большинство электронных уст-

ройств базировалось на громоздких электронных лампах, потреблявших большое количество энергии.

История интегральных микросхем началась 7 мая 1952 года с идеи, пришедшей в голову британскому радиоинженеру Джеффри Даммеру. Ему пришла в голову идея объединить множество стандартных электронных компонентов в монолитном полупроводниковом кристалле. Однако отсутствие технологического развития в то время делало эту идею нереализуемой.

Однако в 1958 году в США произошла следующая ситуация. Два совершенно разных человека изобрели идентичные модели интегральных схем; в 1959 году они получили патенты на свои изобретения. Затем, в 1961 году, началось производство этих микросхем, а позже и свободная продажа. Эти схемы использовались в калькуляторах и компьютерах вместо отдельных транзисторов и позволили добиться значительного уменьшения размеров.

В 1968 году была основана знаменитая корпорация Intel, а через три года был создан первый в мире микропроцессор на основе кремниевых полупроводников. Чуть позже, в 1981 году, появился первый персональный компьютер IBM PC на базе процессора Intel 8088. Впрочем, ранние персональные компьютеры существовали и до этого. Правда, их было очень мало - всего 200.

В последующие годы основными различиями между чипами были их размеры и количество шагов процессора.

#### Транзисторная миниатюризация

Важным моментом в развитии полупроводниковой промышленности стал процесс миниатюризации. С течением времени размер транзисторов уменьшался, а их количество увеличивалось, что привело к снижению энергопотребления.

Появление Intel 4004 (4-битный микропроцессор, представленный в 1971 году) в 1970 году сделало возможным производство более компактных вычислительных устройств. Это был первый шаг к увеличению количества транзисторов на чипе.

К 1980 году удалось уменьшить размер транзисторов до 1 мкм. Это значительно увеличило скорость работы микрочипов и снизило стоимость производства. Так появились и начали распространяться персональные компьютеры.

В 2000 году начался переход на технологию суб-100 нм. Это позволило не только улучшить процессорные технологии, но и сделать более сложными вычисления на мобильных платформах.

А сейчас, в эпоху современности, такие компании как TSMC и Samsung, уже производят процессоры по 5 нм технологии. Эти компании планируют внедрить 2 нм, что позволит увеличить производительность процессоров при сохранении их размеров.

#### Роль микросхем в разных отраслях

##### Компьютерные технологии

Основная причина использования микрочипов – их способность обрабатывать и хранить информацию. С помощью микрочипов устройства могут вы-

полнять сложные вычисления и операции за короткое время, что делает их необходимыми для работы многих современных отраслей промышленности и технологий. Кроме того, они позволяют сделать устройства меньше и энергоэффективнее. Миниатюрные размеры позволяют производителям выпускать более компактные и легкие устройства, которые больше подходят для повседневного использования. Благодаря их компактности нетрудно заметить существенную разницу в размерах между современными компьютерами и ранними. Компактность также означает, что устройствам требуется меньше энергии.

Микрочипы играют различные роли в компьютерах. Например, они обеспечивают связь между различными компонентами компьютера. Микрочипы содержат микросхемы памяти для хранения данных.

И самое главное – транзисторы. Транзисторы похожи на переключатели, которые включаются и выключаются, позволяя электричеству поступать и выходить.

Роль в повседневной жизни

Для разных областей применения требуются разные характеристики чипов. Если для микросхем центральных процессоров важны вычислительная мощность и энергоэффективность, то для микросхем, используемых в промышленных технологиях, требуется термостойкость и жаропрочность. В настоящее время чипы с различными топологиями производятся в больших количествах по всему миру. Например, топологии 180 нанометров используются в подземных билетах (например, в московском метро), а топологии 90 нанометров - в оборудовании навигационных систем. Такие чипы, а точнее, чипы с топологическими нормами 180-90-65 нанометров, используются в навигационных системах, банковских картах, социальных картах, RFID-метках и чипах для документов. Рассмотрим подробнее: Топология 180, появившаяся в 2000-х годах, широко используется в микроконтроллерах, сетевых устройствах, аналоговых и смешанных сигналах и т.д. С другой стороны, 90 нм, конечно, превосходит предыдущее поколение. Эта топология используется в процессорах, микросхемах памяти, встраиваемых системах и чипах для мобильных устройств. Не говоря уже о 60 нм, эта топология используется для систем-на-кристалле (SoC) и беспроводных систем.

Также, если разобрать современный мобильный телефон или компьютер, то доля микросхем в его составе составляет около 30-60 %. Сюда входят процессоры, память, графические процессоры, коммуникационные модули, датчики и контроллеры.

Конечно, микрочипы уже используются во всех сферах деятельности. Например, в медицине. Интегральные схемы, используемые в этой отрасли, имеют особенности, которые отличают их от стандартных интегральных схем, применяемых в других отраслях. Это связано с растущими требованиями к надежности интегральных схем и необходимостью работать в условиях жестких требований безопасности. Интегральные схемы, используемые в медицинских приложениях, требуют высокой точности, устойчивости к электромагнитным помехам, низкого энергопотребления и минимального тепловыделения. Такие микросхемы используются в терапевтических, диагностических, жизнеобеспе-

чивающих и имплантируемых медицинских устройствах. И теперь с помощью этих технологий возможны процедуры, которые были невозможны 10-30 лет назад.

#### Изменение образа жизни

Появление микропроцессоров в 1970-х годах стало переломным моментом, открывшим эру персональных компьютеров и мобильной связи, кардинально изменивших образ жизни миллионов людей.

Первые ласточки персональной эры, компьютеры Altair 8800 (1975) и Apple II (1977), появились в США, предлагая невиданные ранее возможности для работы и творчества. Параллельно разворачивалась революция в сфере связи – Motorola представила первый сотовый телефон DynaTAC 8000x. Весом почти килограмм, этот аппарат был чудом миниатюризации, ставшим возможным благодаря передовым микросхемам в те времена.

Компания Analog Devices (ADI) сыграла значительную роль в развитии мобильной связи, начав выпуск специализированных микросхем для телефонов. ADI начала свой путь в этой области с приобретения Pastoriza Electronics в 1969 году, компании, специализирующейся на преобразовании данных. Уже в 1980-х годах ADI выпускала аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП) не только для общего и промышленного применения, но и для телекоммуникационного оборудования.

Одним из примеров передовых разработок ADI стал быстродействующий 6-разрядный АЦП AD9000, выпущенный в 1984 году. Этот чип, способный преобразовывать сигналы в полосе частот до 100 МГц со скоростью до 77 миллионов отсчетов в секунду (MSPS), оставался востребованным на рынке почти два десятилетия.

В 1992 году ADI сделала еще один шаг вперед, выпустив первый в отрасли преобразователь группового сигнала для стандарта GSM (глобальная система связи), выполненный по технологии LC2MOS - AD7001. А уже в 1994 году компания представила чипсет AD20msp410, предназначенный для сотовых телефонов второго поколения стандарта GSM.

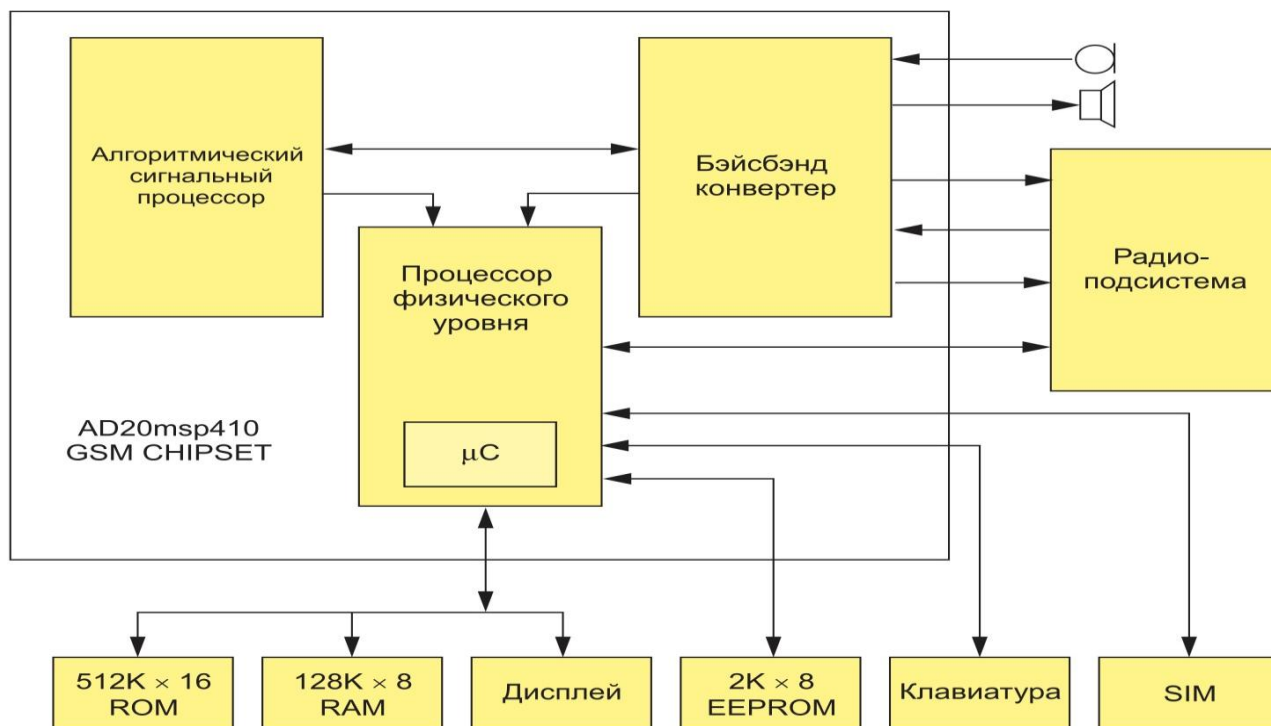


Рисунок 1 – Блок-схема сотового телефона на базе чипсета AD20msp40

Микросхемы не только сделали возможными персональные компьютеры и мобильные телефоны, но и произвели революцию в финансовой сфере. Начиная с 1960-х годов, банки начали активно внедрять крупные вычислительные системы, основанные на микросхемах, для автоматизации обработки данных, управления счетами и транзакциями.

Появление первых банкоматов в 1967 году ознаменовало новую эру банковского обслуживания. В 1974 году микросхемы нашли применение в терминалах для безналичных расчетов, а также позволили создать первые кредитные и дебетовые карты, изменив привычный уклад финансовых операций.

С каждым годом банки находили все новые способы применения микроэлектроники, расширяя спектр услуг и повышая эффективность своей работы. И со временем микросхемы стали неотъемлемой частью современной финансовой системы, обеспечивая не только безопасность, но и скорость, и доступность финансовых операций по всему миру.

#### Современность и будущее микросхем

Как известно, микрочипы используются повсеместно. Вы также знаете, что интегральные микросхемы управляются логикой и состоят из различных компонентов. И в настоящее время большинство интегральных схем проектируется с помощью специальных систем автоматизированного проектирования, что позволяет автоматизировать и значительно ускорить процесс производства. На сегодняшний день существует два типа проектирования интегральных микросхем: корпусной и бескорпусной.

Бескорпусные микросхемы – это полупроводниковые кристаллы, предназначенные для установки в гибридные микросхемы или микросборки (или непосредственно на печатные платы). Корпус микросхемы - это часть структуры

микросхемы, предназначенная для защиты микросхемы от внешних воздействий и подключения ее к внешним электрическим цепям с помощью выводов. Корпуса стандартизированы для упрощения технического процесса производства изделий из различных микросхем. Количество стандартизированных корпусов исчисляется сотнями. В современных импортных корпусах для поверхностного монтажа используются метрические размеры, такие как 0,8 мм и 0,65 мм.

Что же ждет микросхемы в будущем? Гордон Мур, один из основателей компании Intel, заявил, что количество электронных компонентов (транзисторов) в чипе устройства будет удваиваться каждый год, что приведет к снижению стоимости.

Однако со временем становится все очевиднее, что бесконечно уменьшать количество транзисторов невозможно. Физически невозможно, или возможно? В 2014 году авторы Международной программы полупроводниковых технологий опубликовали в научном журнале Nature планы по изменению подхода к проектированию чипов. А в 2020 году идея «транзисторов с круглыми затворами» начала набирать обороты. Выступая на Европейском технологическом симпозиуме в 2023 году, представитель TSMC заявил, что чипы с CFET и комплементарными FET (Complementary FETs) уже практически используются в лабораториях компании. Однако до выхода на рынок этой технологии еще далеко - CFET находятся на ранних стадиях разработки и появятся на рынке раньше, чем несколько поколений транзисторов других типов поступят в массовое производство. Однако TSMC подтвердила планы по переходу на новые процессы, транзисторы и технологии. В документе, распространенном компанией, говорится, что она начнет выпускать чипы по техпроцессу 2 нм в 2025 году. Однако стоит отметить, что некоторые компании уже начали выпускать 3-нм чипы. Это, конечно, не 2 нм, но близко к нему. Одной из таких компаний является китайская Xiaomi. Xiaomi разработала 3-нм чип системного уровня для мобильных телефонов. Утверждается, что это первая в Китае 3-нанометровая однокристалльная система для смартфонов. Но если обратиться к TSMC, то компания уже начала массовое производство 3-нм чипов в 2022 году. В том же году Samsung также объявила о планах вывести такие чипы на потребительский и серверный рынки.

Другими словами, транзисторы становятся все меньше и меньше, обходя закон Мура, и уже совсем скоро мы будем вместе.

### Список литературы

1. Микросхема. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Микросхема> (дата обращения: 22.10.2024).
2. Микросхема – главное изобретение эпохи. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema\\_glavnoe\\_izobretenie\\_epohi](https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema_glavnoe_izobretenie_epohi) (дата обращения: 22.10.2024).
3. Зачем нужны микросхемы. – URL: <https://electronicaplus.ru/blog/153-zachem-nuzhny-mikroskhemy> (дата обращения: 22.10.2024).

4. Интегральные микросхемы в медицинской технике: от диагностики до имплантатов. – URL: <https://integral.by/info/blog/integralnye-mikroskhemy-v-meditsinskoj-tekhnike-ot-diagnostiki-do-implantatov/> (дата обращения: 22.10.2024).
5. Motorola DynaTAC. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola\\_DynaTAC](https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC) (дата обращения: 22.10.2024).
6. Компоненты для беспроводных решений. – URL: <https://wireless-e.ru/components/mw-adi/> (дата обращения: 22.10.2024).
7. Банковская карта. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bank\\_card](https://en.wikipedia.org/wiki/Bank_card) (дата обращения: 22.10.2024).
8. Микросхемы будущего: Скорость вместо миниатюрности. – URL: <https://dzen.ru/a/Y2K-3xtYxFzSPXpb> (дата обращения: 22.10.2024).
9. Транзисторы CFET. – URL: <https://3dnews.ru/1087371/tsmc-cfet-working> (дата обращения: 22.10.2024).
10. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова, А.В. Полуэктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.
11. Определение структур в микросхемах, чувствительных к воздействию космических частиц / А.Л. Савченко, А.Ю. Кулай, И.И. Струков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 73-77.
12. Зольников, В.К. Практические методики выполнения верификации проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 25-30.

### References

1. Microchip. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Микросхема> (Accessed on: 22.10.2024).
2. Microchip: The Key Invention of the Era. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema\\_glavnoe\\_izobretenie\\_epohi](https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema_glavnoe_izobretenie_epohi) (Accessed on: 22.10.2024).
3. Why Microchips are Needed. – URL: <https://electronicaplus.ru/blog/153-zachem-nuzhny-mikroskhemy> (Accessed on: 22.10.2024).
4. Integrated Microchips in Medical Devices: From Diagnostics to Implants. – URL: <https://integral.by/info/blog/integralnye-mikroskhemy-v-meditsinskoj-tekhnike-ot-diagnostiki-do-implantatov/> (Accessed on: 22.10.2024).
5. Motorola DynaTAC. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola\\_DynaTAC](https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC) (Accessed on: 22.10.2024).
6. Components for Wireless Solutions. – URL: <https://wireless-e.ru/components/mw-adi/> (Accessed on: 22.10.2024).
7. Bank Card. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bank\\_card](https://en.wikipedia.org/wiki/Bank_card) (Accessed on: 22.10.2024).
8. Microchips of the Future: Speed over Miniaturization. – URL: <https://dzen.ru/a/Y2K-3xtYxFzSPXpb> (Accessed on: 22.10.2024).



9. CFET Transistors. – URL: <https://3dnews.ru/1087371/tsmc-cfet-working> (Accessed on: 22.10.2024).

10. Review of logical bases and microchips in the design of combinational devices considering reliability / F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov, O. A. Denisova, A. V. Poluektov. // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 115-124.

11. Definition of structures in microchips sensitive to cosmic particles / A.L. Savchenko, A.Yu. Kulai, I.I. Strukov et al. // Modeling of Systems and Processes. – 2019. – Vol. 12, No. 4. – pp. 73-77.

12. V.K. Zolnikov, Practical methods for verification of microchip design / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova // Modeling of Systems and Processes. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 25-30.

## **ПРОЦЕСС ОТСТАВАНИЯ РОССИЙСКОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ОТ США**

А.С. Коньякова, А.С. Нечаев  
Anfitevien@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В настоящий момент микроэлектроника является одной из ведущих сфер наук для поддержания странами своей экономики, закрепления статуса в мире и развитости технологий и других махинаций с наукой. В данной статье мы рассмотрим отставание микроэлектроники России от микроэлектроники США, разберём ключевые моменты, проблемы отставания с российской стороны и рассмотрим, как решить данные проблемы.

Ключевые слова: микроэлектроника, образование, производство, государство, технологии.

## **RUSSIA'S MICROELECTRONICS PROCESS LAGS BEHIND THE USA**

A.S. Konyakova, A.S. Nechaev  
Anfitevien@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Currently, microelectronics is one of the main areas of science that supports the country's economy, its status in the world, as well as the development of technology and other scientific developments. In this article, we will look at the lags between Russian microelectronics and American microelectronics, explore key issues, identify the problems Russia faces in the process of catching-up development, and suggest possible solutions to these problems.

Keywords: microelectronics, education, production, government, technology.

### **Введение**

Микроэлектроника в настоящее время является очень востребованной наукой как в гражданских, так и в военных целях. Из-за чего развивать её в нашей стране является просто необходимостью, так как Россия является одной из самых великих стран в мире, а также очень хорошим торговым партнёром для ряда стран. Для самой России это должно быть интересно, так как нет необходимости закупать большую часть ресурсов, ведь РФ на своей территории имеет большую часть ресурсов мира. Также Российская Федерация должна быть заинтересована в защите своих территорий, а множество военной техники создают, используя микроэлектронику, например дроны, БПЛА и остальные. Ну и

конечно государство заинтересовано в развитии гражданских сфер жизни (медицине, образовании и др.), а также усовершенствовании любой собственно разработанной техники и производству её в огромных масштабах.

К сожалению, на данный момент микроэлектронное направление очень слабо развито в нашей стране и уступает микроэлектронике США в немалом масштабе из-за ряда причин, которые мы разберём в данной статье и постараемся выяснить корень их возникновения и предложим способы их решения.

#### Причины отставания

##### Устаревшее оборудование

Самой главной проблемой отставания России от США является оборудование, не обновлявшееся со времён СССР. Связано это с застоём на 10-15 лет из-за развала Советского Союза, смены власти в стране и дальнейшей стабилизации событий в стране. Застой вызвал колоссальное замедление во всех сферах государства, но для и так только формирующейся микроэлектроники это могло звучать как приговор. Проекты, разрабатываемые в СССР, были либо заморожены и в будущем уже не нужны, либо утеряны и в будущем частично или полностью восстановлены. В то время как США не теряла обороты и развивала микроэлектронику по полной, с чем и связаны успехи в созданиях смартфонов, планшетов и других устройств.

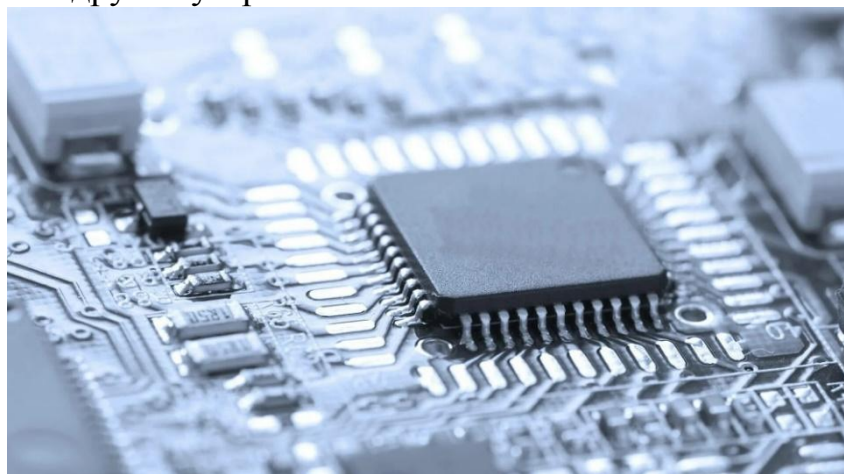


Рисунок 1 – Устаревший электронный чип

##### Отсутствие инвестиций

Также очень большая проблема заключается в нехватке средств из-за малых инвестиций в данную сферу науки, из-за чего и возникают проблемы с оборудованием на заводах, офисах и остальных зданий у предприятий, разрабатывающих и производящих схемы и прочие продукты, связанные с микросхемами. Также малое количество вложений связано из-за незаинтересованности граждан к микроэлектронике в целом, что и является одним из основных якорей в данной проблеме. В Америке же инвестируют не только в себя, но и в граждан из дружественных стран для увеличения количества будущих партнёров.



Рисунок 2 – Минимальные инвестиции в сфере микроэлектроники

### Проблемы с кадрами

Проблема с рабочими была всегда и во всех сферах науки, да и в принципе в любой работе не раз возникает дефицит рабочего квалифицированного класса. В данный момент в России очень мало людей интересуются темой микроэлектроники и в принципе не понимают, что это такое и как оно связано с их жизнью (хотя сами сталкиваются с микроэлектроникой повсеместно). Также Россия вынуждена приглашать специалистов из других стран для обучения того небольшого количества специалистов в государстве, из-за чего часть инвестиций, которых и так не особо много, уходят на тех самых иностранных специалистов. В Америке же ситуация не совсем лучше, но людей у них хватает из-за чего нет такой серьёзной проблемы и специалистов они не ищут из других стран.



Рисунок 3 – Отсутствие рабочих кадров на производственных предприятиях

### Пути решения проблемы

#### Обновление оборудования

Первое что необходимо сделать, это завести на заводы новую, свежую, современную технику для работы с современными проектами и разработками. Это необходимо, так как уменьшится процент производственного брака и поднимется производительность предприятий выпускающих уже существующих разработанных проектов, а также будет стимулировать рабочих проектировщи-

ков к разработке новых, более надёжных микрочипов и прочих схем, разрабатываемых ими.

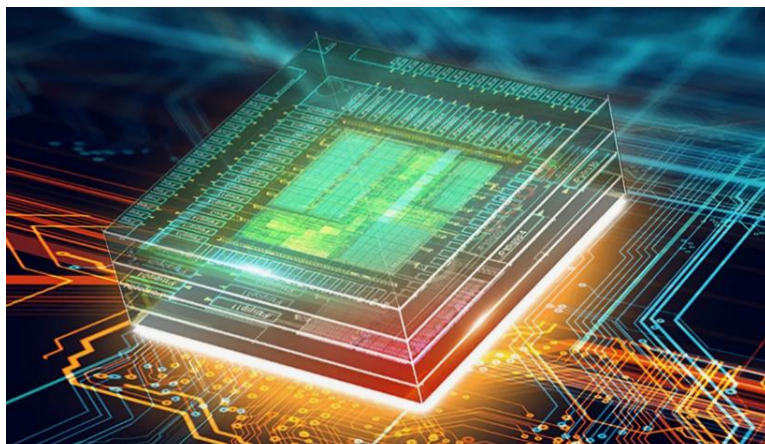


Рисунок 4 – микропроцессор 1нм начала 2020-х годов

#### Повышение уровня образования

Для формирования каких-либо идей у будущих специалистов следует формировать кружки, доп. занятия и прочие мероприятия, на которых будут более углублённо изучаться темы, связанные с микроэлектроникой, а то есть “Робототехника”, где будут учить собирать простых роботов путём подключения к специальному конструктору модули и микросхемы, благодаря которым можно будет управлять роботом. Также можно на доп. занятиях по предмету “Информатика” добавить определённые занятия по программированию модулей и микросхем для роботов, используемых в “Робототехнике”.



Рисунок 5 – Повышение образованности людей, осваивающих данную сферу

#### Стимулирование инноваций

Государство должно заинтересовывать граждан вступать в данную сферу, например путём выдачи грантов на различных тематических конкурсах и мероприятиях, включить в школьную программу предметы или темы, затрагивающие микроэлектронику в уже имеющихся предметах (“Технология” и “Информатика”).

#### Международное сотрудничество

Россия на данный момент имеет партнёров в лице Китая, Индии, Ирана и других стран, с которыми как раз проводятся совместные разработки как в пределах парного сотрудничества, так и группового в рамках BRICS И ШОС. Следовательно, из нынешних достижений в международном сотрудничестве можно

отметить экономический союз BRICS (Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР и др.), в пределах которого страны-участницы могут свободно обмениваться разными технологиями и разработками. ШОС (Шанхайская организация сотрудничества), в планы которой также входят совместные разработки в различных сферах науки, в том числе и микроэлектронике.



Рисунок 6 – основные страны-участницы BRICS

#### Внедрение новых технологий

Микроэлектроника на данном этапе развивается очень резко и применение современных технологий ускорит дальнейшее развитие этой науки в огромных масштабах. Например нейросети, которые позволят быстрее создавать схемы, а также находить ошибки в разработках как работников, так и иногда в своих наработках, так как нейросеть не только генерирует, но и постепенно обучается.

#### Вывод

Российская микроэлектроника хоть пока что и отстаёт от микроэлектроники США, но, если правительство будет продвигать данное направление путём привлечения инвестиций, направлением образования в изучение данной сферы науки или хотя бы рассказывать юным умам о том, что в принципе означает микроэлектроника и где они с ней сталкиваются, чтобы при банальных диалогах или при задавании вопросов о микроэлектронике не было глупых ответов или пустого молчания. Также внедрять новейшие технологии в разработки для ускорения развития в разработках и проектировании, а также в оптимизации работы предприятий. Обновить оборудование до современного и начать разрабатывать своё оборудование для улучшения ситуации на мировом рынке и ситуации на производстве внутри государства. И, естественно, продвигать свои идеи среди союзников и показывать свои готовые изделия остальным странам-партнёрам для распространения мнения о российской микроэлектронике.

### Список литературы

1. К.Х.Друэ, Х.Таст, Дж. Мюллер. Радиочастотные модели пассивных компонентов LTCC в диапазоне более низких частот // Прикладная микроволновая печь и беспроводная связь. Апрель 1998.
2. Материалы для микросхем DuPont, Низкотемпературная диэлектрическая лента Cofire 951 Green Tape. – Руководство по выбору продукта, редакция 10/04.
3. Малорацкий Л. Г. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ. – М.: Советское радио, 1976. – 216 с.
4. Матей Д. Л., Янг Л., Джонс Е. М. Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи. – М.: Связь, 1972.– 493 с.
5. Савицкий А., Заксе К. Новые копланарные и микрополосковые направленные ответвители на основе соединенных линейных проводников для печатных плат и LTCC-приложений // Труды IEEE по микроволновой теории и технике, том 51, № 6, декабрь 2003 г., с. 1743-1751.
6. Савицкий А., Заксе К. Quase-Идеальные многослойные двух- и трехполосные направленные ответвители для монолитных и гибридных микрофонов. – Труды IEEE по микроволновой теории и технике. Том 47, № 9, сентябрь 1999 г., с. 1873-1888.
7. Пат. 2238605 РФ. Управляемый микрополосковый корректор наклона амплитудно-частотной характеристики/Вахтин Ю. В., Капкин С. П., Прищенко А. М., Токарева Н. В. // Открытия. Изобретения. 2004.
8. Имитатор потока ошибок в канале передачи данных при приеме двоичных цифровых радиосигналов / В.В. Лавлинский, Ю.Ю. Громов, И.В. Дидрих [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 2. – С. 59-65.
9. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы в части обратимых одиночных событий / А.Е. Козюков, Г.А. Распопов, А.И. Яньков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 27-32. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.

### References

1. Drue K.H., Thust H., Muller J. RF Models of passive LTCC components in the lower GHz range. - Applied Microwave & Wireless. April 1998.
2. DuPont Microcircuit Materials, Low Temperature Cofire Dielectric Tape 951 Green Tape. - Product Selector Guide, Rev. 10/04.
3. Maloratskiy L.G. Microminiaturisation of elements and devices of microwave. - Moscow: Soviet Radio, 1976. - 216 c.
4. Matei D.L., Yang L., Jones E.M.T. UHF filters, matching circuits and communication circuits. - Moscow: Svyaz, 1972. 493 p.
5. Sawicki A., Sachse K. Novel Coupled-Line Conductor-Backed Coplanar and Microstrip Directional Couplers for PCB and LTCC Applications // IEEE Transactions on microwave theory and techniques, vol. 51, №. 6, Dec. 2003, p. 1743-1751.

6. Sawicki A., Sachse K. Quase-Ideal Multilayer Two- and Three-Strip Directional Couplers for Monolithic and Hybrid MIC's // IEEE Transactions on microwave theory and techniques. vol.47, no.9, Sept. 1999, p. 1873-1888.

7. Pat. 2238605 RF. Controlled Microstrip Corrector of the Slope of the Amplitude-Frequency Response Slope / Vakhtin Yu. V., Kapkin S. P., Prishchenko A. M., Tokareva N. V. // Discoveries. Inventions. 2004.

8. Simulator Error flow simulator in the data transmission channel at reception of binary digital Radio signals / V.V. Lavlinsky, Yu.Yu. Gromov, I.V. Diedrich [et al] // // Modeling of systems and processes. Modeling of systems and processes. - 2019. - Vol. 12, № 2. - P. 59-65.

9. Methods to ensure the resistance of electronic component base in terms of reversible single events / A.E. Kozyukov, G.A. Raspopov, A.I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 1. - P. 27-32. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.



## **ПОЛУСУММАТОРЫ: ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЕ**

В.В. Котляров, А.Э. Никитенко

n1k1tenkoo@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В процессе изучения данной темы был осуществлен тщательный анализ функциональных возможностей полусумматоров. Рассмотрены главные источники, посвященные принципам работы с этими элементами цифровой логики. Полусумматоры были реализованы с наибольшим вниманием на их основные функции и возможное использование в более сложных логических схемах. Разработанные логические схемы иллюстрируют работу полусумматоров в различных условиях, что позволяет углубить понимание их роли.

Ключевые слова: полусумматор, цифровая логика, проектирование, логические схемы, арифметические операции.

## **HALF ADDERS: BASICS AND APPLICATIONS**

n1k1tenkoo@yandex.ru

V.V. Kotlyarov<sup>1</sup>, A.E. Nikitenko

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the process of studying this topic, a thorough analysis of the functional capabilities of half-adders was carried out. The main sources dedicated to the principles of working with these elements of digital logic were examined. Half-adders were implemented with the greatest attention to their basic functions and possible use in more complex logical circuits. The developed logical circuits illustrate the operation of half-adders under various conditions, which deepens the understanding of their role.

Keywords: half adder, digital logic, design, logic circuits, arithmetic operations.

### **Введение**

Полусумматоры играют значимую роль в проектировании цифровых систем и могут быть использованы в схемах, требующих простого сложения двух битов. Как раз-таки простота делает их идеальными для стандартных приложений в цифровой электронике. Полусумматор принимает два входных сигнала: первый и второй операнды, а также два выхода: сумму и флаг переноса.

## Основные компоненты полусумматора

Полусумматор можно реализовать с помощью логических операторов: XOR и AND. Сумма двух входов создается с помощью логического оператора XOR, в то время как флаг переноса определяется оператором AND.

Таблица 1 – Таблица истинности полусумматора

A	B	Сумма (S)	Перенос (C)
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Здесь A и B – это входные разряды, S – это сумма, а C – это перенос.

### Применение полусумматоров:

1. Сумматоры. Полусумматоры могут использоваться в качестве строительных блоков для создания полнофункциональных сумматоров. Впоследствии эти сумматоры используются для сложения двоичных чисел.

2. Арифметические и счетные устройства. Полусумматоры могут использоваться в арифметических и счетных устройствах, примерами которых являются компьютеры, микроконтроллеры и другие цифровые системы. Они позволяют выполнить сложение двоичных чисел и обработать перенос.

3. Умножители. Полусумматоры могут использоваться в умножителях для выполнения частей операции умножения, таких как сложение промежуточных результатов.

4. Контроллеры и сдвиговые регистры. Полусумматоры могут использоваться в контроллерах и сдвиговых регистрах для выполнения операций сложения и обработки переноса.

5. Кодеры и декодеры. Полусумматоры могут использоваться в кодерах и декодерах для обработки двоичных данных.

Полусумматоры являются значимыми элементами цифровой электроники и имеют большое применение в различных устройствах и системах. Они помогают выполнять операции сложения двоичных чисел и обрабатывать переносы, что делает их очень полезными в цифровой логике и арифметике.

### Виды полусумматоров

Полусумматоры являются первенствующими компонентами в цифровой логике и, в зависимости от различных параметров и методов реализации, могут быть классифицированы на несколько видов. Рассмотрим базовые типы полусумматоров.

- Классические полусумматоры

Это наиболее широко применяемый тип полусумматоров. Они используют стандартные логические элементы, такие как XOR и AND, для выполнения операции сложения. Основной удобностью классических полусумматоров является их очевидная простота и доступность в реализации. Эти устройства

обеспечивают надежное выполнение операций сложения лишь двух битов, без учета переноса.

- Полусумматоры с использованием универсальных логических элементов

В некоторых системах полусумматоры могут быть реализованы с использованием универсальных логических элементов, таких как NAND или NOR. Такие схемы могут быть не такими простыми, но предоставляют дополнительные возможности для проектирования и минимизации затрат на компоненты. Использование универсальных элементов позволяет создать полусумматор, который будет иметь меньшие габариты при той же функциональности.

- Промышленные полусумматоры

В промышленных приложениях используются конкретные полусумматоры, которые встроены в ASIC (специально интегральные схемы) или FPGA (кастомизируемые логические матрицы). Эти полусумматоры могут повышать эффективность под конкретные желания клиента или задачи, что позволяет добиться немалой производительности и небольшого потребления энергии. Их применение широко распространено в современных электронных системах и устройствах.

- Микросхемы с полусумматорами

Существуют также интегральные микросхемы, которые содержат несколько полусумматоров и могут выполнять операции сложения одновременно учитывая несколько входных данных. Эти микросхемы используются в конъюнктивных устройствах, упрощая проектирование более сложных цифровых систем. Они предлагают пользователям удобство для создания высокопроизводительных схем без потребности разрабатывать индивидуальные полусумматоры.

**Заключение**

Полусумматоры являются основополагающими компонентами цифровой логики, необходимыми для возможности сложения в компьютерных системах. Их простота и результативность делают их незаменимой частью любой схемы, связанной с операциями над двоичными числами.

В изучении полусумматоров важно иметь в виду их функциональные возможности и применения в современных цифровых системах, которые позволяют расширить горизонты проектирования более сложных логических схем.

### **Список литературы**

1. Сазонова С. А., Звягинцева А. В., Осипов А. А. Моделирование сценариев развития пожара в торговом развлекательном центре // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 50-59. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-50-59.

2. Результаты оценки надежности микросхемы 1921BK028 / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Е.В. Грошева, А.И. Яньков // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 37-41.

3. Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В., Денисова О.А., Полуэктов А.В. Обзор логических базисов и микросхем при построении

комбинационного устройства с учетом надежности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.

4. Координация проектных работ в области СнК и сложно-функциональных блоков / К.В. Зольников, В.И. Анциферова, С.А. Евдокимова, С.В. Гречаный // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 71-76.

### References

1. Sazonova S. A., Zvyagintsev A. V., Osipov A. A. Simulation of scenarios for the development of a fire in a shopping and entertainment center // Modeling of Systems and Processes. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 50-59. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-50-59.

2. Results of Reliability Assessment of the Microchip 1921VK028 / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, E.V. Grosheva, A.I. Yankov // Modeling of Systems and Processes. – 2019. – Vol. 12, No. 4. – pp. 37-41.

3. Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V., Denisova O.A., Poluektov A.V. Review of Logic Bases and Microchips in the Construction of Combinational Devices Considering Reliability // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 115-124.

4. Coordination of design works in the field of SnC and complex-functional blocks / K.V. Zolnikov, V.I. Antsiferova, S.A. Evdokimova, S.V. Grechany // Modeling of systems and processes. - 2020. - Vol. 13, № 3. - P. 71-76.

## **ОДНОТАКТНЫЙ СИНХРОННЫЙ RS-ТРИГГЕР С УСТАНОВКОЙ**

В.И. Анциферова, О.А. Журавлева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье был рассмотрен однотоктный синхронный RS-триггер с установкой. Были представлены схемы RS-триггеров с разными базисами. Особое внимание уделено принципам работы триггера и его применению в цифровых системах. Рассмотрены ключевые аспекты функционирования RS-триггера в синхронных режимах.

Ключевые слова: RS-триггер, однотоктный, синхронный, цифровые схемы, установка.

## **SINGLE-CYCLE SYNCHRONOUS RS TRIGGER WITH INSTALLATION**

V.I. Antsiferova, O.A. Zhuravleva

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a single-cycle synchronous RS flip-flop with installation was considered. Circuits of RS flip-flops with different bases were presented. Particular attention is paid to the principles of operation of the trigger and its application in digital systems. Key aspects of the functioning of an RS flip-flop in synchronous modes are considered.

Keywords: RS flip-flop, single-cycle, synchronous, digital circuits, set function.

Триггеры — это электронные устройства, которые могут долго оставаться в одном из двух устойчивых состояний и переключаться между ними под воздействием внешних сигналов. Они являются основными элементами цифровой логики и используются для хранения и обработки двоичной информации. Триггеры важны для большинства запоминающих устройств, так как позволяют хранить небольшие объемы данных, такие как коды, биты и сигналы.

Существуют различные типы триггеров, каждый из которых имеет свои особенности управления состояниями:

RS-триггер— базовый тип триггера, который изменяет свое состояние при подаче сигнала на входы "Set" (установить) или "Reset" (сбросить). Он может быть как асинхронным, так и синхронным.

D-триггер— фиксирует текущее состояние входного сигнала "Data" во время тактового импульса и передает его на выход. Основное преимущество D-триггера — простота и надежность в работе. JK-триггер — более совершенная модель RS-триггера, способная устранять неопределённость состояний. При подаче активных сигналов на входы J и K, его состояние переключается.

Т-триггер (Toggle) – изменяет своё состояние при каждом тактовом импульсе и наиболее часто используется, например, в счётчиках для чередования состояний.

Каждый из этих типов триггеров может применяться в системах памяти, логических устройствах и счётчиках для хранения небольших объёмов данных, таких как биты и сигналы.

В работе будет рассмотрен одноканальный синхронный RS-триггер с установкой.

RS-триггер, также известный как SR-триггер (Set/Reset – установить/сбросить), представляет собой асинхронное устройство, его состояние изменяется при подаче активного сигнала на один из входов. Если на обоих входах неактивные сигналы, то он сохраняет текущее состояние, функционируя как элемент памяти для хранения одного бита информации.

RS-триггер используется для запоминания состояния логической схемы. При изменениях входных сигналов могут возникать переходные процессы, называемые "опасными гонками". Чтобы их избежать, состояние должно запоминаться в строго определённые моменты после завершения переходных процессов, чтобы выходной сигнал точно соответствовал функции схемы. Для всех цифровых схем необходим тактовый сигнал, который подаётся на вход триггера и завершает переходные процессы.

Триггеры, которые фиксируют входные сигналы только в моменты, определённые тактовым сигналом, называются синхронными. Простейшая схема RS-триггера состоит из двух логических элементов "И-НЕ", соединённых последовательно. У триггера есть основной выход, обозначаемый Q, и инверсный выход, обозначаемый  $\bar{Q}$ .

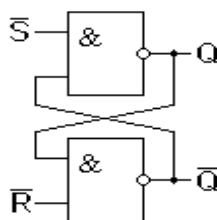


Рисунок 1 – Схема простейшего RS-триггера на базисах "И-НЕ".  
Входы R и S инверсные (активный уровень '0')

RS-триггер также можно собрать с помощью логических элементов "ИЛИ", как показано на рис. 2. Принцип работы остается аналогичным схеме с элементами "И-НЕ". Главное отличие в том, что для установки и сброса триггера в варианте с "ИЛИ" используются логические уровни "1", что связано с особенностями инверсной логики, упомянутой ранее.

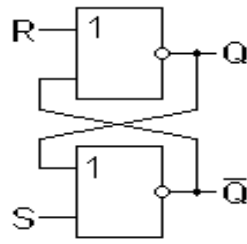


Рисунок 2 – Схема RS триггера на логических элементах ИЛИ-НЕ.  
Входы R и S прямые (активный уровень '1')

Синхронный RS-триггер запоминает состояние входов S и R только тогда, когда на входе C (Clock) присутствует единичный сигнал, его схема представлена на рис. 3. Этот тактовый сигнал синхронизирует работу триггера, что помогает избежать нежелательных переходных процессов и так называемых состязаний сигналов. Такие ситуации могут возникнуть, когда один из входных сигналов поступает раньше другого, что приводит к некорректной работе схемы. Синхронизирующий сигнал позволяет включать триггер в точно заданный момент, обеспечивая правильную работу устройства.

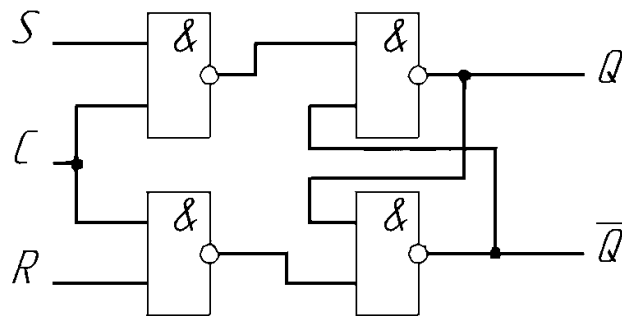


Рисунок 3 – Схема синхронного RS-триггера

Чтобы понять, как работает синхронный RS-триггер, можно взглянуть на рисунок выше. Пока на вход C не подается сигнал логической единицы, из-за наличия логических элементов ИЛИ, сигналы с входов S и R не фиксируются. Когда на вход C приходит единица, синхронный триггер начинает функционировать, как асинхронный. Для ясности приведем таблицу истинности (табл. 1): «x» обозначает невозможность записи, а «\*» — запрещенную комбинацию.

Таблица 1 – Таблица истинности синхронного RS-триггера

C	R	S	Q(t)	Q(t+1)
0	x	x	0	0
0	x	x	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
C	R	S	Q(t)	Q(t+1)

1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	*
1	1	1	1	*

Значение одноклактного синхронного триггера с функцией установки заключается в его способности эффективно управлять состояниями цифровых систем с высокой точностью и надёжностью. Этот триггер работает в строгой зависимости от тактового сигнала, что помогает устранить ошибки, возникающие в асинхронных схемах из-за переходных процессов и неожиданных сигналов. Синхронизация с тактовым сигналом позволяет фиксировать данные в определенных моменты, когда система полностью подготовлена. Это обеспечивает стабильность и четкость работы, снижая риск сбоев или неправильных состояний.

Функция установки (Set) расширяет возможности триггера, позволяя изменять его состояние по необходимости. Это особенно полезно в сложных цифровых устройствах, где требуется точный и быстрый контроль, таких как цифровая память, счётчики и регистры. Одноклактный синхронный триггер с функцией установки идеально подходит для приложений, где важны точная синхронизация, надёжная работа и стабильность в условиях высокой нагрузки и сложных процессов.

В ходе этой работы был проведён анализ различных типов триггеров, их характеристик и применения в цифровых системах. Особое внимание уделялось одноклактному синхронному RS-триггеру с функцией установки, который играет важную роль в системах, требующих точной синхронизации и надёжного управления состояниями. Мы рассмотрели принципы работы RS-триггера, включая его реализацию с использованием различных логических элементов, таких как "2И-НЕ" и "ИЛИ", а также его синхронную версию, работающую с тактовым сигналом.

### Список литературы

1. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. – СПб: БХВ-Петербург, 2010. – С. 128-130.
2. Кулакова, А. А. Блочный метод синтеза триггерных схем с использованием карт минтермов / А. А. Кулакова, Е. Б. Лукьяненко // Известия вузов. Электроника. – 2019. – № 6. – С. 602-608.
3. Богданович, М. И. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник. – Мн.: «Беларусь». – 1991. – С. 395-431.
4. Михлин, Б.С. Сборка RS-триггера на микросхемах, содержащих элементы "ИЛИ-НЕ", "И-НЕ" / Б.С. Михлин, А. Комшина, С. Телибаев. – Москва, 2018. – С. 17-25.



5. Загидуллин, А. Р. Триггер: Описание, принцип работы и область применения / А. Р. Загидуллин, В. Г. Сaitкулов. – Казань, 2023. – С. 469-470.

6. Ягодкин А.С. Разработка алгоритмов и программ анализа электрических характеристик БИС / А.С. Ягодкин, В.К. Зольников, Т.В. Скворцова, А.В. Ачкасов, С.А. Кузнецов, Ф.В. Макаренко // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 136-148.

### References

1. Mikushin A. V. Sazhnev A. M., Sedinin V. I. Digital devices and microprocessors: textbook. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2010. – P. 128-130.

2. Kulakova A. A., Lukyanenko E. B. Block method for the synthesis of trigger circuits using minterm maps // News of universities. Electronics. - 2019. - No. 6. - pp. 602-608.

3. Bogdanovich, M. I. Digital integrated circuits – Mn.: “Belarus”. – 1991. – p. 395-431

4. Mikhlin B. S., Komshina A. Telibaev S. Assembly of an RS trigger on microcircuits containing elements “OR-NOT”, “AND-NOT”. - Moscow, 2018. – P. 17-25.

5. Zagidullin A. R., Saitkulov V. G. Trigger: Description, principle of operation and scope. – Kazan, 2023. – P. 469-470.

6. Yagodkin A.S., Zolnikov V.K., Skvortsova T.V., Achkasov A.V., Kuznetsov S.A., Makarenko F.V. Development of algorithms and programs for the analysis of electrical characteristics of BIS // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – pp. 136-148.

## УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

А.О. Карташов, А.Н. Шульгина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В настоящее время можно наблюдать зарождение и развитие нового поколения материалов – «умных» материалов. В данной статье рассмотрены основные виды «умных» материалов, их свойства и применение.

Ключевые слова: материалы, электроника, эффект.

## SMART MATERIALS IN MODERN ELECTRONICS

A.O. Kartashov, A.N. Shulgina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Now it is possible to observe the emergence and development of a new generation of materials – “smart” materials. This article describes the main types of “smart” materials, their properties and applications.

Keywords: materials, electronics, effect.

### Введение

Всю историю развития промышленности человек стремился к улучшению, развитию и повышению эффективности. В наши дни умные материалы являются очередной вехой в технологиях, позволяющей эффективно взаимодействовать с различными природными явлениями.

### Применение умных материалов в наши дни

Адаптивные материалы – это комплекс элементов, включающий в себя детекторы, которые классифицируются по различным категориям, учитывая их степень реакции на внешние воздействия. Рынок умных материалов достаточно разнообразен, однако наиболее значительную долю занимают пьезоэлектрические материалы, которые представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Пьезоэлектрические материалы

Такая ситуация возникла из-за их свойств, которые можно применять, например, в сфере электрообеспечения и электропроводимости, используя природные и синтетические кристаллы (рис. 2-3). Все сферы промышленности активно внедряют пьезоэлектрические устройства.



Рисунок 2 – Природные кристаллы



Рисунок 3 – Синтетические кристаллы

Как известно, в хирургической отрасли необходима точность, гибкость и адаптивность, именно поэтому нитинол, который является результатом скрещивания меди и полимеров, так необходим в современной медицине.

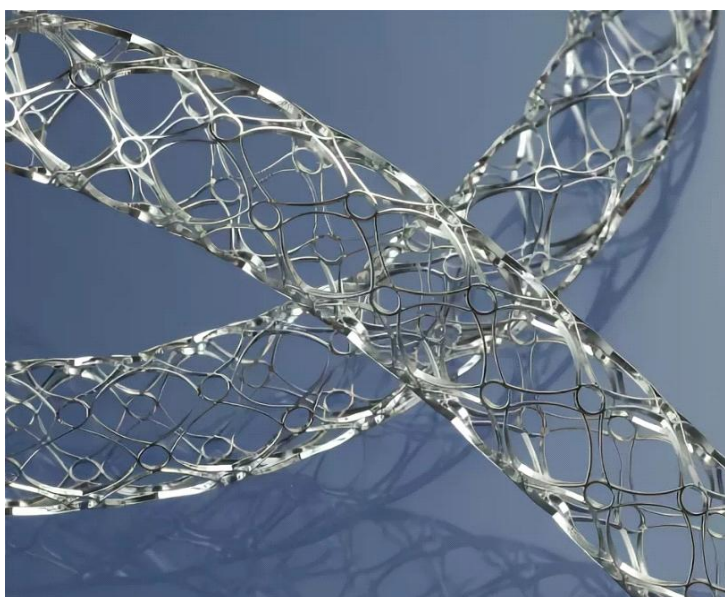


Рисунок 4 – Нитинол

Далее рассмотрим материалы, которые применяются в современных информационных технологиях:

В наши дни невозможно представить современную аппаратуру без применения принципов повышенной проводимости, как тепловой, так и электрической. Нанюглерод является основным компонентом для повышения проводимости. За счет дополнительной защиты в неблагоприятных метеоусловиях новейшие сплавы уже сейчас активно применяются в логистике, промышленности

и строительной сфере. С учетом новейших тенденций развития электромобилей и альтернативных источников энергии, все более заметную роль занимают разработки в сфере литий-ионных аккумуляторов и солнечных панелей. Не менее полезные материалы, умеющие сохранять энергию, так как это приводит к уменьшению издержек, тем самым позволяя распределять полезную энергию

Сфера мониторинга применяются во многих процессах, начиная с обработки механических повреждений, заканчивая анализом процессом в промышленном производстве товаров массового потребления. За счет динамического развития данного рынка, многие компании заинтересованы во внедрении собственных технологий и решений, которые включают в себя в том числе пластины, датчики и иные технологические средства. Это приводит в высокой и постоянно растущей конкуренции.

Еще одним материалом, который относится к категории «умных» является аэрогель. Он содержит полимер, соединённый с растворителем для создания геля, далее удаления жидкости и замены её на воздух. Разные по уплотнённости стенки, полагаются на механические характеристики, в том числе электропроводность. Результат процедура приобретения аэрогеля представлен на рис. 5.



Рисунок 5 – Аэрогель

#### Материалы с памятью формы

Возвращение изначального внешнего вида после термической обработки, отмечается у определенных материалов – этот процесс имеет название эффект памяти формы.

При изменении материала, наружный слой вытягивается, а внутренний сжимается. При нагревании материал с таким эффектом формирует напряжение, которое сопротивляется изменению формы. На рисунке 6 отображена схема данного процесса. В результате того что наружный слой сжимается, а внутренний сжимается, материал сам делает обратную деформацию в противоположную сторону и возвращается в исходную форму. Возвращение в исходную форму, основано на химическом составе и характеристике сплава. Этот эффект реализуется по алгоритму, включающему миллионы итераций.

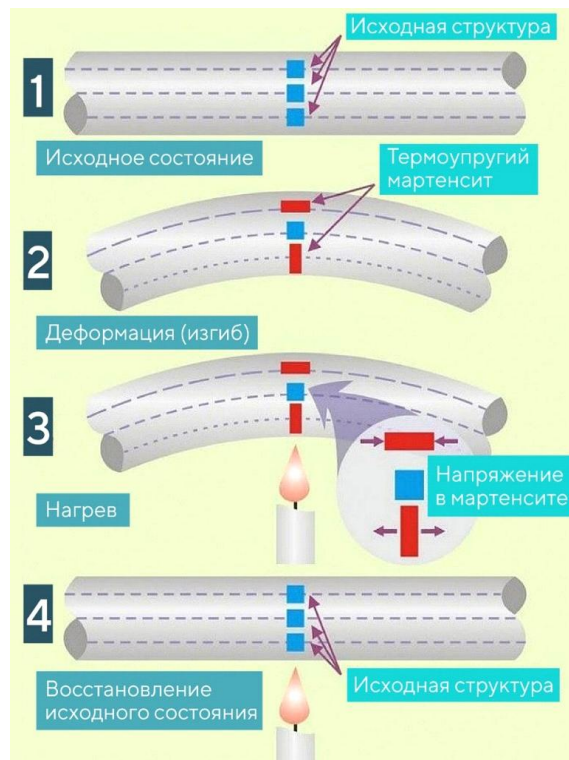


Рисунок 6 – Эффект памяти формы

### Гидрофобные покрытия

Пример гидрофобного эффекта можно заметить в природе на примере цветка лотоса. Изучение данного феномена позволило заметить “шипованную” структуру. То есть капля воды скатывается, забирая с собой инородные элементы, позволяя очищать поверхность растения.

Это явление активно используется в настоящее время в промышленности, создавая эффект "шипованного" слоя. Который в свою очередь применяется в автомобильной индустрии, а именно сфере лакокрасочного покрытия. Это позволяет уменьшать воздействие коррозии, тем самым продлевать срок эксплуатации.

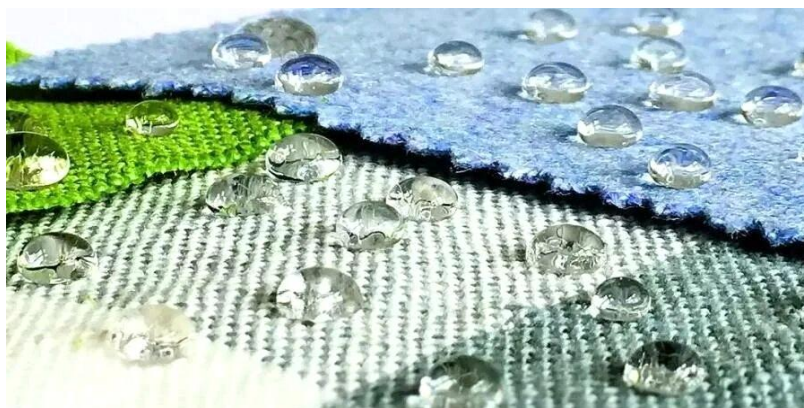


Рисунок 7 – Гидрофобное покрытие

### Список литературы

1. Акименко А.В., Аникеев Е.А., Воронин В.В. Методика и алгоритм расчета и подбора насосных агрегатов для хранилищ жидких продуктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 7-13.
2. Методы обеспечения стойкости электронной компонентной базы в части обратимых одиночных событий / А.Е. Козюков, Г.А. Распопов, А.И. Янков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 27-32. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.
3. Сазонова, С.А. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, А.В. Звягинцева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 44-54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-44-54.
4. Сазонова, С.А. Расчет смешанным методом статически неопределимых рам с элементами повышенной жесткости и численная проверка результатов расчетов с помощью метода конечных элементов / С.А. Сазонова, В.Ф. Асмнин, А.В. Звягинцева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 54-66. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-54-66.
5. Журавлева, И.В. Развитие технологии систем на кристалле для современной электронной компонентной базы / И.В. Журавлева, Е.А. Попова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 12-20. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-12-20.
6. Схемотехнические методы обеспечения стойкости ЭКБ к воздействию тяжелых заряженных частиц / В.К. Зольников, Ф.В. Макаренко, И.В. Журавлева [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 35-42. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-35-42.

### References

1. Akimenko A.V., Anikeev E.A., Voronin V.V. Methodology and algorithm for calculation and selection of pumping units for liquid product storages // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 7-13.
2. Methods of ensuring the stability of the electronic component base in terms of reversible single events / A.E. Kozyukov, G.A. Raspopov, A.I. Yankov [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 1. – pp. 27-32. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-27-32.
3. Sazonova, S.A. Modeling of dangerous internal forces in the calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Zvyagintseva // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 44-54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-44-54.
4. Sazonova, S.A. Calculation by a mixed method of statically indeterminate frames with elements of increased rigidity and numerical verification

of calculation results using the finite element method / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Zvyagintseva // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 2. – pp. 54-66. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-54-66.

5. Zhuravleva, I.V. Development of technology of systems on a chip for a modern electronic component base / I.V. Zhuravleva, E.A. Popova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 12-20. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-12-20.

6. Circuit engineering methods for ensuring the resistance of ECB to the effects of heavy charged particles / V.K. Zolnikov, F.V. Makarenko, I.V. Zhuravleva [et al.] // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 35-42.



## ОБЗОР ПРОЦЕССОРА APPLE A15 BIONIC

В.Д. Косых

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматривается обзор на процессор Apple A15 Bionic, который присутствует в телефонах следующих моделей: iPhone 14, 14 Plus, 13, 13 Mini, 13 Pro, 13 Pro Max, SE (3-го поколения), iPad mini (6-го поколения) и Apple TV 4K (3-го поколения). Обсуждается сравнение с моделью Apple A13, а так же с конкурентом - Qualcomm Snapdragon. Выделяются преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Apple, Apple A15 Bionic, процессор, сравнительная характеристика, тесты, бенчмарки, производительность, технические характеристики, преимущества, недостатки.

## REVIEW OF THE APPLE A15 BIONIC PROCESSOR

V.D. Kosykh

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers an overview of the Apple A15 Bionic processor, which is present in the phones of the following models: iPhone 14, 14 Plus, 13, 13 Mini, 13 Pro, 13 Pro Max, SE (3rd generation), iPad mini (6th generation) and Apple TV 4K (3rd generation). A comparison with the Apple A13 model is discussed, as well as with a competitor - Qualcomm Snapdragon. Advantages and disadvantages are highlighted.

Keywords: Apple, Apple A15 Bionic, processor, comparative characteristics, tests, benchmarks, performance, technical characteristics, advantages, disadvantages.

14 сентября 2021 года, корпорация Apple анонсировала выход новой, мощной системы A15 Bionic, который тогда и сейчас является конкурентноспособной системой для смартфонов. Ценится данный микропроцессор за мощную графическую часть, которая улучшилась на 30%, по сравнению с предыдущей версией, а также за нейронный движок который способен выполнять до 15,8 триллионов вычислений.

Хоть и процессору уже почти 4 года, он является актуальным и по сей день и может дать большую конкуренцию аналогам. Apple устанавливает данную систему A15 в следующие смартфоны: Iphone 13, Iphone 13 mini, Iphone 13 Pro и Pro Max, SE (3-го поколения), 14 и 14 plus, а также в Apple TV 4k.

Рассмотрим технические характеристики:

- архитектура: 5-нанометровый (нм) техпроцесс, 6 ядер CPU;

- тактовая частота 3.23 GHz;
- кэш-память 16 МБ (L2) 8 МБ (L3);
- графический процессор имеет 5 ядер;
- нейропроцессор Neural Engine 16 ядер.

Рассмотрим производительность данного процессора на результатах бенчмарков.

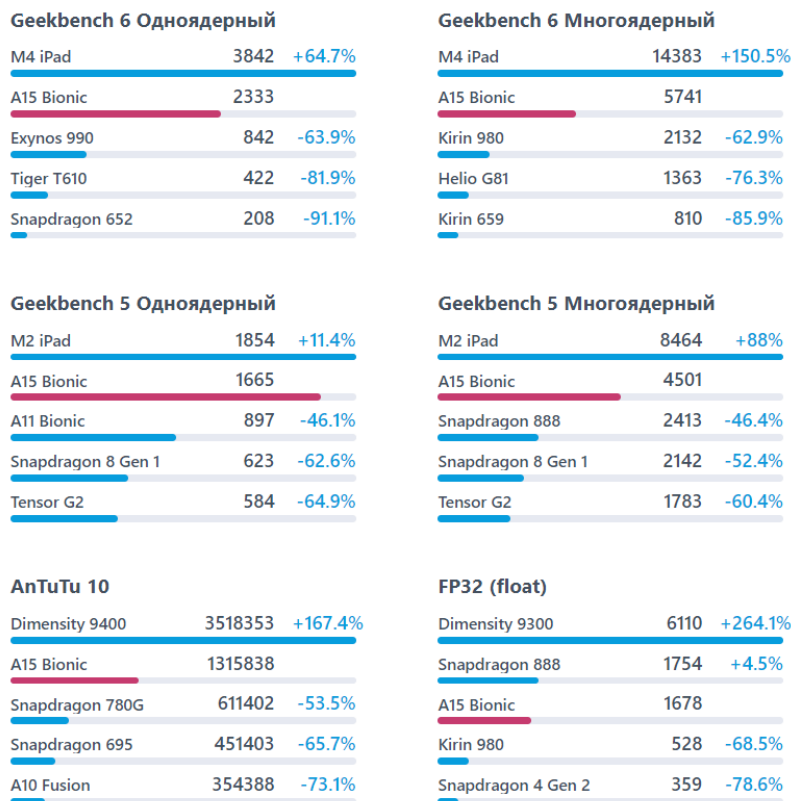


Рисунок 1 – Тестирование процессора

Тест Geekbench одноядерный использует системную память, используя только одно ядро ЦП. Соответственно Geekbench многоядерный задействует все ядра ЦП.

Тест AnTuTu производит комплексную оценку производительности.

FP32 измеряет производительность с двойной точностью с плавающей запятой вычисления сцены с помощью механизма трассировки лучей.

Можем заметить, что наш процессор стабильно находится в тройке лидеров среди популярных процессоров.

Проведем сравнение с конкурентом Qualcomm Snapdragon.



Рисунок 2 – Обзор A15 Bionic и Qualcomm Snapdragon

По результатам теста видим что, процессоры практически стоят на одном уровне, но все – таки лидирует A15 Bionic. Но так же отметим, что Qualcomm Snapdragon показывает лучшую производительность в вычислениях с плавающей запятой. На 50 % выше пропускная способность памяти, чем у A15. А так же имеет на 2 ядра больше и меньший размер транзистора.

Время автономной работы телефона iPhone 13 (батарея емкостью 3227 мА\*ч) на процессоре A15 без подзарядки составляет 7 часов 45 минут.

Проведем сравнение процессора этой же марки, но моделью ниже – A13 Bionic.

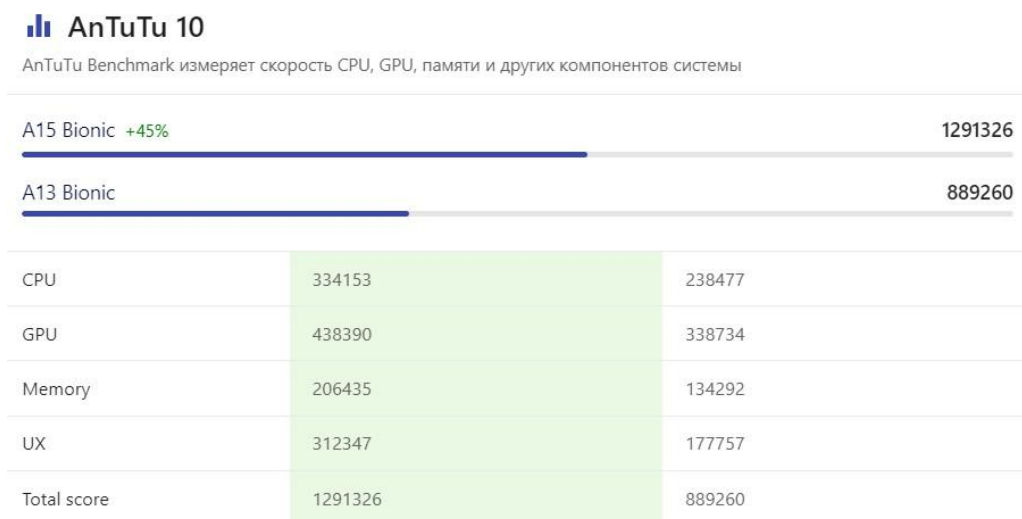


Рисунок 3 – Тест AnTuTu 10

## GeekBench 6

GeekBench показывает однопоточную и многопоточную производительность CPU

Single-Core Score		Multi-Core Score	
A15 Bionic +33%	2332	A15 Bionic +38%	5736
A13 Bionic	1748	A13 Bionic	4161

Asset compression	203.3 MB/sec	147.7 MB/sec
HTML 5 Browser	124.4 pages/sec	87.5 pages/sec
PDF Renderer	143.5 Mpixels/sec	104.2 Mpixels/sec
Image detection	130 images/sec	74 images/sec
HDR	169.9 Mpixels/sec	125.4 Mpixels/sec
Background blur	22.2 images/sec	14.3 images/sec
Photo processing	60.2 images/sec	39.3 images/sec
Ray tracing	5.93 Mpixels/sec	4.6 Mpixels/sec

Рисунок 4 – Тест GeekBench 6

## 3DMark

Кроссплатформенный бенчмарк, оценивающий производительность графики в Vulkan (Metal).

3DMark Wild Life Performance		
A15 Bionic +25%		9444
A13 Bionic		7530

Stability	82%	72%
Graphics test	56 FPS	45 FPS
Score	9444	7530

Рисунок 5 – Тест 3DMark

По результатам теста можно заметить, что A15 Bionic обгоняет A13 Bionic. На основе этого можно выделить преимущества первой модели:

- Скорость процессора на 15,2% выше;
- Скачивание в 6,25 раз быстрее;
- Размер полупроводника на 2 нм меньше;
- Поддерживает 5G;
- Выгрузка в 13 раз быстрее.

Рассмотрев процессор Apple A15 Bionic, можно сделать следующие выводы. ЦП является производительным и энергоэффективным, в графических тестах является более быстрым, чем предыдущая модель. Так же в чипе присутствует нейронный движок с 16 ядрами и появляется двойной объем кэша.

### Список литературы

1. A15 Bionic против A13 Bionic // nanoreview.net. – URL: <https://nanoreview.net/ru/soc-compare/apple-a15-bionic-vs-apple-a13-bionic> (дата обращения: 10.10.2024).
2. Apple A15 // Wikipedia. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_A15](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_A15) (дата обращения: 10.10.2024).
3. Apple A15 Bionic // cputronic. – URL: <https://cputronic.com/ru/soc/apple-a15-bionic?ysclid=m25sxcz4f5632771967> (дата обращения: 10.10.2024).
4. Apple A15 Bionic vs Apple A11 Bionic // Hitesti. – URL: <https://hitesti.com/ru/compare/cpu/apple-a15-bionic-vs-apple-a11-bionic?ysclid=m25uq9c76o938960650> (дата обращения: 10.10.2024).
5. Обзор Apple A15 Bionic: плюсы и минусы // profolus. – URL: <https://www.profolus.com/topics/apple-a15-bionic-review-pros-cons/> (дата обращения: 10.10.2024).
6. ОБЗОР APPLE A15 BIONIC: ХАРАКТЕРИСТИКИ, СМАРТФОНЫ И ТЕСТЫ В ИГРАХ // unite4buy. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/Apple-A15-Bionic/?ysclid=m25u1eoxpz907542365> (дата обращения: 10.10.2024).
7. ОБЗОР QUALCOMM SNAPDRAGON 888 // unite4buy. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/Qualcomm-Snapdragon-888/> (дата обращения: 10.10.2024).

### References

1. A15 Bionic vs. A13 Bionic // nanoreview.net. – URL: <https://nanoreview.net/ru/soc-compare/apple-a15-bionic-vs-apple-a13-bionic> (date of application: 10.10.2024).
2. Apple A15 // Wikipedia. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_A15](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_A15) (date of application: 10.10.2024).
3. Apple A15 Bionic // cputronic. – URL: <https://cputronic.com/ru/soc/apple-a15-bionic?ysclid=m25sxcz4f5632771967> (date of application: 10.10.2024).
4. APPLE A15 BIONIC REVIEW: FEATURES, SMARTPHONES AND TESTS IN GAMES // unite4buy. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/Apple-A15-Bionic/?ysclid=m25u1eoxpz907542365> (date of application: 10.10.2024).
5. Apple A15 Bionic Review: Pros and cons // profolus. – URL: <https://www.profolus.com/topics/apple-a15-bionic-review-pros-cons/> (date of application: 10.10.2024).
6. Apple A15 Bionic vs Apple A11 Bionic // Hitesti. – URL: <https://hitesti.com/ru/compare/cpu/apple-a15-bionic-vs-apple-a11-bionic?ysclid=m25uq9c76o938960650> (date of application: 10.10.2024).
7. Geekbench results 6 – test results // techrankup. – URL: <https://www.techrankup.com/ru/smartphones-performance-ranking/geekbench-6/> (date of application: 10.10.2024).

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

К.В. Купцов, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим  
Аль-Амиди Дхаир

ФГБОУ ВО МИРЭА – «Российский технологический университет»

Аннотация. Эта статья рассматривает различные средства защиты информации, которые применяются в агропромышленном комплексе. Она описывает возможности этих средств и их применение в различных областях этой сферы. Важным моментом, на который необходимо обратить внимание, является важность выбора средств защиты информации в зависимости от конкретных задач и требований безопасности системы. Понимание контекста и потребностей поможет эффективно обеспечить безопасность информации на одном из важнейших отраслей в нашей стране. Каждый из перечисленных средств защиты играет важную роль в обеспечении целостности, конфиденциальности и доступности данных. Выбор оптимальных средств защиты информации для конкретной задачи позволит эффективно обеспечить безопасность информации в системе в целом.

Ключевые слова: защита информации, СЗИ, АПК, средства, шифрование, брандмауэр, несанкционированный доступ, ЗИ.

## **INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR LOGISTICS CENTER**

K.V. Kuptsov, Shamsuldaeen Haidar Abdulwahhab H., Mustafa Abdulkadhim  
Al-Ameedee Dhahir

MIREA – Russian University of Technology

Abstract. This article examines the various information security tools that are used in the agro-industrial complex. She describes the possibilities of these tools and their application in various areas of this field. An important point to pay attention to is the importance of choosing information security tools depending on the specific tasks and security requirements of the system. Understanding the context and needs will help effectively ensure the security of information in one of the most important industries in our country. Each of the listed security measures plays an important role in ensuring the integrity, confidentiality and availability of data. Choosing the optimal means of information protection for a specific task will effectively ensure the security of information in the system as a whole.

Keywords: information protection, SPI, АПК, tools, encryption, firewall, unauthorized access, IP.

Для начала следует разобраться со отличительными особенностями земледелия. Это подразумевает груды секций, от выращивания агропродукции вплоть до ее утилизации, спецхранении и доставки потребителю. Информационные

технологии в любой агроотрасли занимают большое значение, на основании автоматизирования череды процессов, а также оптимизируя производство и повышая эффективность. Здесь также появляются недостатки, так как всё упомянутое основывает неисследованные угрозы информационной безопасности, которые ит-специалист обязан решить.

Специфика угроз в АПК, состоит из нескольких факторов:

- Критическая инфраструктура, в связи с тем, что перебои работы базы данных аграрного комплекса таит в себе угрожающий исход на пищевой безопасности и экономики;

- Распределенность и разнообразие объектов, зачастую они уязвимы, что может привести к их взлому и к ущербу компании;

Физическая защита охватывает меры по охране территорий и хозяйства, вместе с системами контроля доступа, какие-либо служат для идентификации, предотвращения и нейтрализации угроз:

- Нередкое пользование смартфонами в угоду регулирования производственных процессов наращивает шанс заражения вредоносным ПО;

- Нужда в унифицированном стандарте информационной безопасности, исходя из нужности достаточных политик безопасности на предприятиях АПК;

- затруднительное положение за неимением опытных специалистов по ИБ;

- Кибератаки, которые оказывают угрозу для систем управления и спецоборудования;

- Неавторизованный доступ с позиции персонала предприятия или хакера;

- Технические сбои или промахи пользователей наряду с катаклизмами, которые были способны сделать негодным систему, что породит после себя утерю важной информации.

Важно отметить в наши дни всевозможные средства ЗИ, подразумевающие антивирусное ПО, сетевые устройства, средства контроля доступа и остальные. СЗИ имеет в своем составе аппаратные и программные средства, обеспечение и дооборудование, спроектированные ради недопущения угрозы и гарантии безопасности данных в виду их пользования.

Аппаратные средства защиты информации предопределены ради защиты информации от её утраты и незаконного доступа с помощью ТСЗИ. Программные средства имеют в своем составе защиту от наносящего вред ПО и сканирование систем, обеспечение шифрования данных. Теперь обратим внимание на актуальные средства защиты информации в АПК:

- Антивирусное программного обеспечение, надлежащие ради специализированных решений на предмет сельскохозяйственного оборудования;

- Сетевые устройства и устройства их защиты. Они предназначены в угоду управления сетевым трафиком и блокировки незаконного подключения;

- Системы обнаружения и предотвращения вторжений ради защиты на сетевом уровне;

- Брандмауэры нужны ради лимита доступа ко информационным активам;

- Средства контроля доступа незаменимы с целью управления возможностью входа пользователей в соответствии с правилами безопасности;

- ТСЗИ необходимы для предотвращения недопущения в подсистему;

- Системы управления доступом, незаменимые на предмет отладки права доступа;
  - Шифрование данных необходимые ради противодействия несанкционированному доступу;
  - Резервное копирование также необходимо в случае каких-либо чрезвычайных ситуаций для восстановления данных в случае их потери;
  - Системы мониторинга и управления нужны для контроля за состоянием информационных систем, выявление аномальных активностей;
  - Обучение сотрудников, нужно для повышение осведомленности об возможных опасностях ИБ, регламентах информбезопасности;
  - Системы управления доступом, позволяющий сузить подступ ко данным через роли пользователей в базе данных предприятия;
- Специфические решения для АПК необходимы для решения ключевых задач, а именно для повышения эффективности производства, улучшения качества продукции, упрощения управления организацией, а также снижения рисков которые влияет на производство. В них входят:
- Системы управления производственными усилиями незаменимы во избежание несанкционированного доступа ко документации об агропроизводственных процессах;
  - Системы мониторинга и управления сельского оснащения сделает возможным гарантию от несанкционированного управления техникой, предотвращение кражи данных;
  - В системе контроля качества сельхозпродукции не обойтись без безопасности и подлинности данных о качестве продукции;
  - Системы автоматизации агрокомплекса таит в себе надобность в избавлении от кибератак в системах настройки поливом, спецосвещением, температурным режимом;
  - Системы контроля доступа к сельскохозяйственным объектам нужны для ограничения доступа к фермам, складам и другим объектам.

### Выводы

В завершение обсуждения, стоит подчеркнуть важность наличия и актуального апгрейда систем защиты информации в АПК. Также важно внедрять дообучения персонала структурного подразделения, поскольку это имеет влияние на поднятие эффективности труда, влиять на проверки информационной безопасности. Надлежит тоже задействовать как технические, так и организационные меры защиты. Регулярное отработка систем безопасности и обучение сотрудников с учётом их отрасли также хорошо влияет на повышение безопасности. Вкрапление нововышедших технологий в свою очередь радикально повышает как и ступень защиты информации в отрасли, так и поднять производительность труда.

### Список литературы

1. Абидарова А. А. Физические средства защиты информации // Наука, образование и культура. – 2019. – № 2 (36). – С. 19-20.



2. Михеев Р. Э. Современное состояние и перспективы развития методов и средств защиты информации в компьютерных сетях. – Москва: Проблемы науки, 2018. – С. 55-56.

3. Мещерякова Т. В., Дровникова И. Г., Рогозин Е. А. Метод и программные средства оценки надежности средств защиты информации от несанкционированного доступа. – Воронеж : Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2023. – 96 с.

4. Кирин Д. А. Методы и программно-аппаратные средства защиты информации от несанкционированного доступа в сети Интернет / Д. А. Кирин, В. В. Сааков // Инновационные научные исследования. – 2021. – № 9-1(11). – С. 31-37.

### **References**

1. Abidarova A. A. Physical means of information protection // Science, education and culture. – 2019. - №2(36). – Pp.19-20.

2. Mikheev R. E. The current state and prospects of development of methods and means of information protection in computer networks. – Moscow: Problems of Science, 2018. – pp. 55-56.

3. Meshcheryakova T. V., Drovnikova I. G., Rogozin E. A. Method and software tools for assessing the reliability of information protection against unauthorized access. – Voronezh : Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2023. – 96 p.

4. Kirin D. A. Methods and software and hardware protection of information from unauthorized access to the Internet / D. A. Kirin, V. V. Saakov // Innovative scientific research. – 2021. – № 9-1(11). – Pp. 31-37.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ АДАПТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА**

Н.Ю. Куриленко, С.В. Артемова, Г.Ш. Утешева

ФГБОУ ВО «РТУ МИРЭА», г. Москва

**Аннотация:** Настоящая статья посвящена исследованию цифровых инструментов для мониторинга устойчивости агросистем к изменениям климата. Климатические изменения оказывают значительное влияние на сельское хозяйство, требуя новых подходов к управлению агросистемами. Digital инструменты, такие как дистанционное зондирование, геоинформационные системы (ГИС) и сенсоры, предоставляют новые возможности для оценки состояния агросистем, предсказания изменений и разработки адаптивных стратегий. В статье представлены примеры эффективного использования цифровых технологий, а также рекомендации по их интеграции в аграрную практику.

**Ключевые слова:** устойчивость, агросистемы, изменения климата, цифровые инструменты, мониторинг, дистанционное зондирование, геоинформационные системы, адаптация, сельское хозяйство.

## **DIGITAL TOOLS FOR MONITORING RESILIENCE OF AGROSYSTEMS TO CLIMATE CHANGE**

N.Y. Kurilenko, S.V. Artemova, G.S. Utesheva

“RTU MIREA”, Moscow

**Abstract:** This paper investigates digital tools for monitoring the resilience of agro-systems to climate change. Climate change has a significant impact on agriculture, requiring new approaches to agro-system management. Digital tools such as remote sensing, geographic information systems (GIS) and sensors provide new opportunities for assessing the state of agrosystems, predicting changes and developing adaptive strategies. The article presents examples of effective use of digital technologies, as well as recommendations for their integration into agrarian practices.

**Keywords:** resilience, agrosystems, climate change, digital tools, monitoring, remote sensing, GIS, adaptation, agriculture.

Цифровые инструменты для мониторинга устойчивости агросистем к изменениям климата играют ключевую роль в адаптации сельского хозяйства к современным вызовам. Эти технологии позволяют собирать, анализировать и интерпретировать данные о состоянии окружающей среды, почвах и агрокультуре, что способствует более информированному принятию решений.

Системы дистанционного зондирования и геоинформационные технологии предоставляют возможность отслеживать изменения в микроклимате и воз-

действие экстремальных погодных условий на урожайность. Модели предсказания позволяют агрономам оценивать риски, связанные с изменением климата, и разрабатывать стратегии управления, направленные на снижение потенциальных потерь.

Кроме того, использование мобильных приложений и платформ для обмена данными способствует быстрому распространению информации среди фермеров и исследователей, что улучшает координацию действий в вопросах повышения устойчивости агросистем. В результате комплексный подход к применению цифровых инструментов не только повышает продуктивность сельского хозяйства, но и способствует устойчивому развитию агроэкосистем, позволяя адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям и обеспечивать продовольственную безопасность.

Важным аспектом применения цифровых технологий является интеграция данных из различных источников, что позволяет формировать целостное представление о состоянии агросистем. С помощью аналитических платформ возможно объединение данных о почвах, климатических условиях и агрометеорологических показателях, создавая мощные инструменты для прогнозирования. Это, в свою очередь, помогает фермерам более точно планировать посевные и сборные кампании, минимизируя сезонные риски и максимизируя урожайность.

Одним из значительных преимуществ цифровых инструментов является способность к быстрой адаптации к изменениям в окружающей среде. Постоянный мониторинг микроклимата и состояния культуры позволяет агрономам оперативно реагировать на неблагоприятные условия, такие как засухи или наводнения. Это, в свою очередь, минимизирует потери и сохраняет рентабельность хозяйств. Например, системы автоматического полива, интегрированные с метеорологическими данными, обеспечивают оптимальное увлажнение почвы, что критично при резких колебаниях погоды.

Также стоит подчеркнуть значимость применения алгоритмов машинного обучения в агрономии. Эти алгоритмы имеют возможность обрабатывать огромные объемы данных, выявляя скрытые закономерности и тенденции, которые могут оставаться незамеченными при традиционном анализе. Это позволяет фермерам оптимизировать процесс внесения удобрений и применение пестицидов, что в свою очередь приводит к снижению затрат и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

В конечном счете, использование цифровых инструментов для мониторинга устойчивости агросистем не только помогает справляться с вызовами, связанными с изменением климата, но и формирует систему умного сельского хозяйства, где каждое решение основывается на точных данных и научных знаниях. Это становится залогом устойчивого продовольственного обеспечения для будущих поколений.

### **Список литературы**

1. Климатическая безопасность аграрного сектора: угрозы и проблемы адаптации // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

klimaticheskaya-bezopasnost-agrarnogo-sektora-ugrozy-i-problemy-adaptatsii (дата обращения 06.09.2024).

2. ГИС-технологии как эффективный инструмент для оценки негативных природно-климатических факторов, лимитирующих развитие аграрного природопользования // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-tehnologii-kak-effektivnyy-instrument-dlya-otsenki-negativnyh-prirodno-klimaticheskikh-faktorov-limitiruyuschih-razvitie-agrarnogo> (дата обращения 07.09.2024).

### **References**

1. Climatic security of agrarian sector: threats and adaptation problems // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klimaticheskaya-bezopasnost-agrarnogo-sektora-ugrozy-i-problemy-adaptatsii> (date of address: 06.09.2024).

2. GIS-technologies as an effective tool for assessment of negative natural-climatic factors limiting the development of agrarian nature management // CyberLeninka. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-tehnologii-kak-effektivnyy-instrument-dlya-otsenki-negativnyh-prirodno-klimaticheskikh-faktorov-limitiruyuschih-razvitie-agrarnogo> (date of address: 07.09.2024).

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОРОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

А.К. Назарова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе проводится анализ современных процессоров для мобильных устройств. Процессор мобильного устройства является целой системой, содержащей видеокарту, модуль связи и другие элементы. Процессор влияет на скорость работы устройства, плавность изображения и многое другое.

Ключевые слова: процессор, чип, чипсет, ядро, телефон, сравнение.

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF PROCESSORS**

A.K. Nazarova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes modern processors for mobile devices. The processor of a mobile device is an entire system containing a video card, a communication module and other elements. The processor affects the speed of the device, the smoothness of the image and much more.

Keywords: processor, chip, chipset, core, phone, comparison.

Ежегодно лучшие производители мобильных процессоров выпускают более мощные процессоры для смартфонов. Большинство людей ежегодно меняют свои старые телефоны на новые, но они не знают, какой процессор выбрать для своего телефона.

Процессор – это чип, необходимый для управления всеми операциями в устройстве. В зависимости от техники, процессоры отличаются по конструкции и функциям. Более правильное название процессора в телефоне – это «однокристальная система» (System-on-a-Chip (SoC)). Они отвечают за:

- Скорость выполнения задач, влияющую на быстроту загрузки приложений и интернет-страниц;
- Частоту кадров в играх, определяющую скорость и плавность их работы;
- Автономность, благодаря разделению функций между разными ядрами, что позволяет продлить время работы от аккумулятора;
- Поддержку 5G и других стандартов связи;
- Качество фото и видео, обработку вычислений для машинного обучения (нейросети);

- Разрешение и частоту обновления дисплея;
- Нагревание устройства

Характеристики, которые необходимо учитывать при сравнении процессоров:

- Количество ядер - количество обработчиков, которые выполняют задачи на чипсете. Чем их больше, тем более эффективно чипсет справляется с одновременным выполнением нескольких задач, и тем выше его производительность.
- Частота работы процессора - скорость, с которой чипсет выполняет операции за единицу времени. Чем выше частота, тем больше операций может выполнить чипсет за определенный период времени, что влияет на общую производительность устройства.
- Техпроцесс - показатель современности чипсета, который обозначается числом перед маркировкой (нанометры). Чем меньше это число, тем более компактными и эффективными будут транзисторы на чипсете, что позволяет разместить большее количество транзисторов на одной площади и повысить общую производительность устройства



### **MEDIATEK DIMENSITY 9400**

MediaTek Dimensity 9400 – 8-моядерный чипсет, будет анонсирован 1 ноября 2024 года, изготавливается по 3-нанометровому техпроцессу, имеющий 1 ядро Cortex-X925 на 3630 МГц, 3 ядра Cortex-X4 на 3300 МГц и 4 ядра Cortex-A720 на 2400 МГц.

Сверхмощный и чрезвычайно энергоэффективный, Dimensity 9400 предоставляет новое поколение во всех



областях: абсолютный процессор с большим ядром, инновационный искусственный интеллект, потрясающая мобильная графика с трассировкой лучей, непревзойденное качество изображения, новые складные дисплеи и передовые беспроводные технологии.

Архитектура CPU	1 x ARM Cortex-X5 3.4GHz 3 x ARM Cortex-X4 2.96GHz 4 x Cortex-A730 2.27GHz
Количество ядер	8
Частота	3.6 ГГц
Техпроцесс	3 нм
Графический процессор (видеочип / GPU)	Mali-G925 Immortalis MP12
Тепловыделение (TDP)	10
Память	32 Гб
Скорость загрузки	До 7 Гбит/с

### QUALCOMM SNAPDRAGON 8 GEN 4



Qualcomm Snapdragon 8 Gen 4 - восьмиядерный чипсет, был анонсирован 1 октября 2024 года, изготавливается по 3-нанометровому техпроцессу, имеющий 2 ядра Oryon на 4090 МГц и 6 ядер Oryon на 2780 МГц.

Восьмиядерный чипсет Snapdragon 8 Gen 4 имеет вычислительные ядра Oryon собственной разработки, используемые в новой системе Snapdragon X Elite - семействе мощнейших процессоров Qualcomm для ноутбуков. В первую очередь они ориентированы на быстроедействие, энергоэффективность и расширенные возможности искусственного интеллекта.

Архитектура CPU	2x Phoenix 4GHz 6x Oryon 2.4GHz
Количество ядер	8
Частота	4.09 ГГц
Техпроцесс	3 нм
Графический процессор (видеочип / GPU)	Adreno 830
Тепловыделение (TDP)	10
Память	24 Гб
Особенности	Qualcomm 5G modem
Скорость загрузки	3000 Мбит/с

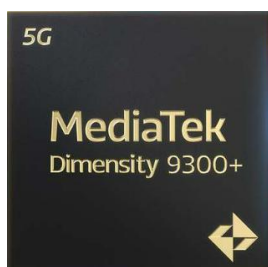
## APPLE A18 PRO



Apple A18 Pro – 6-тиядерный чипсет, был анонсирован 9 сентября 2024 года, изготавливается по 3-нанометровому техпроцессу, имеющий 2 ядра на 4040 МГц и 4 ядра на 2200 МГц.

Архитектура CPU	2x 4.04GHz 4x 2.2GHz
Количество ядер	6
Частота	4.04 ГГц
Техпроцесс	3 нм
Графический процессор (видеочип / GPU)	Apple A18 Pro GPU
Тепловыделение (TDP)	10
Память	8 Гб
Особенности	Apple A18 modem
Скорость загрузки	4500 Мбит/с

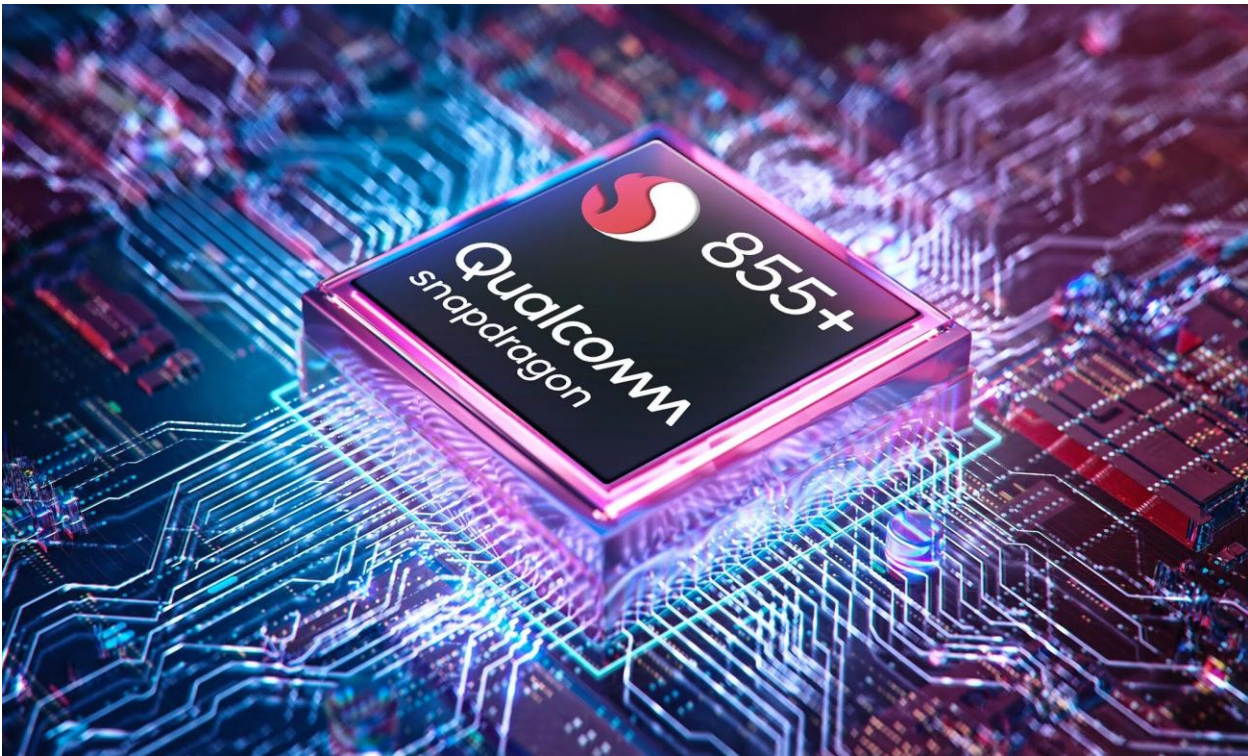
## MEDIATEK DIMENSITY 9300 P1us



MediaTek Dimensity 9300 P1us - восьмиядерный чипсет, был анонсирован 7 мая 2024 года, изготавливается по 4-нанометровому техпроцессу, имеющий 1 ядро Cortex-X4 на 3400 МГц, 3 ядра Cortex-X4 на 2850 МГц и 4 ядра Cortex-A720 на 2000 МГц. MediaTek Dimensity 9300 P1us выводит скорость Arm Cortex-X4 на новый уровень, предоставляя энтузиастам и геймерам новый эталон максимальной производительности смартфона.

Архитектура CPU	1 x 3.4GHz Cortex-X4 3 x 2.85GHz Cortex-X3 4 x 2GHz Cortex-A720
Количество ядер	8
Частота	3.4 ГГц
Техпроцесс	4 нм
Графический процессор (видеочип/GPU)	Arm Immortalis G720 MC
Тепловыделение (TDP)	10
Память	24 Гб
Особенности	MediaTek T830
Скорость загрузки	2500 Мбит/с





Выбор процессора для телефона является сложной задачей, требующей учета множества факторов. В этой статье были рассмотрены только основные моменты, и каждый конкретный случай требует более глубокого анализа. Важно выбирать процессор, который наилучшим образом будет соответствовать потребностям потребителя.

### **Список литературы**

1. Рейтинг лучших мобильных процессоров для телефонов 2025 г. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/mobile-processors-ranking/?ysclid=m27sifb0ja456321929>.
2. NanoReview – сравнение и рейтинги гаджетов. – URL: <https://nanoreview.net/ru>.
3. <https://www.mediatek.com/products>.
4. <https://dzen.ru/a/YgYM9oVaBxHBOZHZ?ysclid=m27s9g03zq20019838>.

### **References**

1. Rating of the best mobile processors for phones in 2025. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/mobile-processors-ranking/?ysclid=m27sifb0ja456321929>.
2. NanoReview – gadget comparison and ratings. – URL: <https://nanoreview.net/ru>.
3. <https://www.mediatek.com/products>.
4. <https://dzen.ru/a/YgYM9oVaBxHBOZHZ?ysclid=m27s9g03zq20019838>.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ**

О.В. Оксюта, В.А. Бойченко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Статья анализирует преимущества микросервисной архитектуры, такие как модульность, масштабируемость, независимость компонентов и ускорение разработки. Рассматривается сравнение с монолитными системами, подчеркивая гибкость и улучшенную отказоустойчивость микросервисов в современных бизнес-приложениях.

Ключевые слова: микросервис, монолит, архитектура, ускорение разработки, компонент.

## **ADVANTAGES OF IMPLEMENTING MICROSERVICE ARCHITECTURE**

O.V. Oksuyta, V.A. Boychenko

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper analyzes the advantages of microservice architecture such as modularity, scalability, component independence, and development acceleration. A comparison with monolithic systems is discussed, emphasizing the flexibility and improved fault tolerance of microservices in modern business applications.

Keywords: microservice, monolith, architecture, development acceleration, component.

### **Введение**

Современные технологии требуют гибких и масштабируемых решений для разработки программного обеспечения, особенно в условиях быстро меняющихся бизнес-процессов. Традиционные монолитные архитектуры, несмотря на свою надежность, сталкиваются с трудностями при расширении и поддержке сложных систем. Микросервисная архитектура, напротив, предлагает более модульный и адаптивный подход, при котором каждая функция разрабатывается как независимый сервис. Это позволяет повысить скорость разработки, упростить развертывание, улучшить масштабируемость и гибкость системы. В данной статье рассмотрены ключевые преимущества внедрения микросервисной архитектуры и ее влияние на эффективность разработки и эксплуатацию современных программных решений.

### **Архитектурные различия**

Принятие решения по архитектуре приложения должно основываться на объективных данных таких как: каков будет будущий размер приложения, с ка-

ким объемом данных ему предстоит работать, возможность его расширения и кратного увеличения команды разработчиков, занимающихся разработкой данного продукта.

Монолитная архитектура предполагает, что все функции и модули приложения объединены в одно целое. Компоненты тесно связаны между собой, и изменение одного из них может повлиять на работу всей системы. Это делает монолитные приложения сложными в поддержке, масштабировании и обновлении. Любое обновление требует переработки и повторного развертывания всего приложения, что увеличивает время и риски внесения изменений. [1]

Микросервисная архитектура, напротив, разделяет систему на набор независимых сервисов, каждый из которых отвечает за конкретную бизнес-функцию. Эти микросервисы могут разрабатываться, развертываться и масштабироваться независимо друг от друга. Они взаимодействуют через легковесные протоколы, такие как HTTP или AMQP, обычно через API. Каждый сервис имеет свою собственную базу данных и логику, что позволяет снижать взаимозависимость и устранять "узкие места" в системе.

Такая структура способствует упрощению управления сложными системами, ускоряет процесс обновления отдельных частей системы без необходимости полного развертывания. Это также увеличивает гибкость в выборе технологий: каждая команда может использовать разные языки программирования или базы данных для своих микросервисов, что делает систему более адаптивной к изменениям и новым требованиям. [2]

На основании вышеперечисленных описаний двух архитектур можно резюмировать некоторые очевидные случаи, когда следует выбирать ту или иную архитектуру. Например, микросервисная архитектура подходит для приложений, которым предъявляются требования по масштабируемости и гибкости, сложность которых слишком велика для того, чтобы их разрабатывала только одна команда. Монолитная же архитектура идеально подходит для малого и среднего размера проектов: в таких случаях не нужно задумываться над тем, каким проект может стать, если его потребуется значительно расширить или масштабировать. Обычно такие проекты самодостаточны или являются частью какой-то большой системы, поэтому разделение их на своеобразные модули, как в микросервисной архитектуре, приносит лишь излишнюю сложность проекта, временные издержки на взаимодействия разделенных источников данных и их обработчиков и необязательную сложность разработки для команды.

Разумеется, в «боевой» разработке могут быть случаи, когда выбор архитектуры не является настолько легким решением. Более того, сейчас существуют инструменты разработки, которые упрощают некоторые процессы, которые представляют трудность для команд разработки. Например, для управления системой на микросервисной архитектуре используется связка Docker + Kubernetes, которая избавляет от трудностей, связанных с управлением системой как единым целым.

Преимущества перехода существующих монолитов на микросервисы

У каждого большого монолита со временем наступает точка невозврата, когда дальнейшее расширение в рамках простой монолитной архитектуры су-

лит значительное усложнение проекта, возрастающие издержки ресурсов как команды, так и инфраструктуры.

По мере роста монолитного приложения разработка новых функций становится всё более сложной и медленной. Каждое изменение может затронуть другие части системы, что увеличивает время на тестирование и внедрение новых функциональностей. Микросервисы позволяют разрабатывать и внедрять изменения в отдельных компонентах независимо друг от друга, что ускоряет процесс и снижает риски ошибок. [3]

Монолитная архитектура ограничивает возможность использования разных технологий для разных частей системы. Все компоненты вынуждены работать на одном технологическом стеке. Микросервисы, напротив, позволяют использовать различные языки программирования, базы данных и инструменты для разных сервисов, что дает больше гибкости в выборе наилучших решений для каждой задачи.

Если приложение постоянно растет и обрастает новыми бизнес-функциями, монолитная архитектура может стать перегруженной. В результате поддержка и модификация системы становятся более трудоемкими. Микросервисы помогают структурировать бизнес-логику по отдельным сервисам, каждый из которых отвечает за свою задачу. Это делает систему более управляемой и легко расширяемой. [4]

По мере того как монолитное приложение растет, оно может становиться сложно поддерживаемым, особенно если оно разрабатывалось долгие годы разными командами. В таком случае кодовая база может быть перенасыщена техническим долгом, что затрудняет её изменение и адаптацию под новые требования. Разбиение системы на микросервисы позволяет улучшить организацию кода и избавиться от устаревших или плохо поддерживаемых участков. [5]

#### Выводы

Внедрение микросервисной архитектуры стало одной из ключевых тенденций в разработке современных программных систем. Микросервисы позволяют преодолеть ограничения монолитной архитектуры, предлагая более гибкий и масштабируемый подход, особенно для сложных и крупных приложений. Разделение приложения на независимые сервисы позволяет каждой команде разрабатывать, тестировать и внедрять изменения автономно, что ускоряет процесс разработки и повышает качество продукта.

Ключевые особенности, преимущества и недостатки микросервисной и монолитной архитектур, разобранные в этой статье, позволяют сделать вывод о том, для каких приложений следует выбирать ту или иную архитектуру.

Если говорить конкретно о микросервисной архитектуре, то в итоге, решение о переходе на микросервисную архитектуру должно приниматься на основе конкретных потребностей и масштабов системы.

### Список литературы

1. Митра, Р. Микросервисы. От архитектуры до релиза / Р. Митра, И. Надареишвили // Программная инженерия. – Питер, 2023 – С. 36-38.
2. Understanding Microservices Architecture: A Deep Dive Beyond the Basics. – URL: <https://medium.com/@gustavowill/understanding-microservices-architecture-662d1f9fd114> (дата обращения 23.09.2024).
3. Ньюмен, С. От монолита к микросервисам / С. Ньюмен // Основные сведения о микрослужбах. – 2021. – С. 21-29.
4. Microservices vs. monolithic architecture. – URL: <https://www.atlassian.com/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith> (дата обращения 25.09.2024).
5. Monoliths vs. Microservices: Differences, Pros & Cons, and Choosing the Right Architecture. – URL: <https://www.cortex.io/post/monoliths-vs-microservices-whats-the-difference> (дата обращения 21.09.2024).
6. Юров, А.Н. Разработка автономных программных решений на основе геометрических ядер по созданию цифровых сборочных моделей станочных приспособлений / А.Н. Юров, В.И. Анциферова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 86-93.

### References

1. Mitra, R. Microservices. From architecture to release / R. Mitra, I. Nadareishvili // Software Engineering, St. Petersburg, 2023 – pp. 36-38.
2. Understanding Microservices Architecture: A Deep Dive Beyond the Basics. – URL: <https://medium.com/@gustavowill/understanding-microservices-architecture-662d1f9fd114> (accessed 09/23/2024).
3. Newman, S. From monolith to microservices / S. Newman // Basic information about microservices – 2021 – pp. 21-29.
4. Microservices vs. monolithic architecture. – URL: <https://www.atlassian.com/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith> (accessed 09/25/2024).
5. Monoliths vs. Microservices: Differences, Pros & Cons, and Choosing the Right Architecture. – URL: <https://www.cortex.io/post/monoliths-vs-microservices-whats-the-difference> (accessed 09/21/2024).
6. Yurov, A.N. Development of autonomous software solutions based on geometric cores for the creation of digital assembly models of machine tools / A.N. Yurov, V.I. Antsiferova // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, No. 3. – pp. 86-93.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН В ЛЕСУ

О.В. Левкулич, Л.А. Пантеев

freemanpla2005@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен анализ распространения радиоволн (далее РРВ) в лесных массивах, представляющих интерес для решения задач радиосвязи, локации, навигации и дистанционного зондирования. Лесные экосистемы обладают уникальными физическими свойствами, которые существенно влияют на характеристики радиосигналов, такие как затухание, отражение и преломление. В ходе исследования были изучены электрофизические параметры лесных массивов, что позволяет лучше понять механизмы взаимодействия радиоволн с лесным покровом.

Ключевые слова: РРВ, сигнал, электрофизические параметры.

## RADIO WAVE PROPAGATION IN THE FOREST

O.V. Levkulich, L.A. Pantileev

freemanpla2005@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper we analyzed radio wave propagation (hereinafter referred to as RF propagation) in forests, which are of interest for solving problems of radio communication, location, navigation and remote sensing. Forest ecosystems have unique physical properties that significantly affect the characteristics of radio signals such as attenuation, reflection and refraction. This study investigated the electrophysical parameters of forests, which provides a better understanding of the mechanisms of radio wave interaction with forest cover.

Keywords: RFW, signal, electrophysical parameters.

### Введение

Проблема распространения радиоволн (далее РРВ) в лесных массивах является очень актуальной в разных областях науки и техники, например, в беспроводных системах связи, дистанционном зондировании, системах мобильной связи, радиорелейной связи, радиолокационных системах, и даже в космических системах связи. В этой статье, я хочу дать общие сведения о подобном типе РРВ и затронуть основные проблемы связи в лесном массиве.

При распространении электромагнитных волн в лесу возникает ряд особенностей, которые нужно учитывать инженерам при строительстве вышек или использовании радиотехники. Лесные экосистемы обладают сложной и хаотич-

ной структурой, состоящей из разнообразных препятствий — деревьев различной высоты, плотности и размещения. Это создает серьезные сложности в точном моделировании распространения электромагнитных волн, что делает задачу инженеров еще более многогранной и требующей детального анализа.

Основные факторы любого лесного массива:

1) Потери сигнала из-за поглощения и дифракции: радиоволны могут поглощаться лесом, что приводит к уменьшению уровня сигнала. Дифракция также может привести к отклонению сигнала от прямого направления распространения.

2) Множественное отражение и рассеяние: радиоволны могут отражаться от различных элементов леса, таких как деревья, лианы, ветви и листья, что создает множественные пути распространения и может вызвать интерференцию.

3) Затухание сигнала из-за препятствий: плотность лесного покрова может создавать значительные препятствия для распространения радиоволн, особенно на высоких частотах.

Некоторые из этих нежелательных эффектов можно привести к минимуму, так, например при построении вышек сотовой связи их высота составляет около 100 метров, что помогает сократить возможность потери связи. Другой пример — это радиолокационные системы низколетящих целей, для них важно, чтобы лесные объекты не попадали в главные лепестки диаграмм направленности антенн. И располагаются они соответственно.

Однако существуют и плюсы распространения радиоволн в лесных массивах. Один из них заключается в их естественной изоляции от внешних помех и шумов, что позволяет получать более чистый и качественный сигнал. Кроме того, леса могут служить естественным экраном, защищающим от воздействия вредных электромагнитных излучений, которые могут испортить работу системы.

Важность понимания принципов распространения радиоволн в лесных массивах заключается в том, что это позволяет эффективно планировать и оптимизировать работу радиосвязи и других беспроводных систем в таких условиях. Это особенно важно для связи в лесных районах, где необходимо обеспечить надежную передачу и прием данных для обеспечения безопасности, связи и обмена информацией.

Характеристики леса как среды распространения

Особенности построения системы РРВ в лесу будет зависеть от его типа. Необходимо учитывать рассеяние на каждой группе элементов дерева (листья, ветви, стволы), что требует знания электрофизических параметров лесных массивов, характерных признаков образующих лес древесных пород (хвойные, широколиственные, смешанные и т.д.).

Леса в России по преимуществу бореальные. Основные лесообразующие породы в лесном фонде РФ: лиственница, сосна, ель, кедр, дуб, бук, береза, осина. Они занимают более 90 процентов земель, покрытых лесом. Прочие древесные породы занимают менее 1 процента территории, остальная площадь — кустарники. Причём хвойные леса занимают свыше 80 процентов лесопокры-

той площади России. Отчасти это из-за того, что сосновые деревья идеально приспособлены к условиям открытого места: они быстро растут даже на самой бедной почве.

Сами же леса могут иметь следующие особенности:

- При произрастании деревьев на свободе ветви с листвой располагаются практически по всему стволу, создавая достаточно широкую и многолиственную структуру.

- При произрастании деревьев в лесах они имеют (как правило) прямые стволы, большие ветви, но меньшие диаметры стволов и ветвей, по сравнению с деревьями, растущими на свободе.

Однако нужно всегда держать в уме, что лес – это многослойная структура. Если бы мы могли посмотреть на модель лес в разрезе, то могли бы увидеть его основные слои:

- Лесная почва (Корни и грунтовые воды)
- Лесная подстилка (травы, мох, опавшие листья и т.п.)
- Подлесок
- Подрост
- II ярус (Например, кроны клёна и др.)
- I ярус (Например, кроны ясеня, дуба, сосны и т.д.)

Каждый из этих уровней делится по плотности насаждения и размеров, что затрудняет расчёт РРВ в них. Но точно можно сказать, что густота деревьев в лесном массиве зависит от его возраста, например, с возрастом лес редет, происходит естественное его изживание (Различное для разных пород). Также насаждения делятся на чистые и смешанные. Как понятно из названий – «чистые» состоят из деревьев одной породы (Другие не более 5%). «Смешанные» же насаждения состоят из самых разных видов деревьев.

Влияние лесных факторов на распространение радиоволн: математический подход.

Если подытожить, то площадь леса, возраст, породы деревьев, параметры его «ярусов» крайне важны при планировании радиоэлектронной системы. Для того чтобы получить более чёткие результаты мы можем обратиться к определённым формулам:

Можно подсчитать плотность для каждого вида деревьев по формуле

$$D = N/P,$$

где D — популяционная плотность,

N — число особей,

P — площадь.

Простая плотность деревьев (N):  $N = (T / A) * 1000$ , где

N – количество деревьев на гектар,

T – общее количество деревьев в лесном массиве,

A – площадь леса в гектарах.

Объёмная плотность деревьев (V):  $V = (T / A)$ , где

V – среднее количество деревьев на кубический метр в лесу.

A – площадь леса в гектарах.



Для определения среднего расстояния между деревьями выбирают типичный для данного леса участок площадью 10x10 м и подсчитывают количество деревьев на ней.

Среднее расстояние между деревьями определяют обычно по формуле

$$L = 10/\sqrt{n},$$

где L – среднее расстояние между деревьями (м)

n – кол-во деревьев на 100 м<sup>2</sup>.

В общем случае полнота и густота насаждений являются случайными величинами. Чем выше число деревьев на единице площади, т.е. чем выше густота насаждений, тем ближе плотности распределения вероятностей полноты и густоты насаждений.

$$W(S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_0} \exp \left[ -\frac{(S - S_m)^2}{2\sigma_0} \right]$$

Рисунок 1 – Формула плотности распределения вероятностей полноты и густоты

S – случайная величина проекции кроны произвольного дерева,

S<sub>m</sub> – мат. Ожидание случайной проекции S кроны произвольного дерева,

σ<sub>0</sub> – дисперсия густоты насаждений.

Всё это крайне обобщенные и простые формулы размещения объектов лесных массивов в пространстве. Тут мы можем сделать вывод, что точного подсчёта сделать невозможно, т.к. для формул берется усредненное значение количества объектов на участок территории или же шанс появления этого объекта.

(О более точных способах вычисления этих параметров можно прочитать в книге В.И. Попова «Распространение радиоволн в лесах»; глава 1)

Электрофизические параметры лесных массивов

Теперь следует описать электрофизические параметры лесных массивов.

К таковым относят:

– эффективную комплексную диэлектрическую проницаемость лесного массива как многослойной случайной гетерогенной (неоднородной) среды, в которой элементы и их расположение в пространстве и во времени подвержены случайным изменениям, в результате чего электромагнитные волны, распространяющиеся в них, также могут претерпевать пространственно-временные флуктуации;

– эффективную комплексную диэлектрическую проницаемость деревьев как крупных элементов лесного массива;

– эффективную комплексную диэлектрическую проницаемость элементов деревьев: стволов, ветвей и листьев;

– эффективную комплексную диэлектрическую проницаемость подстилки лесного массива, как отражающей неоднородной среды и участвующей в формировании результирующего электромагнитного поля в точке приема.

Обычно эффективная комплексная диэлектрическая проницаемость лесного массива выражают как функционал:

$$\dot{\epsilon}_m = \Psi\{\lambda, \dot{\epsilon}_F, f_F, h_F\},$$

Рисунок 2 – Функционал диэлектрической проницаемости

В случае же анизотропии (это различие макроскопических свойств среды в различных направлениях внутри неё) лесной среды, представляется в виде тензора:

$$\dot{\epsilon}(r) = \begin{pmatrix} \dot{\epsilon}_{xx} & \dot{\epsilon}_{xy} & \dot{\epsilon}_{xz} \\ \dot{\epsilon}_{yx} & \dot{\epsilon}_{yy} & \dot{\epsilon}_{yz} \\ \dot{\epsilon}_{zx} & \dot{\epsilon}_{zy} & \dot{\epsilon}_{zz} \end{pmatrix},$$

Рисунок 3 – Тензор при анизотропии лесной среды

Электрофизические параметры лесных массивов. Так как в общем случае лесные массивы являются гетерогенными средами со случайным расположением неодинаковых по формам, размерам и параметрам дисперсных «частиц» элементов лесной растительности, то при разработке математических моделей лесов используются различные приближения:

Например, в непрерывной модели лесные массивы представляются в виде сплошной квазиоднородной диэлектрической среды с потерями, которая характеризуется значением ее эффективной комплексной диэлектрической проницаемости (или её тензором).

Или же – при объемных концентрациях лесной растительности менее 1 % на основе теории малых возмущений используется модель случайной неоднородной среды со слабой флуктуацией эффективной комплексной диэлектрической проницаемости (например, приближение Рытова).

Однако самым простым и наглядным из приближений считаются уравнения Максвелла для лесных массивов, как сплошных гетерогенных диэлектрических сред. Суть подобных уравнений заключается в описании подобной среды, для этого уравнения Максвелла включают в себя: уравнение Гаусса для электрического поля, уравнение Гаусса для магнитного поля, уравнение Фарадея и уравнение Ампера. Уравнения Максвелла для гетерогенных диэлектрических сред включают в себя дополнительные сложности, по сравнению с уравнениями для однородных сред. Основные особенности уравнений Максвелла для лесных массивов включают:

- Наличие дополнительных слагаемых, учитывающих неоднородности среды. Эти слагаемые учитывают градиенты параметров среды, такие как диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость и проводимость.

- Уравнения Максвелла в гетерогенных средах могут быть нелинейными из-за неоднородности параметров среды. Это может приводить к сложным взаимодействиям между электромагнитными полями и средой.

– В гетерогенных средах могут возникать эффекты многократного отражения и рассеяния, которые не учитываются в уравнениях Максвелла для однородных сред.

– Для описания распространения электромагнитных волн в гетерогенных средах может потребоваться использование численных методов, таких как метод конечных разностей или метод конечных элементов, из-за сложности уравнений и неоднородности параметров среды.

Также нужно учитывать, что электромагнитная волна монохроматическая, т.е. имеет постоянную частоту и амплитуду.

Существует множество способов расчёта параметров этого уравнения и их математических моделей. Главной проблемой в них становится опять же хаотичность и уникальность лесных массивов. Из-за чего приходится делать поправки и приближения для конкретных обстоятельств.

#### Вывод

В итоге хочется отметить, что тема РРВ в лесных массивах весьма обширна и сложна для простого обывателя или радиолюбителя. Как можно понять из всего написанного выше основной проблемой является неравномерность и уникальность лесов. Если в специально высаженной лесополосе из деревьев одного вида можно сделать конкретные выводы то, допустим, в заповедном лесу это сделать будет гораздо сложнее в виду неровностей ландшафта, разного расстояния между деревьями, меняющегося уровня влажности и присутствия различных видов деревьев с отличающимися характеристиками. Но основная проблема в этой области – это банальное отсутствие практики. Для разных типов частот и волн сделана масса математических моделей, формул и приближений, но большинство из них не проверялось экспериментально. Но на данный момент мы можем увидеть рост интереса к этой теме в научном сообществе, так в период с 2005 по 2015 года было опубликовано около 18 диссертаций в этой области. Также в связи с компьютеризацией и переходом в Информационную эпоху необходимо позаботиться о надёжной связи даже в самых труднодоступных районах, особенно когда от этого могут зависеть жизни людей.

Профессор В.И. Попов в своей книге «Распространение радиоволн в лесах» считает, что для развития данного направления требуется провести ряд важных исследований, которые помогут выстроить более практичные модели решения проблемы:

1) исследовать соотношение между когерентной и некогерентной составляющими электромагнитных волн, распространяющихся вдоль трассы, проходящей в лесной растительности;

2) исследовать, начиная с какой рабочей частоты и при каком расстоянии внутри леса начинает проявляться влияние боковой ЭМВ;

3) исследовать процессы резонанса рассеяния на элементах лесной растительности;

4) исследовать влияние лесной подстилки на ЭМВ как при сквозном распространении, так и при вертикальном и наклонном падении;

5) исследовать эффект усиления за счет вариаций высоты антенн и рабочей частоты (что очень важно для систем беспроводной связи);

6) исследовать процессы кроссполяризации при вариациях рабочей частоты и параметров лесных массивов;

7) исследовать влияние сезонного эффекта на условия распространения ЭМВ в лесах;

8) исследовать влияние метеоусловий (и в конечном случае влажности) на основные параметры, определяющие условия распространения радиоволн в лесу;

9) исследовать спектральные характеристики широкополосных радиосигналов, распространяющихся в лесной растительности (в цифровых системах передачи информации)

Эти знания в будущем помогут сделать электронную связь в лесах более надёжной и предсказуемой.

### Список литературы

1. Попов В.И. Распространение радиоволн в лесах / В.И. Попов // Электрофизические свойства лесных массивов, Классификация лесов – 2020. – главы 1-3, 7. – С. 372-373.

2. Попов В.И. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) # 11 (20) / В.И. Попов // Труды Всероссийской научно-практической конференции «Транспорт-2008». – 2015. – Часть 3. Рост. – С. 108-110.

3. Кашин А.С., Крицкая Т.А., Петрова Н.А., Шилова И.В. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений. – 2015 – С. 50.

4. Бакаев Д.Н., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Савченко И.И., Зиновьева В.В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.

### References

1. Popov V.I. Propagation of radio waves in forests. / V.I. Popov // Electrophysical properties of forests, Classification of forests. – 2020. – Chapters 1-3, 7. – P. 372-373.

2. Popov V.I. Eurasian Union of Scientists (ESU) # 11 (20) / V.I. Popov // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference "Transport-2008". – 2015. – Part 3. Growth. – pp. 108-110.

3. Kashin A.S., Kritskaya T.A., Petrova N.A., Shilova I.V. Methods of studying the cenopopulations of flowering plants. – 2015. – p. 50.

4. Bakaev D.N., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Savchenko I.I., Zinovieva V.V. Informational toolkit of project management of industrial enterprises development // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 2. – P. 14-24.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IOT) В УПРАВЛЕНИИ ПРУДАМИ**

И.А. Прокопенко, А.С. Пелипас  
Pelipas3567@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе мы рассмотрим применение интернет вещей в управлении прудами. Также проблемы, возникающие при использовании IoT на прудах и способы их решения.

В данной работе при изучении и описании был проведен анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература применения IoT. Примеры приведены в соответствии с выбранной темой.

Ключевые слова: IoT, технологии, автоматизация.

## **APPLICATION OF THE INTERNET OF THINGS (IOT) IN POND MANAGEMENT**

I.A. Prokopenko, A.S. Pelipas  
Pelipas3567@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, we will consider the application of Internet of Things (IoT) in pond management. Also problems arising when using IoT on ponds and ways of their solution.

In this paper, the selected topic was analyzed in the study and description. The relevant literature of IoT application was studied. Examples are given according to the selected topic.

Keywords: IoT, technology, automation.

### **Введение**

Система Интернет вещей (IoT) - это концепция связи физических устройств между собой с целью обмена данными для анализа и обработки. К основным устройствам обмена относят: датчики для сбора информации, микроконтроллеры для обработки полученной информации.

Внедрение интернет вещей для управления прудами не только поможет развитию рыбных промыслов, но и поможет лучше контролировать аквакультуру в целом.

В этой статье мы разберем все преимущества и недостатки установки и использования IoT-систем. Внедрение интернет вещей для управления прудами

не только откроет новые возможности, но и автоматизирует некоторые процессы.

Рассмотрим компоненты интернет вещей:

1. Датчик - собирают определенную информацию.
2. Микроконтроллеры - обрабатывают большие объемы данных
3. Сетевое хранилище или сервер - место, где хранятся данные получаемые с датчиков
4. Средства подключения - Wi-Fi или Bluetooth, посредством спутниковой связи, через энергоэффективные сети дальнего радиуса действия (LPWAN) или при подключении напрямую к интернету через Ethernet.
5. Пользовательский интерфейс - связь пользователя с облачным или серверным хранилищем. Бывают разные варианты пользовательского интерфейса все зависит от программиста. Варианты пользовательского интерфейса: приложение, сайт.

Рассмотрим какие возможности дает IoT для управления прудами

1. Анализ качества воды в пруду, с помощью датчиков сбора данных можно следить за такими показателями как:

- Содержание кислорода в воде.
- Химический анализ.
- Содержание бактерий в воде.
- Кислотность воды.
- Температуру воды.
- Толщину корки льда.

С помощью анализа этих данных можно не только предотвратить возможную биологическую угрозу, но и спасти не один десяток жизней. Множество животных пьют воду из прудов и важно в кратчайшие сроки в случае загрязнения водоема устранить опасность заражения. Зимой толщина льда один из главных параметров так как с помощью этих данных можно установить безопасность выхода на лед.

2. Уровень воды в пруду

-Немаловажную роль играют данные об уровне воды в водоеме с помощью них можно избежать пересыхания водоема и половодья, когда большое количество осадков или их вовсе нет.

3. Анализ флоры и фауны вокруг водоема и внутри него.

-Хоть это и не является одной из главных возможностей, но с помощью нее можно сделать выводы о животных, обитающих в местах наличия водоема, а также понять в какое время активизируются те или иные виды животных

Как внедрение IoT систем поможет продвижению рыбного промысла и какие есть плюсы использования интернет вещей в личных целях:

Пруд – это искусственно образованный человеком водоем, используется он в разных целях от декоративного до промышленного уровня.

Если рассматривать пруд для личного использования, то с помощью интернет вещей можно анализировать чистоту, а это в свою очередь поможет сэкономить на химических веществах для очистки прудов.

Внедрение интернет вещей в рыбный промысел выводит его на новый уровень. Рассмотрим возможности, которые открывает IoT:

1. Автоматизация множества процессов.

С помощью датчиков и микроконтроллеров можно автоматизировать каждый процесс. Например: кормление рыб, чистку водоема, управление оборудованием.

2. Анализ важных показателей в реальном времени.

Внедряя IoT-системы в промысел можно добиться идеальных условий обитания это сократит расходы на содержание. Также можно получить заблаговременное предупреждение о любой возникающей проблеме в частности: попадание загрязняющих веществ в воду, повышение кислотности воды, нехватка кислорода в воде, превышение температуры содержания.

Проблемы внедрения IoT

1. Высокие финансовые затраты на установку оборудования.

-Покупка, установка, настройка, подключение всего оборудования потребует немалых вложений.

2. Нет четкой топологии и стандартизации.

-Из-за того, что нет четких протоколов и стандартов тех или иных устройств возникает сложность в обновлении и замене комплектующих. В некоторых случаях при замене одного компонента приходится менять и все остальное.

3. Техническая сложность установки.

-Для корректного подключения всех устройств с последующей настройкой требуется высококвалифицированный специалист, а это в свою очередь еще одни затраты на установку.

4. Безопасность данных.

-Так как сервера или облачные хранилища работают с огромным количеством данных велик риск кибератак. Это может привести к утечке данных о состоянии водоемов или даже к управлению системами.

5. Сложность с сетевым подключением.

- В отдаленных местах от города связь может быть нестабильной или вообще отсутствовать также в такие места трудно провести интернет. Из-за этого стоит продумывать тип подключения заранее проверяя каждый тип подключения.

Возможные пути решения проблем внедрения IoT

Удешевление оборудования и упрощение конструкций. Замена дорогостоящих материалов на их более дешевые аналоги это сделает IoT системы более доступными для всех слоев населения.

Установить точные протоколы подключения и ужесточить топологию устройств. Если предпринять эти меры, то можно сделать все устройства взаимозаменяемыми.

Упрощение установки за счет жесткой стандартизации устройств. Это поможет снизить сложность подключения и внедрения систем, что в свою очередь уменьшает сложность интеграции.

Разработка новых протоколов безопасности позволит уменьшить шанс утечки данных.

Разработка новых типов подключения для взаимодействия оборудования приведет к уменьшению сложности подключения сетевого оборудования.

#### Заключение

Несмотря на все трудности и проблемы с внедрением интернет вещей для управления прудами IoT имеет огромный потенциал для дальнейшего развития в этой сфере ведь это не только удобства для обустройства ферм и рыбных хозяйств, но и безопасность людей.

### Список литературы

1. Кирсанова К.Д. Исследование технологии интернета вещей (IoT) и ее применения в различных областях // Современные научные исследования и инновации. – 2023. – № 6.
2. Балабанов В.И., Романенкова М.С. Интернет вещей в сельском хозяйстве // Доклады ТСХА. – 2018. – Вып. 260. – Ч. 2. – С. 71-74.
3. Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В., Денисова О.А., Полуэктов А.В. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.

### References

1. Kirsanova K.D. Research of Internet of Things (IoT) technology and its application in various fields // Modern Scientific Research and Innovations. – 2023. – № 6.
2. Balabanov V.I., Romanenkova M.S. Internet of things in agriculture // Doklady TSKhA. – 2018. – Vyp. 260. – Part 2. – P. 71-74.
3. Makarenko F.V., Yagodkin, A.S., Zolnikov, K.V., Denisova O.A., Poluektov A.V. Review of the logic bases and microcircuits in the construction of the combinational device taking into account the reliability // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 115-124.



## **ТРИГГЕРЫ. ТИПЫ ТРИГГЕРОВ И ГДЕ ОНИ ПРИМЕНЯЮТСЯ**

К.Е. Петрищева, И.С. Кущева  
ksyusha.petrishcheva01@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе рассмотрено понятие триггера на транзисторе, типы триггеров, как они устроены и где они могут использоваться. Затронут вопрос о том, как правильно выбрать нужный триггер, и почему триггеры актуальны сейчас и не потеряют своей популярности в ближайшем будущем.

Ключевые слова: триггер, транзистор, логические элементы, схемотехника, технологии.

## **TRIGGERS. TYPES OF TRIGGERS AND WHERE THEY ARE APPLIED**

K.E. Petrishcheva, I.S. Kyshcheva  
ksyusha.petrishcheva01@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, we consider the concept of a trigger on a transistor, the types of triggers, how they are arranged and where they can be used. The question of how to choose the right trigger is raised, and why triggers are relevant now and will not lose their popularity in the near future.

Keywords: trigger, transistor, logic elements, circuitry, technology.

Триггер на транзисторе – это электронное устройство, используемое для хранения состояния и переключения между двумя состояниями. Он выполняет функцию элемента памяти, тем самым позволяя запоминать данные в виде логических уровней.

Первые триггеры на транзисторах появились в начале 1950-х годов. Разработка транзисторного триггера стала значительным прорывом в области вычислительных технологий.

Этому есть множество доказательств, одним из которых является то, что фундамент созданию компьютеров нашего времени положили именно они. Принцип работы триггера на транзисторе довольно понятен. В его состав входят два транзисторных каскада, подключенных по схеме с общим. В них установлены перекрестная связь и два стабильных состояния. Все это обусловлено тем, что их коллекторы и базы соединены между собой.

Транзисторы в триггере находятся в двух состояниях – либо открыты, либо закрыты. Смена этих состояний происходит благодаря подаче импульсов на вход. После подачи импульса запускается стремительный процесс, в результате которого на входе возникают прямоугольные импульсы, представляющие собой как высокие, так и низкие логические уровни.

Триггеры делятся на синхронные и асинхронные. Различаются они тем, что у асинхронных триггеров вместе с изменением входного сигнала меняется и выходной, а для того, чтобы изменить состояние синхронного триггера, нужен синхронизирующий сигнал на входе. Синхронные элементы, в свою очередь, также делятся на два класса: статические и динамические. Их различие проявляется в том, что у динамических синхронных триггеров уровень выхода будет меняться от вида входных сигналов в момент появления фронта, между появлением которого можно подавать сигналы, от чего состояние не изменится, или спада тактового сигнала, а у статических - признаком тактирования будет не изменения уровня, а наличие на входе единицы или нуля.

Наибольшей популярностью пользуются RS-триггеры, D-триггеры, T-триггер и JK-триггеры. Чтобы правильно использовать триггеры следует учитывать температуру, мощность и частоту, регулировку порогов переключения, сопротивление резисторов и защиту от короткого замыкания. Их можно разделить по задачам. Все они используются для хранения и обработки двоичных данных, но у каждого есть свои особенности.

Название RS-триггера произошло от названия его входов, где R – это вход, при подаче единицы на который выходное состояние становится равным логическому нулю, а при подаче единицы на вход S выходное состояние становится равным логической единице. Также эти входы называют входами сброса и установки соответственно. Устройство состоит из двух входов, двух выходов и двух вентилях «ИЛИ-НЕ». При подаче питания на RS-триггер, оба вентиля выдают единицы на своих выходах. Примером использования RS-триггера является «растягивание» во времени сигнала от кнопки. По такому принципу действуют светодиоды кнопок лифта. При нажатии кнопки происходит установка триггера в состояние «1» (или «включено»), что активирует светодиод. Когда лифт прибывает на этаж, сигнал от датчика прибытия сбрасывает триггер в состояние «0» (или «выключено»), что отключает светодиод. Из этого можно сделать вывод об одних из его преимуществ: триггер сохраняет состояние даже после отпускания кнопки, что позволяет избежать мерцания светодиода, также можно легко интегрировать дополнительные временные задержки или условия для управления состоянием.

D-триггер получил свое название по первой букве «D», которая от английского «delay» - задержка. У него в отличие от RS-триггера нет входа сброса и установки, они заменены на один вход данных. Примером его использования может послужить фильтрация шума в сигналах ЭКГ. Триггер получает входной сигнал от датчика ЭКГ, после этого он проверяет входной сигнал на соответствие определенным условиям, если входной сигнал соответствует условиям, то триггер изменяет свое состояние и выдает выходной сигнал, который соответствует текущему состоянию. Этот триггер сохраняет значение входного сигнала

на его входе до тех пор, пока не будет получен новый входной сигнал, а выходной сигнал выдает тот, который соответствует сохраненному значению. Одними из его преимуществ являются фильтрация шума в цифровых сигналах и синхронизация сигналов в цифровых схемах.

T-триггер получается путем подачи сигнала с выхода D-триггера на его вход, буква «T» в названии с английского «Toggle» - переключатель. Он изменяет свое состояние при каждом получении входного сигнала. Его можно применять для создания систем оповещения о событиях. Триггер получает входной сигнал от датчика или другого устройства, которое обнаруживает событие и выдает выходной сигнал, он используется для активации систем оповещения. Примером является система оповещения о проникновении в дом. Датчик движения обнаруживает движение в доме и отправляет сигнал на триггер, он изменяет свое состояние и выдает выходной сигнал, который активирует сирену. Из этого вытекают следующие преимущества: он прост в использовании и легко интегрируется в различные цифровые схемы, также он обеспечивает надежную работу системы за счет того что изменяет свое состояние только при получении входного сигнала.

JK-триггер является универсальным триггером, и может выполнять функции всех остальных видов триггеров. Он имеет два входа и два выхода так же, как и RS-триггер. Принцип его работы заключается в том, чтобы при получении комбинаций, управлять его состояниями на входах. Примером может послужить принцип работы счётчиков, если связать несколько таких триггеров вместе, так работают обычные электронные часы. Этот триггер хорош своей уникальностью, в нём исключено возникновение неопределенных состояний, может быть использован для переключений, установок и сбросов, легко комбинируется в более сложные структуры.

Можно сделать вывод о том, что если нам нужны установка и сброс состояния, то подойдет RS-триггер. Для обеспечения синхронизации и хранения данных подойдет D-триггер. T-триггер потребуется для переключения состояний, а JK-триггер для комбинирования сразу нескольких функций.

Актуальность триггеров, несмотря на свою устарелость, связана с рядом факторов. В современной мировой обстановке триггеры на транзисторах не требуют импортных комплектующих, это позволяет использовать их в решении различных задач. Они намного дешевле микросхем, особенно в массовом производстве, более устойчивы к внешним воздействиям, просты в реализации, просты в сборе и настройке.

Подводя итог, можно сказать, что триггеры не утратят своей популярности, благодаря своей уникальности и широкой сфере применения. Благодаря им, мы могли бы создать и усовершенствовать множество устройств и приборов в будущем, ведь сейчас триггеры повсеместно окружают нас и имеют значительное применение в цифровых схемах, включая регистры, счетчики и устройства для временной задержки. Их использование позволяет создавать сложные логические схемы и улучшать обработку информации.

### Список литературы

1. Архипов Е. В., Машченко П. Е. Исследование работы триггеров на интегральных элементах: методические указания. - М.: МИИТ, 2008. - 26 с.
2. Кондратьев А. В. Основы цифровой схемотехники: учебное пособие. - Пермь: ФГОУ ВО «Пермская ГСХА», 2016. - 145 с.
3. Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В., Денисова О.А., Полуэктов А.В. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.
4. Компьютерное моделирование работы транзисторов и полупроводниковых приборов на его основе / А.В. Полуэктов, Ф.В. Макаренко, Р.Ю. Медведев // Моделирование систем и процессов. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 77-84.
5. Журавлева И.В., Попова Е.А. Полупроводниковые технологии для реализации радиационно-стойких СБИС // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 44-52.

### References

1. Arkhipov E. V., Mashchenko P. E. Study of the work of triggers on integral elements: Methodological guidelines. - Moscow: MIIT, 2008. - 26 p.
2. Kondratev A.V. Fundamentals of digital circuitry: Textbook. Perm: Perm state agricultural Academy, 2016, 145 p.
3. Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V., Denisova O.A., Poluektov A.V. Review of logical bases and microcircuits in the construction of a combinational device taking into account reliability // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 115-124.
4. Computer modeling of transistors and semiconductor devices based on it / A.V. Poluektov, F.V. Makarenko, R.Y. Medvedev // Modeling of systems and processes. – 2023. – Vol. 16, No. 1. – pp. 77-84.
5. Zhuravleva I.V., Popova E.A. Semiconductor technologies for the implementation of radiation-resistant VLSI // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 44-52.

## ИНВЕРСИЯ ИЛИ ЛОГИЧЕСКОЕ ОТРИЦАНИЕ

Д.П. Луцко, И.А. Прокопенко  
prokopenkoirina81@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при изучении и описании был проведен анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература законов логики. Примеры приведены в соответствии с выбранной темой.

Ключевые слова: инверсия, отрицание, логика.

## INVERSION OR LOGICAL NEGATION

D.P. Lutsko, I.A. Prokopenko  
prokopenkoirina81@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, an analysis of the chosen topic was carried out during the study and description. The relevant literature of the laws of logic has been studied. Examples are given according to the chosen topic.

Keywords: inversion, negation, logic.

### Введение

Законы логики - это основные принципы и правила, которые определяют правильность и недопустимость логических умозаключений. Они помогают определить, что является истинным или ложным в рамках логического рассуждения.

Изучение и знание законов логики имеет большое значение как в различных областях науки, так и в повседневной жизни.

В этой статье будет рассмотрена такая тема как «Инверсия или логическое отрицание». Также будут приведены понятные и простые примеры для лучшего понимания, начиная от написания, заканчивая применением инверсии.

Следует начать с того, откуда появился этот термин и как он использовался и прогрессировал.

Термин «инверсия» происходит от латинского *inversio* – «переворот».

А теперь немного о человеке, который ввёл понятие инверсии и благодаря которому мы можем пользоваться функцией этой операции.

Создателем алгебры логики, в честь которого эта алгебра названа булевой алгеброй высказываний является английский математик Джордж Буль.

Буль был, вероятно, первым после Джона Валлиса математиком, обратившим внимание на логическую проблематику.

Первое высказывание по поводу применения символического метода к логике высказаны в статье «Математический анализ логики» (1847).

Математика не устроила результаты в этой статье, и поэтому Буль хотел, чтобы о его взглядах судили по обширному трактату «Исследование законов мышления, на которых основываются математические теории логики и вероятностей» (1854).

Буль не считал, что логика является разделом математики, но при этом находил глубокую аналогию между символическим методом представления логических форм и символическим методом алгебры.

Единицей Буль обозначал универсум мыслимых объектов, буквенными символами — выборки из него, связанные с обычными прилагательными и существительными (так, если  $x$  = «рогатые», а  $y$  = «овцы», последовательный выбор  $x$  и  $y$  из единицы даст класс рогатых овец). Буль показал, что символика такого рода подчиняется тем же законам, что и алгебраическая, из чего следовало, что их можно складывать, вычитать, умножать и даже делить.

В такой символической высказывания могут быть сведены к форме уравнений, а заключение из двух посылок силлогизма — получено путём исключения среднего термина по обычным алгебраическим правилам.

Ещё более оригинальной является часть его системы, представленной в «Законах мышления...», образующая общий символический метод логического вывода. Буль показал, как из любого числа высказываний, включающих любое число терминов, вывести любое заключение, следующее из этих высказываний, путём чисто символических манипуляций. Вторая часть «Законов мышления...» содержит аналогичную попытку обнаружить общий метод в исчислении вероятностей, позволяющий из заданных вероятностей совокупности событий определить вероятность любого другого события, логически связанного с ними.

Теперь более углубленно коснемся одной из логических операций, а именно — инверсия.

Инверсия — это операция логического отрицания, которая делает истинное высказывание ложным и, наоборот, ложное — истинным.

Ниже будут приведены очень простые примеры для полного понимания, а также примеры со схемой и таблицей истинности.

Поговорим о том, как можно обозначать и произносить термин инверсия.

Обозначается знаком  $\neg$  перед или чертой — над суждением, а также ! перед выражением или NOT(НЕ). Отрицание является обратной функцией идентичности. Например, нам дано логическое выражение  $A$ , записать обратное ему можно как  $\neg A$ ,  $!A$ , НЕ  $A$  или NOT  $A$ . (Если  $A$  = истина, то  $\neg A$  = ложь). Произносит мы можем как НЕ  $A$  или инверсия  $A$ .

Перед тем как перейти к схемам и таблице истинности, стоит поговорить о следующем — операции, как математические, так и логические можно разделить на 2 вида, а именно:

- унарные;
- бинарные.

Унарны выполняют действие над одним числом, а бинарные над двумя.

Пример унарной операции – умножение, слева и права от умножения мы должны указать значения. Но знак «-» может также использоваться в качестве унарной операции, она просто указывает на знак числа.

Так вот, к бинарным относят дизъюнкцию и конъюнкцию, а инверсия является унарной, т.е. она делает действие над одним высказыванием, и этим она отличается от всех логических функций.

А теперь вернемся к таблице истинности. Тут на самом деле всё очень просто. Как говорилось ранее, нам дано логическое выражение  $A$ . Таблица истинности для него представлена на рис. 1.

<b>A</b>	<b><math>\bar{A}</math></b>
<b>0</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>0</b>

Рисунок 1 – Таблица истинности «Инверсия»

Схематичное представление инверсии представлено на рис. 2.

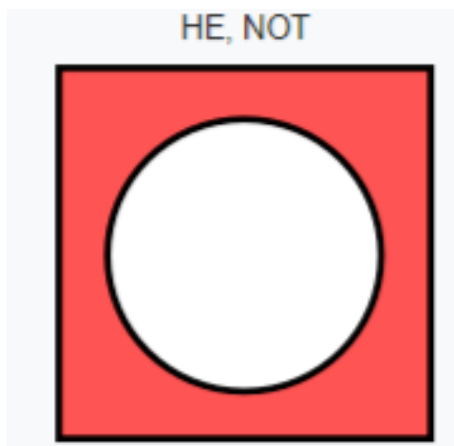


Рисунок 2 – Схематичное представление «Инверсия»

Так как, когда мы применяем инверсию, то мы заинтересованы в противоположном результате, что видно на рис. 2, применяя к обычному  $A$  (белый круг) инверсию, мы получаем инверсию  $A$  (что закрашено красным), а именно то, что нам нужно.

## Вывод

Итак, подведем итоги, инверсия используется для того, чтобы получить противоположное утверждение от исходного высказывания.

Важно отметить, что при использовании инверсии важно учитывать контекст и правильно интерпретировать высказывание, чтобы избежать недопонимания.

Инверсия также широко используется в математике, философии, программировании и других областях, где логика играет важную роль.

Таким образом, инверсия или логическое отрицание является важным инструментом для анализа информации и формулирования точных утверждений.

## Список литературы

1. Попова, С. В. Математическая логика : учеб. пособие / С. В. Попова, И. А. Ходырев. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2010. – 18 с. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2914.pdf/download/2914.pdf>
2. Отрицание. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Отрицание>. – 02.10.2024.
3. Джорж Буль. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,\\_Джордж](https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,_Джордж) – 02.10.2024.
4. Сазонова, С.А. Математическое моделирование параметрического резерва систем теплоснабжения с целью обеспечения безопасности при эксплуатации / С.А. Сазонова, С.Д. Николенко, А.В. Звягинцева // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 3. – С. 71-77.

## References

1. Popova, S. V. Mathematical logic : textbook manual / S. V. Popova, I. A. Khodyrev. – St. Petersburg: SPSPU, 2010. – 18 p. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2914.pdf/download/2914.pdf>.
2. Denial. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Denial>. – 02.10.2024.
3. George Buhl. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,\\_George](https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,_George). – 02.10.2024.
4. Sazonova, S.A. Mathematical modeling of the parametric reserve of the heat supply systems for the purpose of ensuring safety during operation / S.A. Sazonova, S.D. Nikolenko, A.V. Zvyagintseva // Modeling of systems and processes. – 2019. – Vol. 12, № 3. – P. 71-77.



## **РАБОТА С СИГНАЛАМИ ЧЕРЕЗ МНОГОЗАДАЧНОСТЬ И ФОРКИ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PCNTL\_FORK В PHP**

А.А. Андриюшин, А.А. Псарев  
artem.psarev4849@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается использование функции `pcntl_fork` в языке PHP для создания многозадачных приложений и работы с сигналами. Подробно описаны принципы работы функции `pcntl_fork`, возможности её применения для создания дочерних процессов и оптимизации работы серверных приложений. Статья направлена на повышение производительности PHP-приложений при обработке параллельных задач и асинхронных событий.

Ключевые слова: PHP, многозадачность, `pcntl_fork`, процессы, сигналы.

## **WORKING WITH SIGNALS THROUGH MULTITASKING AND PROCESS FORKING USING PCNTL\_FORK IN PHP**

A.A. Andryushin, A.A. Psarev  
artem.psarev4849@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article discusses the use of the `pcntl_fork` function in PHP for creating multitasking applications and handling signals. It provides a detailed explanation of how the `pcntl_fork` function works, its potential for creating child processes, and optimizing server application performance. The article aims to improve the efficiency of PHP applications in processing parallel tasks and asynchronous events.

Keywords: PHP, multitasking, `pcntl_fork`, processes, signals.

### **Введение**

PHP, как мною было выяснено, будучи в первую очередь языком для веб-разработки, в последние годы значительно увеличил свои возможности из-за внедрения функций PCNTL (process control). Эти функции позволяют использовать многозадачность процессов, что открывает перед разработчиками новые возможности. Предположим, когда нужно выполнять несколько задач одновременно, особенно в серверных приложениях, где важно обрабатывать запросы без задержек. Одной из таких ключевых функций является `pcntl_fork`. Она дает возможность создавать дочерние процессы, которые работают параллельно с основным. Этот подход я думаю особенно понадобится и будет полезный для распределения вычислительных задач и асинхронного выполнения этих задач.

Когда мы работаем с веб-приложениями или сложными задачами на сервере, наверное, часто возникает необходимость обрабатывать сразу несколько запросов или операций. В этом случае простого выполнения одного процесса за другим недостаточно, и параллельное выполнение становится настоящим помощником для разработчиков. Именно здесь на сцену выходит `pcntl_fork`.

### Основы `pcntl_fork`

`pcntl_fork` в PHP даёт нам возможность создать новый дочерний процесс, который является копией родительского процесса, что особенно важно. После вызова этой функции оба процесса продолжают работу независимо друг от друга. Как если бы вы сделали копию себя и поручили каждому из своих клонов выполнять разные задачи, удобно правда? Родительский процесс продолжает выполнение программы, а дочерний может, к примеру, взять на себя другую часть работы.

Когда вызывается `pcntl_fork`, происходит следующее:

- родительский процесс получает идентификатор дочернего процесса (PID), который больше нуля.
- Дочерний процесс получает значение 0, что позволяет ему понять, что он работает в режиме дочернего процесса.
- Если при создании дочернего процесса произошла ошибка, функция возвращает нас на шаг назад, что позволяет программе обработать этот сбой.

```
$pid = pcntl_fork();

if ($pid == -1) {
    die('Не удалось создать дочерний процесс');
} elseif ($pid) {
    // Родительский процесс
    echo "Это родительский процесс, PID дочернего: $pid\n";
    pcntl_wait($status); // Ожидание завершения дочернего процесса
} else {
    // Дочерний процесс
    echo "Это дочерний процесс\n";
    sleep(5); // Эмулируем длительную задачу
    exit(0); // Завершение дочернего процесса
}
```

Рисунок 1 – Пример работы с `pcntl_fork`

Этот кусочек кода показывает нам базовое создание процесса с использованием `pcntl_fork`. родительский процесс получает PID дочернего процесса, а дочерний выполняет свою задачу отдельно от него.

Почему это важно по моему мнению?

Использование `pcntl_fork` в `php` помогает разделять задачи и распределять нагрузку, что точно в наши дни актуально и важно для серверных приложений. Представим, что вы создаете веб приложение, которое обрабатывает очень-очень много запросов от пользователей. Если каждый вопрос будет выполняться один за одним, пользователи могут столкнуться с задержками и лагами. Но если разделить их между разными процессами, время отклика будет гораздо быстрее.

Многозадачность — это не просто удобство. Это необходимость в мире высоконагруженных серверных приложений. Как я выяснил и изучил и использовал здесь, `pcntl_fork` даёт возможность обрабатывать несколько запросов одновременно, что даёт возможность не ждать завершения прошлых задач. Это очень удобно, когда вам нужно наладить стабильную работу приложения под огромной нагрузкой.

Пример с несколькими процессами

Теперь я хочу рассмотреть и показать более сложный пример, где создаётся несколько дочерних процессов для выполнения различных задач. Это, я надеюсь, поможет лучше понять, как `pcntl_fork` может быть использован для создания многозадачного приложения.

```
for ($i = 0; $i < 3; $i++) {
    $pid = pcntl_fork();

    if ($pid == -1) {
        die("Ошибка при создании дочернего процесса\n");
    } elseif ($pid) {
        // Родительский процесс
        echo "Родитель создал процесс с PID: $pid\n";
    } else {
        // Дочерний процесс
        echo "Дочерний процесс с PID: " . getmypid() . "\n";
        sleep(2); // Выполнение задачи
        exit(0);
    }
}
```

Рисунок 2 – Создание дочерних задач

В этом моём примере создаются три дочерних процесса. Каждый процесс выполняет свою задачу независимо от остальных. Родительский процесс делает выполнение, не для завершения дочерних. Этот некий подход удобно использовать в ситуациях, когда нужно обработать очень много запросов или задач одновременно.

Многозадачность и контроль процессов

Использование `pcntl_fork` эффективно для многозадачных приложений, где требуется выполнять несколько операций одновременно. Например, я думаю, что это можно использовать в серверных приложениях, это может быть

обработка запросов от пользователей или выполнение параллельных вычислений.

Пример обработки нескольких задач одновременно

Предположим, что у нас есть задача обработки огромного объема данных, и мы хотим разделить эту работу между несколькими процессами.

```
$tasks = ['task1', 'task2', 'task3'];

foreach ($tasks as $task) {
    $pid = pcntl_fork();

    if ($pid == -1) {
        die("Не удалось создать процесс для задачи $task\n");
    } elseif ($pid) {
        // Родительский процесс
        pcntl_wait($status); // Ожидание завершения дочернего процесса
    } else {
        // Дочерний процесс
        echo "Выполняем задачу: $task\n";
        sleep(2); // Эмуляция выполнения задачи
        exit(0);
    }
}
```

Рисунок 3 – Разделение работы

Этот пример показывает, как можно разделить обработку задач между несколькими дочерними процессами. Каждый процесс отвечает за выполнение своей задачи, а родительский процесс ожидает завершения.

Когда стоит использовать `pcntl_fork`?

Хотя как я выяснил, `php` не является языком, изначально предназначенным для создания многозадачных приложений, использование `pcntl_fork` открывает перед разработчиками новые возможности. Вот несколько сценариев, когда применение этой функции, по моему мнению, более оправданно:

- обработка нескольких клиентских запросов на сервере. Например, каждый запрос может обрабатываться в отдельном процессе, что уменьшит задержки.
- Параллельная обработка данных. В случае, если у вас есть несколько независимых между собой задач, их можно ловко разделить между дочерними процессами для ускорения выполнения программы.

Фоновые процессы. Если вам нужно, чтобы какая-то задача выполнялась в фоновом режиме, вы можете использовать `pcntl_fork` для ее выполнения параллельно с основной программой.

## Заключение

`pcntl_fork` — это мощный инструмент для создания многозадачных приложений на PHP. Хотя сам язык чаще всего используют для веб разработки, но при этом с помощью этой функции можно воплотить в реальность параллельное выполнение задач, что я думаю очень важно для серверных приложений. Примеры, рассмотренные в моей этой статье, показывают нам, как легко можно использовать `pcntl_fork` для релиза дочерних процессов и практического управления задачами.

Я пришёл к выводу, что, применяя многозадачность, вы можете улучшить производительность своих приложений. Функция `pcntl_fork` помогает не только справляться с мега-большими нагрузками, но и облегчить использование кода, делая приложения более быстрыми и гибкими. Поэтому я думаю, если перед вами стоит задача обработки нескольких параллельных операций, рассмотрите возможность использования `pcntl_fork` — она может стать вашим надежным помощником.

## Список литературы

1. Боярский, А.Е. Программирование на PHP: руководство для профессионалов / А.Е. Боярский. — Москва: Вильямс, 2020. — 432 с.
2. Ларсен, Дж. Архитектура серверных приложений и многозадачность / Дж. Ларсен, П. Мэтьюс. — Санкт-Петербург: Питер, 2019. — 384 с.
3. Петроченков, А.И. Серверное программирование и многозадачность в PHP / А.И. Петроченков. // Программирование и компьютерные науки. — 2022. — №5. — С. 87–95.
4. Зольников К.В., Гамзатов Н.Г., Евдокимова С.А., Потапов А.В., Допира Р.В., Кучеров Ю.С., Яночкин И.Е., Стоянов С.В., Плотников А.М. Моделирование процессов в полупроводниковых структурах при радиационном воздействии // Моделирование систем и процессов. — 2022. — Т. 15, № 3. — С. 106-127.
5. Жаксыбаев Д.О., Бакиев М.Н. Алгоритмы классификации текстовых документов с учетом близости в признаковом пространстве // Моделирование систем и процессов. — 2022. — Т. 15, № 1. — С. 36-43.
6. Журавлева И.В., Попова Е.А. Полупроводниковые технологии для реализации радиационно-стойких СБИС // Моделирование систем и процессов. — 2022. — Т. 15, № 1. — С. 44-52.

## References

1. Boyarsky, A.E. Programming in PHP: A Guide for Professionals / A.E. Boyarsky. — Moscow: Williams, 2020. — 432 p.
2. Larsen, J. Architecture of Server Applications and Multitasking / J. Larsen, P. Matthews. — Saint Petersburg: Piter, 2019. — 384 p.
3. Petrochenkov, A.I. Server Programming and Multitasking in PHP / A.I. Petrochenkov. // Programming and Computer Science. — 2022. — №5. — pp. 87–95.

4. Zolnikov, K.V., Gamzatov, N.G., Evdokimova, S.A., Potapov, A.V., Dopira, R.V., Kucheryov, Y.S., Yanochkin, I.E., Stoyanov, S.V., Plotnikov, A.M. Modeling Processes in Semiconductor Structures under Radiation Exposure // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, №3. – pp. 106-127.

5. Zhaksabayev, D.O., Bakiev, M.N. Algorithms for Text Document Classification Considering Proximity in Feature Space // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, №1. – pp. 36-43.

6. Zhuravleva, I.V., Popova, E.A. Semiconductor Technologies for Implementing Radiation-Resistant Integrated Circuits // Modeling Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, №1. – pp. 44-52.

## **СИНТЕЗ КОМПАРАТОРА ДВУХ ДВУХБИТНЫХ ЧИСЕЛ С ТРЕМЯ ВЫХОДАМИ**

С.О. Бучнев, Н.С. Пышнограев  
pyishnograev.nik@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс синтеза компаратора для сравнения двух двухбитных чисел с тремя выходными сигналами, отражающими отношения чисел (больше, меньше или равно). Приведены таблицы истинности и логические выражения для каждой из функций. Описана структура схемы компаратора и предложены возможные пути оптимизации с помощью минимизации логических выражений.

Ключевые слова: компаратор, логическая схема, минимизация, двоичная арифметика, цифровые системы.

## **SYNTHESIS OF A COMPARATOR OF TWO TWO-BIT NUMBERS WITH THREE OUTPUTS**

S.O. Buchnev, N.S. Pyshnograev  
pyishnograev.nik@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article considers the process of synthesizing a comparator for comparing two two-bit numbers with three output signals indicating the relationships between the numbers (greater, less, or equal). Truth tables and logical expressions for each function are provided. The structure of the comparator circuit is described, and possible optimization paths through the minimization of logical expressions are proposed.

Keywords: comparator, logical circuit, minimization, binary arithmetic, digital systems.

Компаратор – это устройство, предназначенное для сравнения величин аналоговых сигналов. В контексте работы с аналоговыми сигналами компаратор функционирует как логический элемент с релейным режимом работы. Его задача заключается в том, чтобы принимать на свои входы два аналоговых сигнала и выдавать сигнал высокого уровня, если напряжение на неинвертирующем входе («+») превышает напряжение на инвертирующем («-»), и сигнал низкого уровня, если напряжение на неинвертирующем входе меньше, чем на инвертирующем. В случае равенства входных напряжений поведение компаратора не определено. В логических схемах сигнал высокого уровня обычно интерпретируется как логическая 1, а низкого — как логический 0.

Компараторы играют ключевую роль в преобразовании непрерывных сигналов, таких как напряжение, в логические переменные для цифровых систем. Они находят применение в разнообразных электронных устройствах, включая аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, системы сигнализации, устройства контроля допуска и другие.

Один из сигналов, подаваемых на один из входов компаратора, часто называют опорным или пороговым напряжением. Это пороговое напряжение делит диапазон входных напряжений, подаваемых на другой вход, на два поддиапазона. Выходное состояние компаратора — высокое или низкое — указывает, в каком из этих поддиапазонов находится входное напряжение. Компараторы с одним пороговым напряжением называют однопороговыми. Также существуют компараторы с двумя и более пороговыми напряжениями, которые разделяют диапазон входного сигнала на количество поддиапазонов, равное числу порогов плюс один.

Сравниваемое напряжение может подаваться как на инвертирующий, так и на неинвертирующий вход, что определяет тип компаратора — инвертирующий или неинвертирующий.

Компараторы представляют собой важную часть цифровых систем, так как они позволяют проводить сравнение чисел, представленных в двоичной системе счисления. Компаратор предназначен для определения того, какое из двух входных чисел больше, меньше или равно другому. В данной работе рассматривается синтез компаратора двух двухбитных чисел с тремя выходами, каждый из которых указывает на одно из трёх возможных состояний: больше, меньше или равно.

Назначение компаратора очень широко:

Используются в устройствах, где аналоговые сигналы преобразуются в цифровые;

В микросхемах, обеспечивающих контроль прохождения входного сигнала к участку назначения;

В оборудовании, используемом для сравнения различных характеристик, — весах, часах, различных детекторах, индикаторах и датчиках — уровня шума, света и прочих;

Для замеров состояний системы в промышленном и другом оборудовании — например, уровня рабочих жидкостей;

В блоках питания, зарядных устройствах, фототехнике.

Рассматриваемый компаратор предназначен для сравнения двух двухбитных чисел, которые можно обозначить как  $A$  и  $B$ . Каждое из чисел представлено двумя разрядами:  $A_1$  (старший разряд) и  $A_0$  (младший разряд) для числа  $A$ , а также  $B_1$  и  $B_0$  для числа  $B$ .

Задача компаратора — выдать три сигнала:

1.  $A > B$  — сигнал устанавливается в единицу, если число  $A$  больше числа  $B$ .



2.  $A < B$  — сигнал устанавливается в единицу, если число  $A$  меньше числа  $B$ .

3.  $A = B$  — сигнал устанавливается в единицу, если числа  $A$  и  $B$  равны.

Для выполнения этих функций необходимо построить логические выражения, описывающие каждый из выходных сигналов.

Составим таблицу истинности для двух двухбитных чисел.

Таблица 1 – Таблица истинности

A1	A0	B1	B0	$A > B$	$A < B$	$A = B$
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1

Используя таблицу истинности, можно вывести следующие логические выражения:

- $A > B$ :
- $A < B$ :
- $A = B$ :

Синтезируя схему компаратора, можно разделить её на две основные части: сравнение старших разрядов ( $A1$  и  $B1$ ) и сравнение младших разрядов ( $A0$  и  $B0$ ), если старшие разряды равны. В качестве логических элементов используются И (AND), ИЛИ (OR) и НЕ (NOT). Схема может быть оптимизирована с помощью минимизации логических выражений, например, используя карты Карно.

Оптимизация позволяет уменьшить количество логических элементов, что делает схему более простой и эффективной. Минимизация выражений приводит к уменьшению количества операций, что положительно сказывается на аппаратных ресурсах и производительности системы.

### Список литературы

1. Таненбаум Э. С., Остин Т. Архитектура компьютера. – 6-е изд. – 2024. – ISBN 978-5-4461-1103-9.
2. Угрюмов, Е. П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие для вузов. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 816 с.: ил.
3. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 148 с. – ISBN 978-5-534-18602-4.
4. Сазонова, С.А. Моделирование опасных внутренних усилий при расчете смешанным методом статически неопределимых рам со стержнями заданной жесткости / С.А. Сазонова, В.Ф. Асминин, А.В. Звягинцева // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 44-54. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-44-54.

### References

1. Tanenbaum E. S., Austin T. Computer architecture. – 6th ed. – 2024. – ISBN 978-5-4461-1103-9.
2. Ugryumov, E. P. Digital circuitry: textbook for universities. – 3rd ed. – SPb.: BHV-Peterburg, 2010. – 816 p.: ill.
3. Sazhnev, A. M. Digital devices and microprocessors: textbook for universities / A. M. Sazhnev. – 3rd ed., rev. and suppl. – Moscow: Yurait Publishing House, 2024. – 148 p. – ISBN 978-5-534-18602-4.
4. Sazonova, S.A. Modeling of dangerous internal forces in the mixed method calculation of statically indeterminate frames with rods of a given stiffness / S.A. Sazonova, V.F. Asminin, A.V. Zvyagintseva // Modeling of systems and processes. – 2021. - Vol. 14, № 2. – P. 44-54. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-44-54-54.

## ОБЗОР МИКРОПРОЦЕССОРА A17 PRO

С.И. Перов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе обзревается основные характеристики и архитектура чипа A17 pro, который используется на смартфонах компании Apple, таких как: Iphone 15 Pro и Iphone 15 Pro Max. Выделяются основные отличия от предшествующих процессоров Apple. Также производится сравнение и тесты с конкурентом для Android смартфонов- Snapdragon 8 Gen 3.

Ключевые слова: A17 Pro, Apple, Iphone, Iphone 15 Pro, микропроцессор, тестирование, бенч марки, архитектура A17, самый быстрый процессор.

## OVERVIEW OF THE A17 PRO MICROPROCESSOR

S.I. Perov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper reviews the main characteristics and architecture of the A17 pro chip, which is used on Apple smartphones such as the Iphone 15 Pro and Iphone 15 Pro Max. The main differences from the previous Apple processors are highlighted. Comparison and tests are also performed with a competitor for Android smartphones - Snapdragon 8 Gen 3.

Keywords: A17 Pro, Apple Iphone, Iphone 15 Pro, microprocessor, testing, benchmark, A17 architecture, the fastest processor.

Осенью 2023 года компанией Apple был разработан один из передовых и мощнейших микропроцессоров для смартфонов настоящего времени. Этот чип является высшем уровнем среди конкурентов, обеспечивающий исключительную производительность, качество, эффективность и графические возможности.

Система A17 Pro имеет 6-ядерный процессор, максимальная частота которого достигает 3780 МГц и неплохим объемом кэш памяти L2, который равен 16 МБ. Эти данные обеспечивают плавность работы смартфона. Даже при запуске требовательных приложений и игр, процессор с легкостью выдает плавную картинку пользователю, что обеспечивает положительные впечатления от пользования устройством.



Рисунок 1 – A17 Pro

Также A17 Pro обладает графическим ядром A17. Данное ядро обеспечивает высокую производительность даже в особо «тяжелых» играх и медиафайлах. Эти факты подтверждаются различными тестами, один из которых является потрясающим, в AnTuTu 10. Результат которого равен: 1578785 очков , баллом Geekbench 6 Single Core 2977 и баллом Geekbench 6 Multi Core 7476.

Также система A17 является очень энергоэффективной, это значит что смартфон будет выдавать отличную производительность и при этом расходовать не сильно много заряда батареи.

Система A17 Pro используется в таких смартфонах как: Iphone 15 и Iphone 15 Pro Max.

Основными характеристиками системы являются:

1. Шестиядерный ARM микропроцессор (64-бит);
2. Два производительных вычислительных ядра;
3. Четыре энергоэффективных вычислительных ядра;
4. Шесть графических ядер ( Apple GPU);
5. Нейропроцессор на 16 ядер ( Neural Engine);

A17 является улучшенной версией чипа A16 Bionic, по заявлениям компании, в этом чипе применен самый быстрый мобильный ЦП. Данный чип превосходит своего предшественника на 10%.

Особенности данной системы:

– Касаясь графического процессора, количество ядер увеличилось с 5 до 6, что позволило увеличить производительность графики на 20 процентов.

– Появилась аппаратная трассировка лучей ( тени и освещение кадра ), в этом плане Apple догоняет конкурентов, ведь у них уже использовалась эта функция ранее.

– Использование новейшего 3-нанометрового процессора, это позволило повысить до 35 % энергоэффективности. Компания выбрала компромиссный подход, получив и получение производительности и увеличение автономной работы.

– Neural Engine (нейронный движок) остался 16-ядерным, но производительность выросла, он выполняет 35 триллионов операций в секунду, что является самым быстрым процессором в мире на данный момент.

Тесты и сравнения системы A17 Pro с ее конкурентом Snapdragon 8 Gen 2: Сравнение характеристик процессоров:

- 1) Количество ядер : Snapdragon 8 Gen 3 имеет 8, а A17 Pro – 6;
- 2) Архитектура ядер: у первого 1x3.3 ГГц, 3x3.15ГГц, 2x2.96 ГГц, 2x2.26 ГГц. У системы A17: 2x3.78 ГГц, 4x2.11 ГГц;
- 3) Частота GPU: 770 МГц, против 1398;
- 4) Тип ОЗУ: LPDDR5X – у Snapdragon и LPDDR5 у A17 pro;
- 5) Техпроцесс (TSMC): отличие на 1 нм, 4нм против 3 нм у A17;

По результатам проведенных тестирований (бенчмарках) лидирующую позицию занимает процессор компании Apple. Если обратить внимание на нагрев устройств использующих данную систему, а в данном случае Iphone 15 Pro Max, то можно сделать вывод что смартфон работает не на всю мощность. Это говорит о том что тестирование IOS и Android является не равным, а так как эти смартфоны используют разные алгоритмы принудительного снижения частоты, объективно оценить, что является лучше, невозможно.

Тест	Snapdragon 8 Gen 3	Apple A17 Pro
<b>AnTuTu 10</b>	1 959 771 балл	1 620 239 баллов
<b>Geekbench 6</b>	2 132 балла (однойдерный тест) 6 900 баллов (многоядерный тест)	2 949 баллов (однойдерный тест) 7 408 (многоядерный тест)
<b>Solar Bay Stress Test</b>	8 564 балла (максимальный результат) 6 984 балла (минимальный результат)	6 795 баллов (максимальный результат) 4 532 балла (минимальный результат)
<b>Нагрев в области экрана</b>	36.5°C (AnTuTu) 32.2°C (Geekbench) 46.7°C (SBST)	30.7°C (AnTuTu) 30.1°C (Geekbench) 37.5°C (SBST)

Рисунок 2 – Результаты тестов

Эти два подопытных процессора находятся примерно на равном уровне своей конкуренции на рынке. При использовании этих систем необходима хорошая оптимизация приложений, а не фактическая мощность и производительность устройств. Поэтому у равноценных чипах сложно выбрать победителя, каждый пользователь современных смартфонов должен отдать свое предпочтении самостоятельно.

Таким образом, A17 Pro – значимый прорыв в мире мобильных микропроцессор, многие пользователи уже заметили что смартфоны достигли своего максимума и с каждым выходом новой версии улучшения все менее и менее заметны, поэтому система A17 будет актуальная еще как минимум 5-6 лет.

### Список литературы

1. Apple A17 Pro против Snapdragon 8 Gen 2: битва за чипы следующего поколения. – URL: <https://www.androidauthority.com/apple-a17-pro-vs-snapdragon-8-gen-2-3361973/> (дата обращения: 13.10.2024).
2. A17 PRO. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_A17](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_A17) (дата обращения: 13.10.2024).
3. Отличие A17 от A16. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (дата обращения: 13.10.2024).
4. Snapdragon 8 Gen 2 против A17 Pro. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (дата обращения: 13.10.2024).
5. Какой смартфон мощнее: Android или iPhone. Сравнение Snapdragon 8 Gen 3 и Apple A17 Pro. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (дата обращения: 13.10.2024).

### References

1. Apple A17 Pro with Snapdragon 8 processor 2nd generation: work for chips after-for users. – URL: <https://www.androidauthority.com/apple-a17-pro-vs-snapdragon-8-gen-2-3361973/> (date of access: 13.10.2024).
2. A17 PRO. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apple\\_A17](https://en.wikipedia.org/wiki/Apple_A17) (date of application: 13.10.2024).
3. The difference between A17 and A16. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (accessed: 10/13/2024).
4. Snapdragon 8 Gen 2, version A17 Pro. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (accessed: 10/13/2024).
5. Which smartphone is more powerful: Android or iPhone. Comparison of Snap-dragon 8 Gen 3 and Apple A17 Pro. – URL: <https://appleinsider.ru/tips-tricks/chem-processor-a17-pro-otlichaetsya-ot-a16-bionic-i-kakoj-luchshe-dlya-ajfona-v-2023.html?ysclid=m27fk7ilm8449304514> (accessed: 10/13/2024).

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СУБД НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

А.В. Петрова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В работе рассматриваются основные факторы, влияющие на скорость работы мобильных СУБД. Для дальнейшей оценки эффективности и быстродействия систем было введено и проанализировано такое понятие, как метрики производительности мобильных устройств. Также происходит разбор методик исследования систем управления базами данных.

Ключевые слова: СУБД, производительность, метрики, мобильные приложения, ресурсы, анализ, тестовые операции.

## **THE METHODOLOGY OF DBMS PERFORMANCE RESEARCH ON MOBILE DEVICES**

A.V. Petrova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The paper considers the main factors affecting the speed of mobile DBMS operation, as well as methods for studying the performance of database management systems.

Keywords: DBMS, performance, metrics, mobile applications, resources.

Современные мобильные устройства часто используются для работы с приложениями, которые требуют доступ к базам данных для хранения и обработки получаемой информации. Однако, производительность мобильных СУБД может быть существенно меньше, чем на стационарных компьютерах или серверах вследствие ограниченных ресурсов [5].

С развитием технологий и увеличением спроса на мобильные приложения, актуальной становится задача оптимизации производительности баз данных на мобильных устройствах. Исследование производительности позволяет оптимизировать процесс работы с базами данных, улучшить отклик приложений и снизить нагрузку на устройство, что повышает удобство использования и эффективность приложений на мобильных платформах [7].

Многие проблемы могут оказывать существенное влияние на корректную и функциональную работу серверов баз данных, а также отрицательно влиять на их производительность. В основном проблемы производительности, возни-

кающие при работе с мобильными устройствами, связаны с ограниченными ресурсами и особенностями мобильных систем [3].

Одной из основных причин снижения производительности являются ограниченные вычислительные ресурсы и ресурсы хранения. Мобильные устройства предоставляют гораздо более низкую производительность процессора и оперативной памяти по сравнению с серверами, что может привести к увеличению времени выполнения сложных запросов или операций с большим объемом данных.[4] Также они часто используют флеш-память, которая медленнее, чем SSD или HDD на серверах, в результате чего операции чтения и записи могут выполняться сравнительно дольше, чем на стационарных системах.

Также важными факторами, влияющими на скорость работы, являются высокое энергопотребление и нестабильная работа сетевого соединения. Процесс работы с БД довольно энергоемкий, при этом большие затраты ресурсов батареи могут привести к снижению продолжительности работы мобильного устройства. При взаимодействии же СУБД с удаленным сервером, например, через облако, долгий отклик сети или прерывающееся соединение могут снизить производительность.[6]

В зависимости от увеличения количества данных или пользователей производительность мобильной СУБД может снижаться вследствие ограниченных ресурсов мобильного устройства, что в том числе может оказать влияние на производительность. Последним же фактором следует упомянуть фрагментацию платформ. Различия в операционных системах, самыми распространенными из которых являются Android и iOS, а также их версиях, могут влиять на скорость работы СУБД, так как каждая платформа может по-разному обрабатывать данные и запросы.

Для сравнения производительности систем следует внедрить особые метрики, по которым и будет выполняться сравнение, а также провести специальные тесты для оценки быстродействия СУБД. Метрики помогают разработчикам отслеживать и анализировать работу баз данных, выявлять проблемы и оптимизировать производительность системы [2]. Тесты же следует применять для получения конкретных результатов времени их выполнения, что позволяет наглядно увидеть результаты. Оценка метрик помогает выявить слабые и проблемные места в работе СУБД [1].

Основными метриками, которые используются для оценки производительности баз данных, являются время отклика – время, необходимое для выполнения одного запроса, пропускная способность – количество запросов, обработанных системой за единицу времени, и задержка – время, которое требуется запросу для выполнения после его отправки.

Для эффективного анализа быстродействия каждой из систем следует привлечь тактику проведения тестов, после чего проанализировать полученные результаты. В качестве непосредственных тестовых операций можно использовать базовые возможности языка SQL.

В результате работы были выявлены основные факторы, влияющие на скорость работы мобильных СУБД, а также рассмотрены методики исследования производительности систем управления базами данных.



### Список литературы

1. Евдокимова С.А., Новикова Т.П., Новиков А.И. Алгоритм анализа клиентской базы торговой организации // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 24-35.
2. Суханов, В.В. Аналитическое обеспечение организации данных в распределенных информационных системах критического применения / В.В. Суханов // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 3. – С. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
3. Апон, М. SQL для анализа данных / М. Апон, М. Голдвассер, Б. Джонстон. – Бирмингем, Великобритания : Packt, 2019.
4. Линофф, Г. Анализ данных с использованием SQL и Excel / Г. Линофф. – 2-е издание. – Хобокен : Wiley, 2015.
5. Винанд, М. Объяснение производительности SQL / М. Винанд. – Оттакринг : Маркус Винанд, 2012.
6. Танимура, С. SQL для анализа данных: передовые методы преобразования данных в аналитические материалы / С. Танимура. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2021.
7. Фейли, С. Программирование баз данных SQL (пятое издание) / С. Фейли. – Кармель, Калифорния: Questing Vole Press, 2020.

### References

1. Evdokimova S.A., Novikova T.P., Novikov A.I. Algorithm for analyzing the customer base of a trade organization// Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – p. 24-35.
2. Sukhanov, V.V. Analytical support of data organization in distributed information systems of critical application / V.V. Sukhanov // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – pp. 60-67. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-3-60-67.
3. Upom, M. SQL for Data Analytics / M. Upom, M. Goldwasser, B. Johnston. – Birmingham, UK : Packt Publishing, 2019.
4. Linoff, G. Data Analysis Using SQL and Excel / G. Linoff. – 2nd Edition. – Hoboken : Wiley, 2015.
5. Winand, M. SQL Performance Explained / M. Winand. – Ottakring : Markus Winand, 2012.
6. Tanimura, C. SQL for Data Analysis: Advanced Techniques for Transforming Data into Insights / C. Tanimura. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2021.
7. Fehily, C. SQL Database Programming (Fifth Edition) / C. Fehily. – Carmel, California : Questing Vole Press, 2020.

## ЦИФРОВЫЕ КОМПАРАТОРЫ

А.А. Рогозин, В.С. Шапкин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В ходе работы был проведён анализ выбранной темы. Были изучены теоретические материалы по выбранной теме. Была определена структура компаратора и составлены таблица истинности. Было сравнение однобитного и двухбитного компаратора, а также выявлены свойства компараторов.

Ключевые слова: компараторы, виды компараторов, однобитные компараторы, двухбитные компараторы, свойства компараторов, сравнение чисел.

## DIGITAL COMPARATORS

A.A. Rogozin, V.S. Shapkin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the course of the work, an analysis of the chosen topic was carried out. Theoretical materials on the chosen topic were studied. The comparator structure was determined and a truth table was compiled. A one-bit and two-bit comparator were compared, as well as the properties of comparators were revealed.

Keywords: comparators, types of comparators, one-bit comparators, two-bit comparators, properties of comparators, comparison of numbers.

### Введение

Цифровой компаратор – это логическое устройство (что подразумевает собой реализацию функций алгебры логики через определенные уровни напряжения с выходом низкого или высокого напряжения), имеющее два словарных входа с подающимися в них двумя двоичными словами (т.е. единицей данных, нормальных для данной архитектуры процессора) и равной в битах длиной. На выходе же нормальным считается три двоичных выхода, осуществляющие сравнение входных слов. К ним относятся:

- Первое слово меньше второго;
- Второе меньше первого;
- Слова равны между собой.

Основной выход – «равно». Выходы «больше» и «меньше» встречаются гораздо реже.

Способы применения цифровых компараторов крайне широки. Их используют как датчики напряжения (сравнивают несколько напряжений, и по ре-

зультату определяют – повышенное или пониженное изначальное напряжение), как детекторы пересечения нуля (при отрицательном импульсе показывает низкое напряжение, а при положительном – высокое), ну и в повседневной жизни каждого из нас – в цифровых часах с будильником, радио, микропроцессорах, центральных процессорах и другой электронике и технике.

В данной работе мы рассмотрим типы компараторов, сравним их работу и предназначение.

Цифровые компараторы можно разделить на последовательные, встроенные и параллельные.

Параллельные – сравнивают сразу все разряды числа, а последовательные – поочередно. Встроенные же просто установлены непосредственно в саму интегральную схему.

Цифровые компараторы так же делятся на однобитные и многобитные (зачастую – двухбитные). При сравнении однобитный компаратор получает 3 результата ( $A > B$ ,  $A < B$ ,  $A = B$ ), но сравнивать может одновременно не более двух битов. Двухбитный же компаратор позволяет работать одновременно с несколькими двухбитными числами. Наглядны результаты обоих компараторов видны в рис. 1 и 2.

Входы		Выходы		
$A$	$B$	$A < B$	$A = B$	$A > B$
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

Рисунок 1 – Таблица истинности однобитного цифрового компаратора

Входы				Выходы		
$A_1$	$A_0$	$B_1$	$B_0$	$A < B$	$A = B$	$A > B$
0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0

Рисунок 2 – Таблица истинности двухбитного цифрового компаратора

Как видно из сравнения однобитного и двухбитного компаратора, в обоих случаях на выходе мы получаем три результата, однако у второго получается сравнивать больше чисел – 4 бита одновременно. Но и схема (таблица истинности) получается более сложной. Как итог – при необходимости сравнивать не более двух битов – можно использовать однобитный компаратор, а при увеличении переменных нужно переходить на более сложные компараторы, или допускается реализация каскадирования двух однобитных компараторов.

Когда происходит сравнение двоичных кодов больших, чем 4 или 8 бит, то сравниваемые компаратором слова разделяются на группы с фиксированной разрядностью, т.е. на функции  $F(A=B)$  и  $F(A>B)$ .

По итогу появляется результат сравнения кодов всей длины. Такая функция обозначается как СОМР, или же просто « $=$ ».

Такую схему использует, например, компаратор К561ИП2, имеющий четырехразрядную структуру. Микросхема подразумевает собой сравнение только « $<$ » и « $=$ », а вход « $>$ » не переходит на следующий уровень, так как он избыточен и постоянно требует подавать потенциал логической единицы. На вход « $<$ » при этом подается ноль, а на « $=$ » - единица.

Схемы обычного компаратора и К561ИП2 показаны на рис. 3 и 4.

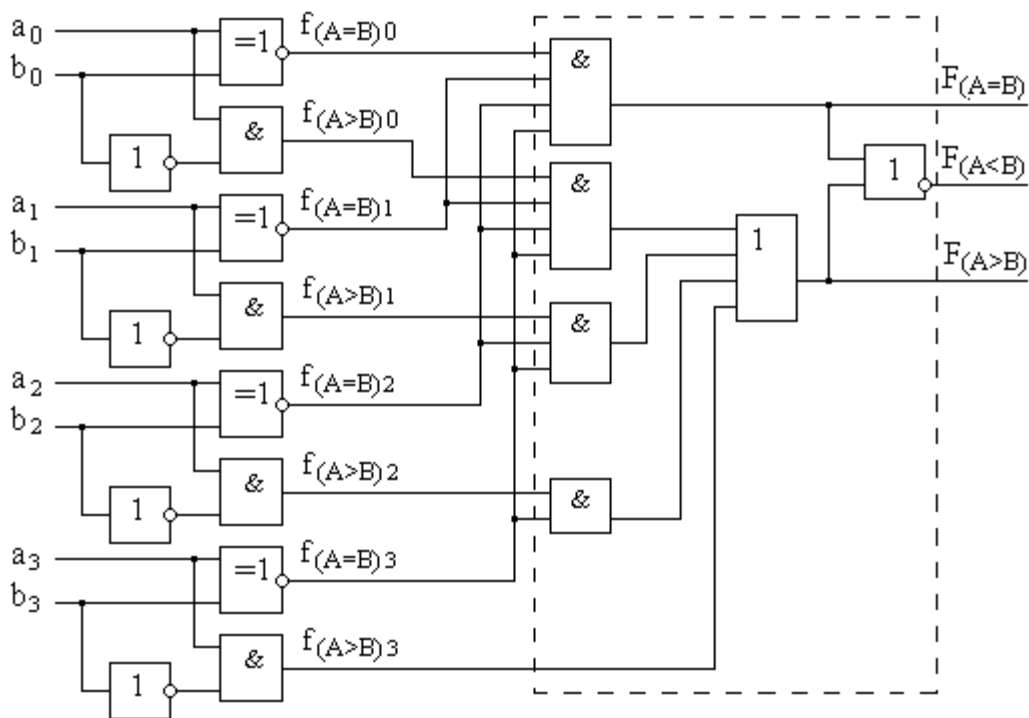


Рисунок 3 – Обычная схема компаратора

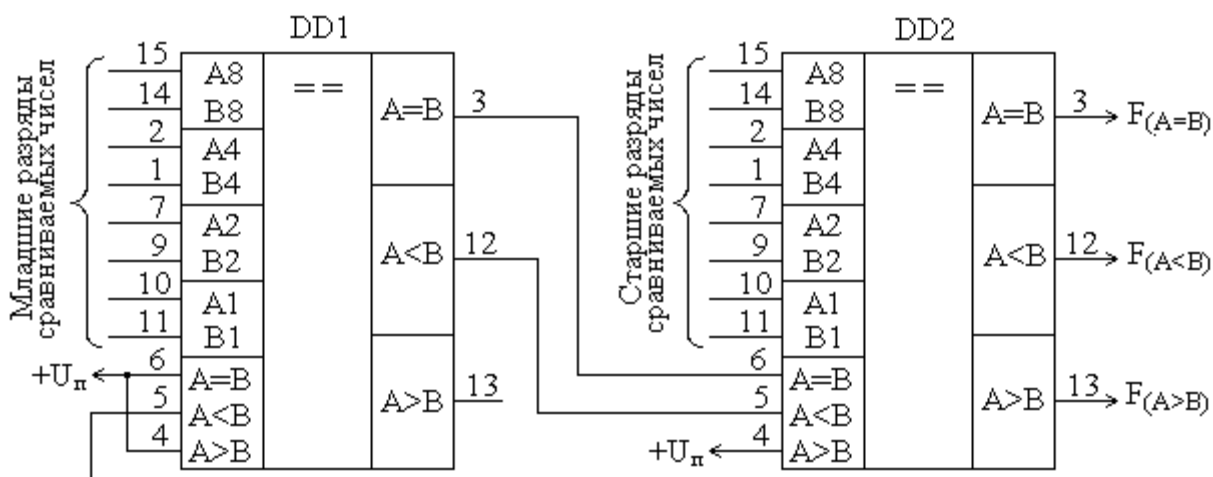


Рисунок 4 – Схема компаратора с микросхемой К561ИП2

Как видно по примерам, микросхема К561ИП2 может быть использована для сравнения кодов разных разрядностей, разделяя их на старшие и младшие разряды, что значительно упрощает работу, делает ее более структурированной.

Исходя из вышепоказанных примеров, можно выделить несколько свойств компараторов, наиболее влияющих на работу:

1) Скорость работы компаратора.

Данный показатель зависит от того, какая сложность у схемы и какие логические элементы используются

2) Мощность потребления.

Так же зависит от того, сколько одновременно операций производится.

3) Точность.

Влияет, насколько правильно и точно компаратор будет и может сравнивать числа. На этот показатель влияет то, сколько имеется исходных разрядов.

#### Вывод

В ходе данной работы мы познакомились с понятием компаратора и узнали, какие бывают компараторы, посмотрели на примерах сравнения нескольких типов, а также узнали, как можно упростить работу компаратора, где они применяются, и какими свойствами обладает компаратор.

#### Список литературы

1. Цифровые компараторы. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/> (дата обращения: 20.10.2024).
2. Цифровой компаратор. – URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой\\_компаратор](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор) (дата обращения: 20.10.2024).
3. Что такое цифровой компаратор? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/> (дата обращения: 20.10.2024).
4. Реализация оптимального построения комбинационного устройства и оценка надежности по выходному напряжению / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

#### References

1. Digital comparators. – URL: <https://studfile.net/preview/9444458/page:7/> (date of access: 10/20/2024).
2. Digital comparator. – URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой\\_компаратор](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Цифровой_компаратор) (date of access: 10/20/2024).
3. What is a digital comparator? – URL: <https://inpromsintes.ru/blog/chto-takoe-tsifrovoy-komparator/> (date of reference: 10/20/2024).
4. Implementation of the optimal construction of a combination device and evaluation of reliability by output voltage / F.V. Makarenko, A.S. Yagodkin, K.V. Zolnikov, O.A. Denisova // Modeling of systems and processes. - 2021. – Vol. 14, No. 4. – pp. 130-139. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-130-139.

## **АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ В ДВОИЧНОЙ СИСТЕМЕ СЧИСЛЕНИЯ**

М.С. Маслов, О.Е. Ролдугин  
randomOleg01@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. При написании данной работы был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по арифметическим операциям в двоичной системе счисления. Примеры и вычисления проводились с учетом их возможного применения на практике. Рассматривались различные способы выполнения сложения, вычитания, умножения и деления в двоичной системе.

Ключевые слова: двоичная система, арифметические операции, сложение, вычитание, умножение, деление.

## **ARITHMETIC OPERATIONS IN THE BINARY NUMBER SYSTEM**

M.S. Maslov, O.E. Roldugin  
randomOleg01@yandex.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the selected topic was carried out. The relevant literature on arithmetic operations in the binary number system was studied. Examples and calculations were performed considering their potential practical applications. Various methods of binary addition, subtraction, multiplication, and division were examined.

Keywords: binary system, arithmetic operations, addition, subtraction, multiplication, division.

### **Введение**

Двоичная система счисления является основой работы компьютеров и цифровых устройств. Это объясняется тем, что в двоичной системе используются для записи всего лишь две цифры: 0 и 1. С помощью этих значений можно очень удобно выразить соответственно, отсутствие или наличие сигнала в устройстве. Таким образом, можно сказать, что в цифровых устройствах для обработки какой-либо информации используются операции в двоичной системе. И для того, чтобы иметь понимание работы этих устройств, надо уметь проводить операции с двоичными числами.

Арифметические (бинарные) операции в двоичной системе счисления представляют собой обычные математические операции: сложение, умножение,

вычитание и деление. В данной статье стоит задача рассмотреть эти операции и представление двоичного числа в разных видах.

#### Представление двоичных чисел

В двоичной системе числа могут быть представлены в двух видах: с фиксированной точкой и плавающей точкой. Числа с фиксированной точкой – это привычное нам дробное число, в котором разделение на целую и дробную часть производится по разрядам. Так, например число 123.625 можно перевести в двоичную используя остаток от деления сначала целой части, а дробной – умножением на основание 2:

123	2										× 0. 625
122	61	2									<u>2</u>
1	60	30	2								1. 25
	1	30	15	2							<u>2</u>
		0	14	7	2						0. 5
			1	6	3	2					<u>2</u>
				1	2	1	2				1. 0
					1	0	0				
						1					

Таким образом, получим значение 1111011.101. Здесь оно представлено в виде числа с фиксированной точкой. Такое название обусловлено тем, что положение точки разделения числа на целую и дробную часть фиксируется после нулевого разряда. Представление двоичного числа в таком виде удобно простой выполнения арифметических операций, однако имеет узкий диапазон представления чисел.

Двоичное число с плавающей точкой, в свою очередь, записывается в общем случае в виде

$$A = \pm M * r^{\pm p},$$

где M – мантисса (выражение значения числа без учета порядка);

r – основание системы счисления;

p – порядок.

Рассмотрим на примере представленного выше числа, так 1111011.101 в данном случае будет выглядеть так:  $A = 0.1111011101 * 10^{111}$ . Здесь основанием является 10, что соответствует цифре 2 в десятичной системе, а порядок равен 111, что, соответственно, равно 7 (числу порядков на который была смещена точка). В данной статье будут представлены, в основном, операции с числами в виде фиксированной точки.

#### Двоичное сложение

Сложение в двоичной системе счисления основывается на тех же принципах, что и в десятичной. Здесь также операция может привести к переносу в следующий разряд, если сумма цифр превышает допустимое для одного разряда значение. Так как в двоичной системе всего две цифры, то в сложении используются четыре простейшие операции.

1.  $0 + 0 = 0$
2.  $0 + 1 = 1$





где  $n$  – количество разрядов числа

То есть, если провести операцию  $101 - 111$ , заменив операнды соответствующим им дополнительным кодом, то получится:  $0.101 + 1.001 = 1.110$ . Мы получили дополнительный код нашего результата, чтобы проверить его правильность проведем обратные операции: единица в старшем разряде указывает на отрицательное значение, отнимаем из остальной части единицу  $110 - 1 = 101$ , после чего инвертируем и, в итоге, получаем  $-10$ . Таким образом, мы получили выражение  $5 - 7 = -2$  при помощи сложения дополнительных кодов.

Вычитание чисел, представленных с плавающей точкой, производится аналогично сложению. То есть выравниваются порядки чисел и операции производятся над мантиссами. Однако вычитание заменяется сложением чисел, представленных в соответствующих им дополнительных кодах.

### Двоичное умножение

Умножение в двоичной системе производится аналогично десятичной. Числа умножаются поразрядно, после чего их значения складываются. Так как в двоичной системе используются только 0 и 1, можно упростить процесс, смещая разряд. Рассмотрим на примере:  $A * B$ , где  $A = 100111$  и  $B = 10101$

$$\begin{array}{r}
 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
 \times\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 \hline
 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
 \times\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 \hline
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1 \\
 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1
 \end{array}$$

Как видно из первой записи, при умножении числа  $A$  на 0 из числа  $B$ , мы получаем нули, во второй записи умножение на ноль было пропущено, и мы получили сумму из  $n$  чисел  $A$ , где  $n$  – количество единиц числа  $B$ . Стоит учитывать разряд слагаемого, так  $10 * 101 = 10 + 1000 = 1010$ , то есть ко второму слагаемому добавляем нули в таком количестве, сколько знаков после единицы, соответствующей слагаемому. Но такая запись не подразумевает использование отрицательных чисел.

Для двоичного умножения с учетом знака можно использовать прямой код. Такая запись, например, для числа  $+1011$  будет иметь вид  $0.1011$ , а для  $-1011 - 1.1011$ . То есть в случае отрицательного числа в выделенный для знака разряд записывается единица, в противном случае – 0. Например,  $A = +1101$  и  $B = -1001$ . Представим  $A$  и  $B$  в виде прямого кода:  $A = 0.1101$ ;  $B = 1.1001$ , и, стоит учитывать, перемножаются только модули числа, а знаковые разряды складываются, так получим  $0.1101 * 1.1001 = 1101 * 1001 = 1101 + 1101000 = 1110101$ , что с учетом знакового разряда будет иметь вид  $1.1110101$ , так как  $0 + 1 = 1$  в знаковом разряде.

При умножении чисел с плавающей запятой мантисса определяется произведением мантисс множителей, а порядок – суммой порядков множителей. При умножении мантисс выполняется по правилам умножения правильных

дробей, а знак произведения определяется путем нахождения суммы модулей знаковых разрядов мантисс.

#### Двоичное деление

Деление в двоичной системе основывается на тех же принципах, что и в десятичной. Рассмотрим данную операцию на примере деления числа  $B = 10$  из  $A = 1010$ . Вычисления будут проводиться в столбик для наглядности работы с разрядами чисел.

$$\begin{array}{r} 1010 \quad | \quad 10 \\ - 10 \quad | \quad 101 \\ \hline 01 \\ 0 \\ - 10 \\ \hline 10 \\ 10 \\ \hline 0 \end{array}$$

Таким образом мы получили целое число. Для того чтобы получить остаток от деления и вещественное число в результате, надо, при наличии остатка после использования младшего разряда числителя, поставить в результате точку разделения целой и вещественной частей числа, и прибавлять к остатку 0 пока не будет достигнута необходимая точность, или не получим 0 в остатке. Так, например поделим число 1110 на 101.

$$\begin{array}{r} 1110 \quad | \quad 101 \\ - 101 \quad | \quad 10.1100 \\ \hline 1000 \\ 101 \\ - 110 \\ \hline 101 \\ 1000 \end{array}$$

Здесь, мы получили - периодическую дробь, в которой постоянно будет повторяться комбинация 1100. Если перевести это число в десятичную систему счисления, то получим  $0.11 = 0 * 2^0 + 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} = 0.75$ . Проверим, правильность вычислений поделив числа в десятичной системе:  $14 \div 5 = 2.8$ . Так как дробь периодическая, то с каждым добавлением комбинации цифр 1100, результат будет стремиться к 8, но не войдет в него. В таком случае вычисления проводятся до достижения необходимой точности.

При делении чисел с плавающей запятой мантисса определяется как частное мантисс делимого и делителя, а порядок – как разность их порядков. Деление мантисс выполняется по правилам деления дробей, в то время как знак результата устанавливается в зависимости от знаков делимого и делителя.

#### Вывод

В ходе исследования арифметических операций в двоичной системе счисления мы рассмотрели основные методы выполнения сложения, вычитания, умножения и деления. Понимание этих операций является важной основой для работы с цифровыми устройствами и компьютерными системами, так как все данные в них представляются именно в двоичном виде. Что не только углубляет наше знание о работе компьютеров, но и подготавливает нас к решению более сложных задач в области информационных технологий, а также по-

звояет нам глубже понимать процессы, происходящие в современных вычислительных устройствах и программировании.

### Список литературы

1. Качинский, В. В. Арифметические операции в двоичной системе счисления / В. В. Качинский. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2016. – 56 с.
2. Пешков, В. И. Организация вычислений в компьютерах / В. И. Пешков. – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2019. – 128 с.
3. Санду, А. Вычислительная арифметика / А. Санду. – Технологический институт Вирджинии, 2007. – 84 с.
4. Строкалов, В. В. Основы алгоритмизации и вычислительных процессов / В. В. Строкалов. – Москва: Московский государственный университет технологий и управления, 2007. – 192 с.
5. Создание поведенческой модели LDMOS транзистора на основе искусственной MLP нейросети и ее описание на языке Verilog-A / С.А. Победа, М.И. Черных, Ф.В. Макаренко, К.В. Зольников // Моделирование систем и процессов. 2021. Т. 14, № 2. С. 28-34. DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

### References

1. Kachinskiy, V. V. Arithmetic Operations in Binary Number System / V. V. Kachinskiy. – Minsk: Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2016. – 56 p.
2. Peshkov, V. I. Organization of Computations in Computers / V. I. Peshkov. – Minsk: Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2019. – 128 p.
3. Sandu, A. Computational Arithmetic / A. Sandu. – Virginia Tech, 2007. – 84 p.
4. Strokalov, V. V. Fundamentals of Algorithmization and Computational Processes / V. V. Strokalov. – Moscow: Moscow State University of Technology and Management, 2007. – 192 p.
5. Creation of the behavioral model of the LDMOS transistor on the basis of the artificial MLP neural network and its description in Verilog-A language / S.A. Pobeda, M.I. Chernykh, F.V. Makarenko, K.V. Zolnikov // Modeling of systems and processes. 2021. T. 14, № 2. P. 28-34. DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-28-34.

## ДИЗЬЮНКЦИЯ ИЛИ ЛОГИЧЕСКОЕ СЛОЖЕНИЕ

В.И. Силонов, А.Д. Симонов  
game2014-2015@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при изучении и описании был проведен анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература законов логики. Примеры приведены в соответствии с выбранной темой.

Ключевые слова: дизъюнкция, сложение, логика.

## DISJUNCTION OR LOGICAL ADDITION

V.I. Silonov, A.D. Simonov  
game2014-2015@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, an analysis of the chosen topic was carried out during the study and description. The relevant literature of the laws of logic has been studied. Examples are given according to the chosen topic.

Keywords: disjunction, addition, logic.

### Введение

Начинаем наш обзор с утверждения, что принципы логики представляют собой фундаментальные нормы и основы, которые служат для оценки верности и неправомерности логических выводов. Эти принципы направляют наш анализ, позволяя увидеть, соответствует ли данное утверждение истине в рамках логического размышления.

Понимание законов логики является ключевым для множества научных дисциплин.

В данной статье мы углубимся в изучение такого понятия, как "Дизъюнкция", или как её еще называют, "логическое сложение". Кроме того, в статье будут представлены иллюстративные примеры, чтобы сделать освоение материала более легким и понятным.

Давайте разберемся, откуда происходит понятие "Дизъюнкция" и какое оно оказывает воздействие на математическую логику.

Термин «Дизъюнкция» имеет латинское происхождение, где слово *disjunctio* означает «разделение» или, что более точно, логическое сложение.

Необходимо упомянуть человека, который ввел в оборот этот термин и благодаря которому мы можем использовать функцию этой операции.

Автором алгебры логики, также известной как булева алгебра, является английский ученый Джордж Буль. Он стал первым после Джона Валлиса математиком, который обратил свое внимание на логические аспекты в математике.

В 1847 году Буль опубликовал статью, в которой впервые рассмотрел использование символического метода в логике, назвав ее «Математический анализ логики». Однако Буль считал, что его взгляды должны быть оценены по более обширному труду, «Исследование законов мышления, на которых основываются математические теории логики и вероятностей», изданному в 1854 году.

Несмотря на то, что Буль не классифицировал логику как раздел математики, он видел между ними глубокую связь, особенно в символическом методе, который он использовал в обоих направлениях.

В такой символике высказывания могут быть сведены к форме уравнений, а заключение из двух посылок силлогизма — получено путем исключения среднего термина по обычным алгебраическим правилам.

Исходя из сказанного можно выделить три операции над выражениями:

1. Отрицание или инверсия
2. Конъюнкция
3. Дизъюнкция

В этой статье мы рассмотрим такую операцию, как «Дизъюнкция».

Термины "дизъюнкция", "сложение" и "ИЛИ" обозначают слияние двух или более утверждений так, чтобы итоговое утверждение оказалось верным, если хотя бы одно из исходных утверждений было истинным.

Таблица 1 – Таблица истинности «Дизъюнкция»

X	Y	$X \vee Y$
0	0	<b>0</b>
0	1	<b>1</b>
1	0	<b>1</b>
1	1	<b>1</b>

На примере в табл. 1 видно, что если хотя бы одно из высказываний истинно, то все логическое выражение тоже истинно.

Обычно на схемах или учебных материалах «Дизъюнкцию» обозначают так (см. рис. 1).

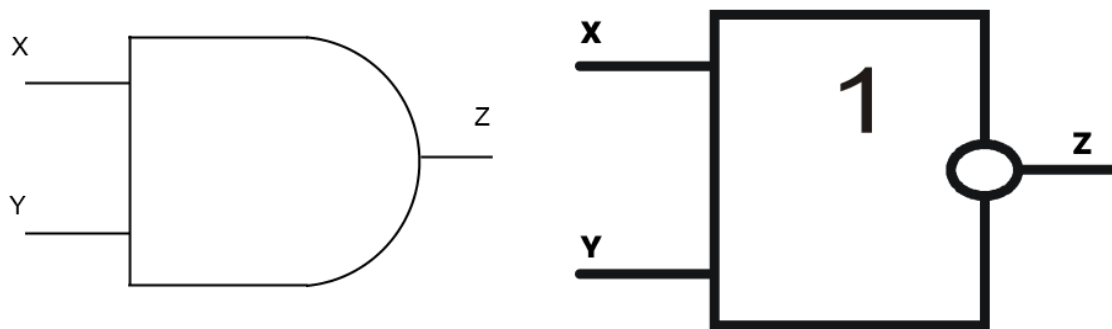


Рисунок 1 – Схематичное представление «Дизъюнкции»

В контексте теории множеств, аналогией к «Дизъюнкции» служит операция объединения. При анализе этих понятий, «Дизъюнкция» представляет собой логическое соединение двух множеств, при котором в финальном наборе находятся элементы, входящие хотя бы в одно из исходных множеств (см. рис. 2).

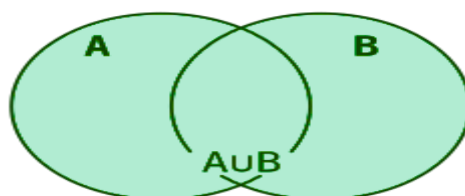


Рисунок 2 – Объединение в теории множеств

#### Вывод

Сводя всё вместе, становится очевидно, почему операция "Дизъюнкция" занимает ключевую позицию в логической алгебре. Это обусловлено возможностью применения "Дизъюнкции" для создания любых других логических функций совместно с базовыми операциями, включая конъюнкцию (логическое "И") и отрицание (логическое "НЕ").

Также рассматривая плюсы «Дизъюнкция» можно выделить:

1. Простоту.
2. Повышение гибкости лог. условий.
3. Моделирование замен.
4. Оптимизацию вычислений.
5. Удобство в лог. программировании.

#### Список литературы

1. Попова С. В. Математическая логика : учеб. пособие / С. В. Попова, И. А. Ходырев. – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2010. – 18 с. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2914.pdf/download/2914.pdf>.
2. Дизъюнкция. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дизъюнкция>. – 29.10.2024.
3. Джорж Буль. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,\\_Джордж](https://ru.wikipedia.org/wiki/Буль,_Джордж). – 29.10.2024.

4. Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В., Денисова О.А., Полуэктов А.В. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.

### References

1. Popova S. V. Mathematical logic : textbook / S. V. Popova, I. A. Khodyrev. – St. Petersburg: SPGPU, 2010. – 18 p. – URL: <https://elib.spbstu.ru/dl/2914.pdf/download/2914.pdf>.

2. Disjunction. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дизъюнкция>  
Disjunction – 10/29/2024.

3. George Boule. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Buhl,\\_George](https://ru.wikipedia.org/wiki/Buhl,_George) – 10/29/2024.

4. Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V., Denisova O.A., Poluektov A.V. Review of logic bases and microcircuits in the construction of combinational device taking into account reliability// Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 115-124.



## СХЕМА ГОРНЕРА

И.В. Сафонова, В.Ю. Федоров, Б.В. Тимофеев

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье мы разберем как работает, Схема Горнера, где ей применяют, реализуем код на с++ и сравним с другими методами. Подкрепляя все примерами.

Ключевые слова: Схема Горнера, метод, алгоритм, многочлен.

## HORNER'S SCHEME

I.V. Safonova, V.Y. Fedorov, B.V. Timofeev

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this article, we will analyze how Horner's Scheme works, where it is used, implement the code in C++ and compare it with other methods. Supporting everything with examples.

Keywords: Horner's Scheme, method, algorithm, polynomial.

### Введение

В 1819 году на территории Великобритании в газете “Королевского научного общества”, был опубликован способ приближенного вычисления действительных корней многочлена. Метод в газете назвали Схемой Горнера, в честь британского математика Уильяма Джорджа Горнера. Но на самом деле, метод был открыт итальянским математиком Паоло Руффини за 15 лет до публикации в газете.

Схема Горнера многосторонняя, очень простая в реализации в коде и требующая намного меньше арифметических операций, и следствие требует намного меньше ресурсов ПК. Изучают этот метод в школе, но он не ограничивается школьной программой. При поступлении в высшее заведение теории и практика углубляется. Если в школьной программе были простые примеры уравнений для ознакомления, то в высших заведениях, на много все шире, и применение схемы Горнера не ограничивая решение только уравнений.

Цель данной статьи дать, базовое понимание о схеме Горнера. Особо не углублялись в подробности. Читатель при прочтении ознакомится с базовым принципом работы метода, его применение, реализации его в коде и сравнением с другими методами.

### Описание метода

Схема Горнера - это алгоритм, позволяющий вычислить значение многочлена, при уже задано значении переменной. Также этот алгоритм используется для деления многочлена на двух член  $x$ -с. Основной принцип работы метода, заключается в переписывании многочлена в форме Горнера:

$$F(x) = a_0 + x(a_1 + x(a_2 + \dots + x(a_{n-1} + a_n x) \dots))$$

Затем определяется следующая последовательность:

- $b_n = a_n$
- $b_{n-1} = a_{n-1} + b_n x_0$
- ...
- $b_0 = a_0 + b_1 x_0$

Искомое значение многочлена  $F(x_0)$  равно  $b_0$

Пример:

$$x^3 - 9x^2 + 26x - 24 = 0$$

1. Выпишем делители свободного члена, в данном случае это 24
2. Смотрим делители числа 24  $\{1, 2, 3, \dots, 24\}$
3. Подставляем любые число в наше выражение, которые мы нашли в втором пункте. До тех пор, пока при значении  $x$ , выражение будет равно нулю.

4. Пусть это будет  $x=1$ , подбираем

$$x=1, 1^3 - 9 \cdot 1^2 + 26 \cdot 1 - 24 \neq 0$$

$$x=-1, (-1)^3 - 9 \cdot (-1)^2 + 26 \cdot (-1) - 24 \neq 0$$

$$x=2, 2^3 - 9 \cdot 2^2 + 26 \cdot 2 - 24 = 0$$

Мы нашли в 4 пункте первый корень это  $x=2$ . Теперь нужно выписать коэффициенты в ряд и занести в таблицу.

$$1x^3 - 9x^2 + 26x - 24 = 0$$

$x=2$

	1	-9	26	-24
--	---	----	----	-----

2

5. Записав коэффициенты. Первую цифру коэффициента вносим вниз.
6. Чтобы получить дальнейшие числа, нужно умножить 2 на 1, и вычитаем - 9 получаем -7. И так с дальнейшими числами.

	1	-9	26	-24
--	---	----	----	-----

2	1	-7	12	0
---	---	----	----	---

7. Получившийся числа внизу являются коэффициентами, являются дальнейшими коэффициентами уравнение:

$$(x - 2) \cdot (x^2 - 7x + 12)$$

8. Берем уравнение  $x^2 - 7x + 12 = 0$ , при помощи дискриминанта находим корни  $x_1=4, x_2=3$ .

9. Итог уравнения  $x^3 - 9x^2 + 26x - 24 = 0$ , имеет корни  $x_1=2$ ,  $x_2=4$ ,  $x_3=3$ .

Применение схеме Горнера

- Вычисление значений многочленов
- Деление многочленов
- Начальное приближения для итерации
- В компьютерной алгебре для выполнения многообразных операций

над многочленами

- Алгоритмах шифрования

Реализация в коде

На языке программирования на C++

```
double horner(const vector<double>& coefficients, double x)
{
    double result = 0.0;
    for (int i = coefficients.size() - 1; i >= 0; --i) {
        result = result * x + coefficients[i];
    }
    return result;
}
```

Переменные и их значение в коде:

- coefficient - это массив, в котором сохранены коэффициенты многочленов
- x - это первый корень уравнение
- result - результат вычисление многочлена

Особенности кода

- Цикл начинается с последнего коэффициента и приближается к первому.
- Каждая итерации в цикле результат обновляется
- После завершения цикла функция возвращает значение result

Пример работы:

у нас есть многочлен

$$F(x)=x^3-9x^2+26x-24$$

В таком случае coefficient будет равно {1, -9, 26, -24}, x будет равен 2, fresult будет равен 0

1. На первом шаге result = 1
2. На втором шаге result = 2-9 = -7
3. На третьем шаге result = -14+26 = 12
4. На четвертом шаге result = 24 - 24 = 0

Цикл заканчивается и конечное значение result будет равен 0

Таблица 1 – Сравнение с другими методами

Метод	Преимущества	Недостатки	Область применения
Схема Горнера	Эффективность, простота реализации в коде	Не предназначен для нахождения всех корней в уравнение	Вычисление значения многочлена в точке
Метод Ньютона	Быстрая сходимость	Нужно начального приближения	Нахождение корней
Метод Brenta	Быстрая и независимая сходимость	Более сложная реализация в коде	Нахождение корней

#### Заключение

Схема Горнера является простым, но не менее эффективным алгоритм. Нездарно его принимают в различных технических областях. Но как и все методы имеют свои преимущества и недостатки, куда без этого. Мы разобрали как работает метод Горнера, и написали код на с++ и сравнили другие методы, вычисление значения многочлена. Понимание принципов работы Схема Горнера является важным навыком для любого специалиста, работающего с многочленами.

#### Список литературы

1. Левитин А. В. Глава 6. Метод преобразования: Схема Горнера и возведение в степень // Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. – М.: Вильямс, 2006. – С. 28-291. – 576 с. – ISBN 978-5-8459-0987-9.
2. Бахтин, И. В. Руководство по выбору лучшего программного обеспечения для управления проектами / И. В. Бахтин // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 7(41). – С. 60-62.
3. Волков Е. А. § 2. Вычисление значений многочлена. Схема Горнера // Численные методы: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
4. Бедердинова, О. И. Автоматизированное управление IT-проектами: учебное пособие / О.И. Бедердинова, Ю.А. Водовозова. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 92 с.
5. Гашков С. Б. § 14. Схема Горнера и перевод из одной позиционной системы в другую // Системы счисления и их применение. – М.: МЦНМО, 2004. – С. 37-39. – (Библиотека «Математическое просвещение»). – ISBN 5-94057-146-8.
6. Звягинцева, А.В. Природоохранные мероприятия для снижения загрязнения атмосферы на территории специализированного объекта / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, И.Н. Пантелеев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 21-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.

## References

1. Levitin A. V. Chapter 6. Transformation Method: Horner's Scheme and Exponentiation // Algorithms. Introduction to Development and Analysis. – Moscow: Williams, 2006. – Pp. 284–291. – 576 p. – ISBN 978-5-8459-0987-9.
2. Bakhtin, I. V. Guide to Choosing the Best Project Management Software / I. V. Bakhtin // Scientific Electronic Journal Meridian. – 2020. – No. 7(41). – Pp. 60-62.
3. Volkov E. A. § 2. Calculating Polynomial Values. Horner's Scheme // Numerical Methods: Textbook for Universities. – 2nd ed., corr. – M.: Nauka, 1987. – 248 p.
4. Bederdinova, O. I. Automated management of IT projects: a tutorial / O. I. Bederdinova, Yu. A. Vodovozova. - Moscow: INFRA-M, 2021. - 92 p.
5. S. B. Gashkov. § 14. Horner's scheme and translation from one positional system to another // Number systems and their application. - M.: MCNO, 2004. - P. 37-39. - (Library "Mathematical education"). - ISBN 5-94057-146-8.
6. Zvyagintseva, A.V. Nature protection measures to reduce atmospheric pollution on the territory of the specialized object / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, I.N. Panteleev // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 14, № 4. – P. 21-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ГИС

А.С. Фролов, Б.А. Иманов

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен комплексный анализ выбранной темы. Была изучена соответствующая литература по работе с гибридными интегральными схемами. И также автор данной статьи проходил практическое обучение по данной вариации интегральных схем.

Ключевые слова: ГИС, резистор, тонкопленочный.

## TECHNOLOGY OF CREATING HID

A.S. Frolov, B.A. Imanov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the selected topic was carried out. The relevant literature on working with HID. And also, author of this article has undergone practice on these integrated circuits

Keywords: HID, Resistor, thin-film.

### Ознакомление с средой

Гибридная ИС (Интегральная схема, также имеет название ГИС И ГИМС-Гибридная интегральная микросхема) – это схема, в которой в один ряд с входящими в нее элементами, неразделенно соединенными на верхушке или в раз-мере подложки берутся навесные микро-мини элементы. Как только они попали в свет микроэлектронной промышленности ГИС получили колоссальное использование. Но есть и одно «НО», в наш момент времени луч славы гибридных интегральных схем несколько уходит на задний план, это все становится очевидно в момент, когда понимаешь какие обстоятельства влияют на это. Основной плюс у данного вида Интегральных схем это их в базисе дешевизна и легкость в сравнении с полупроводниками, техника того, как они изготавливаются, большое кол-во выхода действительно отличных изделий. И вот поэтому эти обстоятельства стали большим плюсом для этой технологии(гибридная) в диапазоне низких, высоких и св частот. Развивалась технология Гибридных интегральных схем при помощи различных микроэлектронных исследований в производстве и именно эти исследования развили и показали функционал радиоэлектроники и технологический процесс изготовления ГИС(ГИМС) были

продуманы и проведены до полного совершенства. А теперь поговорим о минусах нашей ГИС. Самый главный недостаток описанных нами схем в сравнении с полупроводниковыми будет более низкая плотность упаковки, низкий уровень использования.

В Ознакомлении упоминалось что ГИС Имеет навесные компоненты так давайте разберем какие же элементы имеет нами описанная Интегральная схема:

- Пироэлектрическая подложка (она же Диэлектрическая)
- Элементы пленочности
- П-проводники висящие без корпуса
- Катушки индуктивности, трансформаторы, конденсаторы-Все они являются элементами, которые имеют названия навесные пассивные миниатюрные элементы
- Сам корпус.

Что из себя представляют эти предметы:

Подложки – это такая в своем роде база является она диэлектрической и служит для того, чтоб располагать на себе пленочные элементы и компоненты.

Подложка ГИС исполняет следующие действия(функции):

- Является так называемой базы для монтирования элементов Гибридной Интегральной Схемы
- Компоненты получают электрическую изоляцию
- Выполнение функции для того, чтобы отводить тепло (он же теплоотвод).

Никак не завися от конструктивной и исполняющей частью Гибридной ИС к ней появляется определенный ряд разных действий, которые должны быть выполнены

- Поверхность, на которой происходят рабочие действия должна быть неимоверно высочайшего качества
- Невеликая толщина и если к ней еще прибавить колоссальную механическую прочность для высокоградусных температур
- Пористость влияет на функционал и работоспособность подложки и по факту обязана быть минимальной

Катушка индуктивности

Катушка индуктивности – это катушка из проводников, которые являются изолированными и к тому же еще и свернутыми, у них малое, но активное сопротивление и также малая емкость, но при всем при этом у этой катушечки не такая уж и малая индуктивность в итоге всего этого при поступлении тока в ней наблюдается инерционность.

Внешне они изготавливаются в виде Винтов со спиралью на то у них и название винто-спиральные катушки. Для увеличения индуктивности катушки часто ей добавляют замкнутый или наоборот разомкнутый сердечник.

## Корпус

В базисе корпусом является коробка из металла которая замыкается и у нее есть разъемы для того, чтоб впускать и выпускать излучение высокой частоты и более низкой частоты для того, чтоб пропускать напряжения, которые являются постоянными.

Корпус рамочного типа изготавливают в форме прямоугольника выглядит он как рамочка, она является легкой для того, чтоб собирать в ней для того, чтоб проводить технологию монтажа элементов, и она является открытой с двух ее сторон

Но когда нам нужно герметизировать саму нашу микросхему в базисе мы будем использовать корпус с замкнутой типовой структурой. Но не стоит забывать тот факт, что нам нельзя забывать про условия чтобы высота корпуса- $H$ , и высота подложки в момент монтажа- $h$  были в том действии как приведено ниже в формуле

$$H/h \geq S$$

Герметизация компонентов ГИС происходит при помощи сварки после того, как мы выполнили ее делаем пайку элементов и потом уже поклейвание. Иногда микросхемы просто обделывают материалами из полимера и используют для этого герметизация без использования корпуса. Бывает несколько базисных видов герметизации которые распространены, первый это металлостеклянная герметизация, а второй металлокерамическая также в особенных случаях используют вакуумную герметизацию (в космическом производстве).

В Корпусах с излучением высокой частоты зачастую используются сплавы латуни алюминия титана и других. Корпусные изделия разрабатывают различными способами, в которых входят такие действия как Литье под высоким давлением, мех обработка, и штампованность.

## Электрический трансформатор

Электронный трансформатор – в нашей жизни это является так называемым гипокреном запитывания и преобразований электросетевого подавления стандартным числом равному 220в. И тут мы не можем отрицать тот факт, что есть и иные номиналы подавления.

Давайте используем в пример очень малое значение в 12 вольт изменяющегося тока, так вот его зачастую применяют для освещения. Данное устройство получило название трансформатор просто потому, что он стал так называемой альтернативой для простого сетевого трансформатора на 220 вольт.

Этот электронный трансформатор состоит в основе своей из небольшого трансформатора и определенного строя транзисторов. Если говорить уже по факту, то это просто сверх облегченный импульсионный исток запитывания. Заместив генератор на облегченный разносторонний виброкатор, сотканный сразу из парочки двухполюсных транзисторов. Стренеры (они же в простонародье фильтры) выходящего напряжения тут не присутствуют ведь здесь их необходимость резко не нужна, здесь драйвер малонапряженных газосветных ламп может и самостоятельно упростить потоковое излучение то-



ка. Силовые транзисторы работают вместо генератора высоких напряжений так что тиристоры и их ключ нам здесь и не потребуются

### Бескорпусные полупроводниковые приборы

Одним из важнейших элементов конструкции современных полупроводниковых приборов является корпус прибора. Производимые в данный момент времени так называемые *бескорпусные полупроводниковые приборы* применяются в составе различных радиоэлектронных схем, но обязательно в герметизированном состоянии.

Итак, в микроэлектронике навесными являются микро и в основе своей бескорпусные диоды, транзистор. Они показывают себя как независимые элементы. Изредка, в ГИС навесными компонентами могут быть и даже пассивные элементы, в пример можно привести мини конденсаторы с великой емкостью, из-за чего их нельзя сделать в пленочном виде. Бывают ГИС в которых навесными могут являться полупроводниковые ИС.

### Навесные бескорпусные полупроводниковые приборы

Более популярными элементами, которые являются пассивными в полупроводниковых ИС являются резисторы, ведь когда сам полупроводниковый слой, который имеет изоляцию от иных элементов и работает он именно как резистор. Резистор сам по себе из-за того, что имеет малое удельное сопротивление слоев полупроводника резистор может иметь величественное размещение по площади всей микросхемы. Это и стало причиной того что когда микросхемы изготавливают в них пытаются запихнуть как можно меньше резисторов, да и размер их сопротивления не должен быть огромен, даже наоборот чем меньше тем лучше (меньше 10кОм) Ком-это единица того как измеряют сопротивления. Также с резисторами в наших ГИС используют пленочные конденсаторы, они бывают как с тонкой пленкой(тонкопленочные)так и с толстой(толстопленочные).

### Конденсаторы пленочные

Они довольно часто используются для работы в цепях разного вида, но в основе своей постоянного и переменного тока, в аппаратуре, которую мы используем в бытовых условиях и самой естественно радиоэлектронике, ну еще и в конструкциях на печатных платах. Множество агрегатов (они же моды) и разнообразие в габаритах позволяет использовать их практически без ограничений в любых конструкциях

Главная функция – собирание электростатического заряда. В момент подаче напряжения от источника питания на обкладочных сторонах конденсатора начинают «выходить» заряды – они бывают сразу как положительные, так и отрицательные. Они создают электрическое поле, которое сохраняется после снятия напряжения в течение долгого времени. На этом и основана его работа.

Емкость будет увеличена у конденсатора при том условии если у него будет большая  $S$ (площадь) обкладок.

Если говорить о том какие пленочные конденсаторы бывают то как пример мы можем вспомнить 2A-105K (показан на рис. 1), он задает напряг номиналом в 63 В.



Рисунок 1 – Конденсатор пленочный

### Резисторы

Они используются очень часто в стиле потребителей и принимающих разные нагрузки.

Бывают они всего 2 видов

-Сосредоточенные

-Распределенные

Распределенные разрабатываются в стиле металл-полупроводник-переход (МПЛ).

Сосредоточенный имеет при себе упрощенное спорование. Длина волны должна превышать длину первого отрезка. Самыми популярными среди данного типа резисторов являются танталовые.

А в основе основ заложен тот фактор, где каждый раз слой, который называется резистивным, должен выявляться как тонкий или толстопленочный вид, висающий на теплоотводящей и изоляционной основной подложке.

Толстопленочные имеют толщину равную от 0,0025 и до 0,00041 (с 65 до 15 микрометров).

Тонкопленочные, в свою очередь, имеют толщину, равную от 0,00030 (6.50 мкм) и до 65 нанометров.

В ходе работы над научной статьей было выяснено, что такое ГИС, она же гибридная интегральная схема, что в нее входит, какие у нее плюсы, какие у нее минусы, а также мы прошли по каждому элементу, который так или иначе используется в производстве и эксплуатации гибридных интегральных схем (ГИС).

### Список литературы

1. Гульянова, М. В. Конструкция и технология изготовления ГИС СВЧ: дипломная работа. – 2021. – 120 с. – [Неопубликованное].

2. Гибридные интегральные схемы // Студопедия. – 2014. – URL: <https://studopedia.ru> (дата обращения: 24.10.2023).

3. Гибридные интегральные схемы: основы микроэлектроники // Vuzlit. – 2017. – URL: <https://vuzlit.com> (дата обращения: 24.10.2023).
4. Торгонский, Л. А. Резисторы ГИС. – Томск: Издательство Томского государственного университета систем и радиоэлектроники, 2011. – 150 с. – ISBN 978-5-907096-40-01.
5. Гринюк, Е. В. Гибридные интегральные микросхемы. – Москва: Московский Государственный Технологический Университет, 2008. – 200 с. – ISBN 978-5-123456-78-9.
6. Кущева, И.С. Проблемы ресурсосбережения с учетом специфики некоторых задач двумерного размещения / И.С. Кущева, Е.С. Хухрянская // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 32-38. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.

### References

1. Gulianova, M. V. Design and manufacturing technology of microwave GIS: diploma thesis. - 2021. - 120 p. - [Unpublished].
2. Hybrid integrated circuits // Studopedia. - 2014. - URL: <https://studopedia.ru> (date of reference: 24.10.2023).
3. Hybrid integrated circuits: fundamentals of microelectronics // Vuzlit. - 2017. - URL: <https://vuzlit.com> (date of reference: 24.10.2023).
4. Torgonsky, L. A. GIS resistors. - Tomsk: Publishing house of Tomsk State University of Systems and Radioelectronics, 2011. - 150 p. - ISBN 978-5-907096-40-01.
5. Grinyuk, E. V. Hybrid integrated circuits. - Moscow: Moscow State Technological University, 2008. - 200 p. - ISBN 978-5-123456-78-9.
6. Kushcheva, I.S. Problems of the resource saving taking into account the specifics of some tasks of the two-dimensional placement / I.S. Kushcheva, E.S. Khukhryanskaya // Modeling of the systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 1. - P. 32-38. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-1-32-38.

## **РЕВОЛЮЦИЯ В ЦИФРОВЫХ АВТОМАТАХ: КАК RS-ТРИГГЕРЫ ТРАНСФОРМИРУЮТ ФУНКЦИИ АКТИВАЦИИ**

Г.Д. Миронов, И.В. Христофоров  
khrstoforov.i@bk.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведён анализ цифровых автоматов и их взаимодействия с RS- триггерами. Темы, которые будут подняты в статье актуальны не только сейчас, но и останутся таковыми в будущем.

Ключевые слова: история RS-триггеров, роль RS-триггеров в автоматизации процессов, будущие RS-триггеров.

## **THE DIGITAL MACHINE REVOLUTION: HOW RS TRIGGERS ARE TRANSFORMING ACTIVATION FUNCTIONS**

G.D. Mironov, I.V. Khristoforov  
khrstoforov.i@bk.ru

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, an analysis of digital automata and their interaction with RS triggers was carried out. The topics that will be raised in the article are relevant not only now, but will remain so in the future.

Keywords: history of RS triggers, role of RS triggers in process automation, future of RS triggers

### **Введение**

В цифровой индустрии 21-го века немалую роль играет изучение цифровых машин, они являются важным аспектом в автоматизации техники, требуют постоянного обновления до последних версий. Главным фактором, определяющим эффективность цифровых систем – являются функции активации, используемые в логических системах. RS-триггеры, которые нужны чтобы реализовывать эти функции, нужны в том числе из-за того, что они способны находиться в одном состоянии, что является категорически важным для стабильной работы цифровых машин. В данной статье будет проведён анализ возможностей синтеза функций активации на примере RS-триггеров, а также поиск методов, направленных на повышение их эффективность. Рассмотрение различных триггеров и их взаимодействий, может снизить размеры электронных устройств

в будущем. Исследования, которые существуют на данный момент, лишь доказывают, что нужно использовать более эффективные комплектующие в схемах цифровых автоматов, для большей экономичности. Однако, в вопросе связанном с улучшением работы RS-триггеров, остаётся много деталей, в которых нужно разобраться. Поэтому эта отрасль ещё долго будет актуальной.

#### Обзор RS-триггеров

RS-триггер (Reset-Set триггер) — это основной тип синхронного или асинхронного триггера, который используется в цифровой электронике. Нужен RS-триггер для хранения одного бита информации. Задача RS-триггера - это переключения между состояниями. При подаче тока на вход S, он переключается в состояние 1, при подаче на вход R – становится 0. Особо ценны они (RS-триггеры), когда речь идёт о создании функций активации, которые определяют переходы между состояниями в зависимости от поступающих на них сигналов. Возможность переключения между состояниями делает RS-триггеры довольно нужными, когда речь идёт о реализации логических функций или работе с памятью. Основное преимущество RS-триггера - это его простота, он понятен даже для неопытных пользователей, поэтому именно его можно рассмотреть в первую очередь. Но нельзя не отметить, что RS-триггер имеет неопределённое состояние при условии одновременной активации входов ( $R = 1$  и  $S = 1$ ). Наличие неопределённого состояния в триггере заставляет придумывать обходные пути, чтобы избежать данной ситуации. Обычно RS-триггеры не используются сами по себе, они скорее используются в комбинациях с другими элементами. Что позволяет в конечном счёте увеличить надёжность цифрового автомата.

#### Методы синтеза функций активации с использованием RS-триггеров

В современном мире для создания продвинутых цифровых машин, используют активационные функции, они автоматизируют большое количество процессов в микроэлектронике. RS-триггеры, по своей сути, похожи на строительный материал, на основе которого строятся логические системы. Есть различные методы, которые можно использовать при работе с RS-триггерами и каждый из них имеет свои особенности.

Ключевым спектром на этапе создания и проектирования проекта является выбор наиболее эффективного и надёжного метода, который гарантированно обеспечит выполнение всех нужных операций. Один из методов – классический метод, при котором входы R и S берутся из функции состояния автомата.

Следующий же метод, основан на использовании дополнительной ступени между сигналом и триггером. Дополнительной ступенью может служить почти любые комбинаторные элементы, такие как: И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Также существует метод, который основан на использовании программного управления, которое работает согласно различным режимам триггера. Переход от теоретических знаний к применению их на практике заключается в проверке пригодности каждого метода в той или иной ситуации. Исследование специального ПО, позволяет оптимизировать работу триггера с компьютером. Это позволяет улучшить конечный результат, повышая его качество.

## Преимущества и недостатки применения RS-триггеров

У RS-триггеров, есть как объективные плюсы, так и неоспоримые минусы. Одним из плюсов является его простота для понимания, его можно применять в простых проектах. Вторым не менее важным плюсом - это его цена.

Также нельзя не упомянуть и о минусах. Самый главный из них это неустойчивость триггера в заданном состоянии. То есть, если триггер получит сигналы не одновременно, то в итоге он окажется в неправильном состоянии. Ещё одним не мало важным минусом является малая функциональность, RS-триггер почти никогда не используется сам по себе, а лишь является необходимым дополнением.

## Практические приложения и область применения

Синтез функций активации, в основе которых лежит использование RS-триггеров даёт возможность для оптимизации и увеличения масштаба в различных областях.

На практике широко распространено в микропроцессорах. Вследствие чего, процессоры могут выполнять более тяжелые задачи, при этом потребляя столько же или меньше ресурсов, что сильно увеличивает их производительность. Также используются на предприятиях для автоматизации рутинных задач.

## Заключение

В результате проделанной работы были изучены методы к синтезу функций активации с использованием RS-триггеров. Оценка работы RS-триггеров неоднозначна, с одной стороны они являются основой для создания логических функций, а также могут помочь в автоматизации большого количества процессов на предприятии, с другой стороны у них есть ряд минусов, которые заключаются в большинстве своём в нестабильности работы, поэтому при работе с RS-триггерами нужно четко понимать конечные цели и задачи продукта.

## Список литературы

1. Новикова Т.П., Евдокимова С.А., Новиков А.И. Исследование применимости PERT метода к процессу управления проектами дизайн-центра микроэлектроники // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 77-85.
2. Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С., Зольников К.В., Денисова О.А., Полуэктов А.В. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.
3. Бакаев Д.Н., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Савченко И.И., Зиновьева В.В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.
4. Зачем нужны RS-триггеры. – URL: [https://digteh.ru/digital/RS\\_trigg.php](https://digteh.ru/digital/RS_trigg.php).

5. Принцип работы, плюсы и минусы использования. – URL: <https://portal-ed.ru/index.php/osnovy-tsifrovoj-tehniki/176-opredelenie-triggera-rs-trigger>.

### References

1. Novikova T.P., Evdokimova S.A., Novikov A.I. Study of the applicability of the PERT method to the project management process of a microelectronics design center // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, No. 1. - P. 77-85.

2. Makarenko F.V., Yagodkin A.S., Zolnikov K.V., Denisova O.A., Poluektov A.V. Review of logical bases and microcircuits in the construction of combined devices taking into account reliability // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, No. 1. - P. 115-124.

3. Bakaev D.N., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Skripnikov A.V., Savchenko I.I., Zinovieva V.V. Information tools for project management of industrial enterprises development// Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, No. 2. - P. 14-24.

4. Why do we need RS triggers. – URL: [https://digteh.ru/digital/RS\\_trigg.php](https://digteh.ru/digital/RS_trigg.php).

5. Operating principle, pros and cons of use. – URL: <https://portal-ed.ru/index.php/osnovy-digital-technics/176-definition-of-the-trigger-rs-trigger>.

## **ГРАФИЧЕСКИЕ МИКРОПРОЦЕССОРЫ (GPU) ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

К.О. Чечукова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматриваются различные микропроцессоры для мобильных устройств, так же подводится топ лучших из них на данный момент. Графические микропроцессоры (GPU) используются во всех мобильных устройствах и отвечают за обработку графики.

Ключевые слова: графический микропроцессор (GPU), обработка, мобильное устройство, смартфон, графика.

## **GRAPHICS MICROPROCESSORS (GPU) FOR MOBILE DEVICES**

K.O. Chechukova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses various microprocessors for mobile devices, and also summarizes the top of the best of them at the moment. Graphic microprocessors (GPU) are used in all mobile devices and are responsible for graphics processing.

Keywords: graphic microprocessor (GPU), processing, mobile device, smartphone, graphics.

В современном мире развитие технологий занимает одну из первостепенных задач человечества. Именно поэтому с каждым годом появляются всё более новые и более усовершенствованные технологии. Каждый второй человек в мире имеет смартфон. Их использование настолько повсеместно, поэтому не удивительно, что в первых двух кварталах за 2023 год было произведено 522млн устройств! И дабы удерживать свой продукт на плаву и поддерживать конкуренцию компании вынуждены изобретать более производительные смартфоны. Одним из ключевых компонентов, благодаря которому определяется производительность устройства является GPU – графический микропроцессор.

Графический микропроцессор (GPU) – специализированный микропроцессор, отвечающий за обработку графики. Поэтому он особенно важен для игр, приложений и пользовательского интерфейса.



### Архитектура GPU:

- Ядра – отвечают за операции над данными. GPU содержит тысячи ядер.
- Память – используется для быстрого доступа к данным.
- Шина памяти – соединяет ядра и память. Ее ширина влияет на скорость передачи данных между ними.
- Текстурные блоки – отвечают за применение текстур и рендеринг графики.

Различают несколько типов графических микропроцессоров. На мобильных устройствах используют чаще всего интегрированные GPU (iGPU), они встроены в главную микросхему, что делает их компактными и удобными для «маленьких переносных компьютеров».

Современные графические микропроцессоры с легкостью обрабатывают изображения, 3D-графику и анимацию, что позволяет создавать красивую и плавную картинку, потребляют мало энергии, благодаря чему батарея смартфона садится дольше, а также способны выполнять несколько операций одновременно, и из-за этого они становятся высокопроизводительными.

На данный момент существует несколько основных производителей GPU для смартфонов:

- Qualcomm Adreno. Используются в большинстве высокопроизводительных мобильных Android-устройств. Что интересно, у компании нет собственных фабрик по производству чипов, они лишь проектируют их. Одна из компаний, производящая на свет их «задумку» - TSMC.

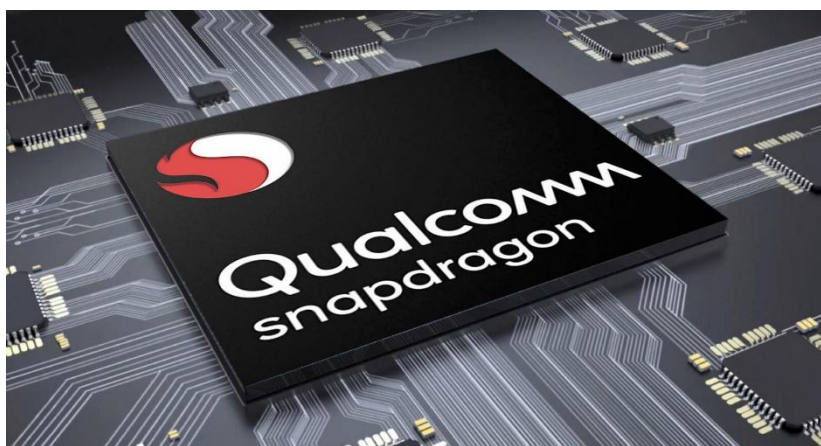


Рисунок 1 - Микропроцессор Qualcomm

- Apple A-series. Используются в самой продукции Apple. Оптимизированы для высокой производительности с iOS. Их процессоры также производит компания TSMC.



Рисунок 2 - Микропроцессор Apple

- ARM Mali. Наиболее популярное применение – некоторые чипсеты от Samsung серии Exynos.

- Imagination Technologies PowerVR и другие.

Тайваньская компания TSMC – крупнейшая компания по производству чипов. Они сотрудничают и производят чипы для таких компаний как Apple, Baikal Electronics, Samsung, Intel, AMD и многих других. Без TSMC потенциал каждой из этих компаний стремительно бы близился к нулю. Ведь на данный момент только Тайвань имеет такие технологии, аппаратуру и рабочую силу.

Несомненно, надо выделить топ-10 графических микропроцессоров для мобильных устройств, основанный на наиболее популярных тестах Antutu и Geekbench:

№	Процессор	Устройства	Antutu	Geekbench
1	MediaTek Dimensity 9400	Vivo X200 Mini Samsung Galaxy A57	3449366	11739/2776
2	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 4	Vertu Metavertu 5G Web 3 Xiaomi 15 Pro	3133570	10628/2845
3	MediaTek Dimensity 9300+	Ulefone Armor 28 Ultra Vivo V31 Pro 5G (2025)	<u>2298148</u>	<u>6298/2677</u>
4	MediaTek Dimensity 9300		21897731	<u>6245/2632</u>
5	Apple A18 Pro	Apple iPhone 16 Pro	2044950	8512/34112
6	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 3	Samsung Galaxy Z Fold 5	<u>1754692</u>	<u>2569/7188</u>

7	Qualcomm Snapdragon 8+ Gen 2	OnePlus 12R	<u>1601436</u>	<u>5227/1778</u>
8	Qualcomm Snapdragon 8s Gen 3	Honor 200 Pro	<u>1549921</u>	<u>5369/1989</u>
9	Apple A18	iPhone 16 iPhone 16 Plus	<u>1527873</u>	<u>7755/3037</u>
10	Samsung Exynos 2400e	Samsung Galaxy S24	1521897	6402/2085

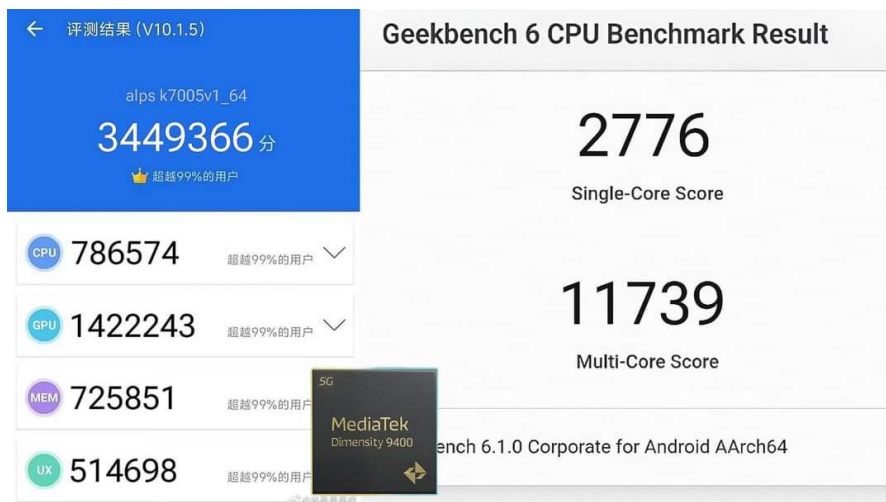


Рисунок 3 - Тесты Antutu и Geekbench для процессора MediaTek Dimensity 9400

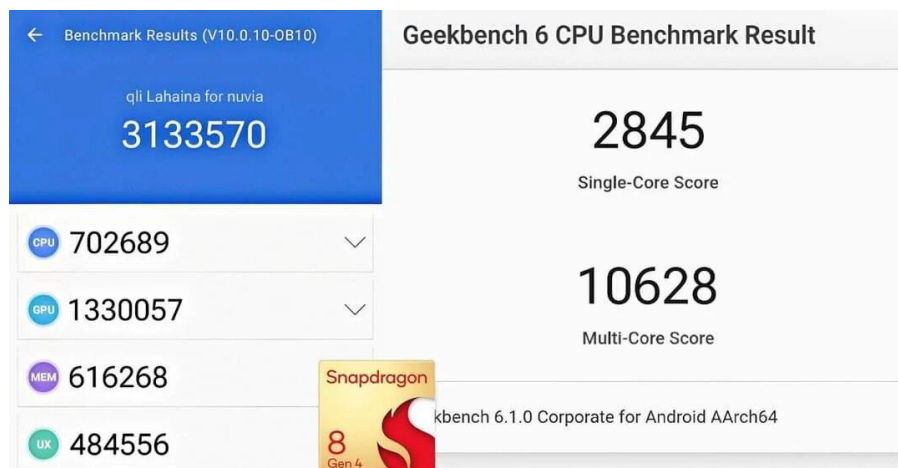


Рисунок 4 - Тесты Antutu и Geekbench для процессора Qualcomm Snapdragon 8 Gen 4

В заключение можно сказать, что развитие графических микропроцессоров для мобильных устройств выглядит довольно многообещающим. Компании будут изобретать всё более производительные и быстрые процессоры. А простых пользователей ждет еще более яркая, сочная и красивая картинка на экранах своих смартфонов.

### Список литературы

1. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 284 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0843-6 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/205958125038> (дата обращения: 13.10.2024).
2. Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. И 20 Электротехника и основы электроники: учебник. – 7-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 736 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0523-7 // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/353639> (дата обращения: 13.10.2024).
3. Рейтинг лучших мобильных процессоров для телефонов 2024 г. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/mobileprocessorsranking/?ysclid=m27g1skeaw78242162> (дата обращения: 13.10.2024).

### References

1. Mukhanin L.G. Circuitry of measuring devices: Textbook. – 2nd ed., ster. – St. Petersburg: Lan Publishing House, 2016. – 284 p.: ill. – (Textbooks for universities. Special literature). – ISBN 978 5 8114 0843 6 // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/205958125038> (access date: 03/03/2024).
2. Ivanov I. I., Solovyov G. I., Frolov V. Ya. I 20 Electrical engineering and fundamentals of electronics: Textbook. – 7th ed., revised and add. – St. Petersburg: Lan Publishing House, 2012. – 736 pp.: ill. – (Textbooks for universities. Special literature). – ISBN 978-5-8114-0523-7 // Lan: electronic library system. – URL: <https://e.lanbook.com/book/353639> (access date: 03/03/2024).
3. Rating of the best mobile processors for phones 2024. – URL: <https://unite4buy.ru/cpu/mobileprocessorsranking/?ysclid=m27g1skeaw78242162> (date of access: 13.10.2024).

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОСИГНАЛА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

М.А. Осипов, Н.В. Чухлебов  
Arhara.Volkov2000@gmail.com

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе при выборе данных были проведены обширные исследования выбранной темы. Были изучены различные материалы по теме: «распространение радиосигнала в городской среде».

Ключевые слова: радиоволны, сигнал, дифракция, отражение, город.

## RADIO SIGNAL PROPAGATION IN THE URBAN ENVIRONMENT

M.A. Osipov, N.V. Chukhlebov  
Arhara.Volkov2000@gmail.com

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this paper, extensive research on the selected topic was carried out when selecting data. Various materials on the topic were studied: "radio signal propagation in an urban environment."

Keywords: radio waves, signal, diffraction, reflection, city.

### Введение

Проблема распространения радиоволн (далее РРВ) в городской среде представляет собой актуальную тему в различных, но при этом смежных областях техники и науки, включая беспроводные системы связи, дистанционное зондирование, мобильную связь, радиорелейную связь, радиолокационные системы и даже космические связи. В данной статье я намерен предоставить общие сведения о данном типе РРВ и обсудить ключевые проблемы, связанные с коммуникацией в городской среде.

При распространении электромагнитных волн в городской среде возникает ряд особенностей, которые инженеры должны учитывать при проектировании вышек и использовании радиотехнических систем. Городская структура характеризуется высокой хаотичностью, наличием множества препятствий различной формы, текстуры, высоты и взаимного расположения, что делает точный расчет распространения этих волн в такой среде затруднительным. значимость понимания принципов распространения радиоволн в городской среде заключается в том, что это позволяет качественно проектировать и оптимизиро-

вать работу радиосвязи и других беспроводных систем в таких условиях. Это особенно важно для стабильности связи в любой части города, что в наше время является весьма значительным фактором.

В этой работе мы основательно рассмотрим и разберём ключевые моменты городской среды, которые отрицательно воздействуют на распространение радиоволнового сигнала

### Многолучевой характер

Большое «затенение», вызванное дифракцией, структурами, отражениями и рассеиванием волн, делает процесс распространения сигнала многолучевым и создаёт сложную полевую интерференционную структуру с ярко выраженными и резкими пространственными замираниями. Из-за этого возникают значительные трудности в прогнозировании условий функционирования радиотехнического оборудования.

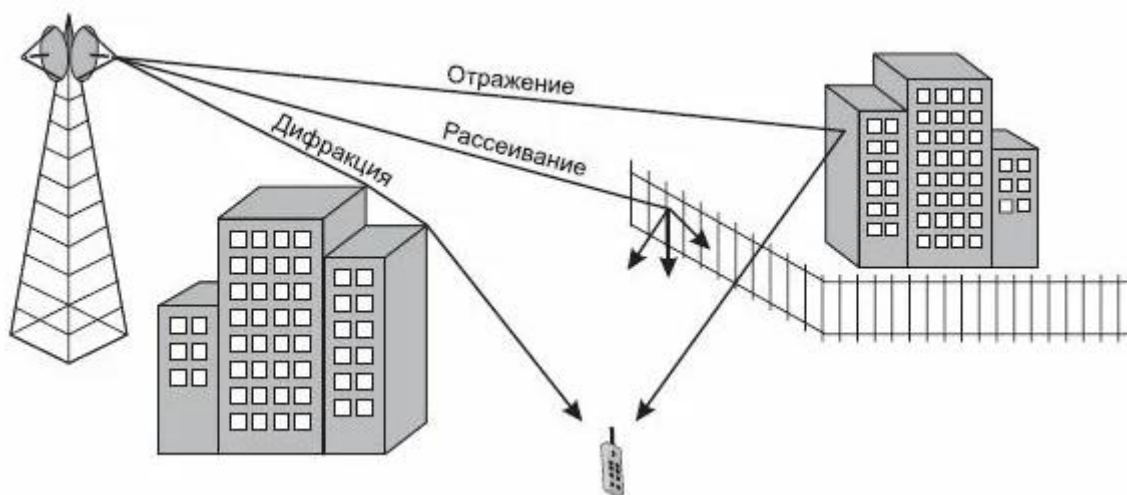


Рисунок 1 – Схема рассеивания сигнала

### Нерегулярное пространственное распределение

Самой важной задачей в исследовании распространения радиосигнала является построение графика зависимости уменьшения мощности сигнала от увеличения расстояния между передатчиком и оборудованием принимающего сигнал. Главным образом нас интересует ситуация, при которой передатчик основной станции устанавливается на большой высоте над городом, а движущийся в пространстве объект, который принимает сигнал, находится практически на земной поверхности или не высоко над ней. Сейчас для данного случая уже есть очень много экспериментальных данных. Пространственное распределение напряженности поля в условиях плотной застройки города, особенно не высоко над поверхностью земли, является в значительной мере неравномерным. Сигналы, передаваемые от центральной станции к подвижной точке, испытывают значительные затухания, при этом расстояние между ближайшими максимумами, сопоставимо с длиной несущей сигнал волны. Обширное затенение, которое происходит из-за большого количества строений, почти полностью сводят на нет возможность прямой передачи сигнала, таким образом это приводит к очень большому затуханию по сравнению с условиями свободного

пространства. На рис.2. Приведён сравнительный график зависимости мощности сигнала от расстояния в городской среде и свободном пространстве.

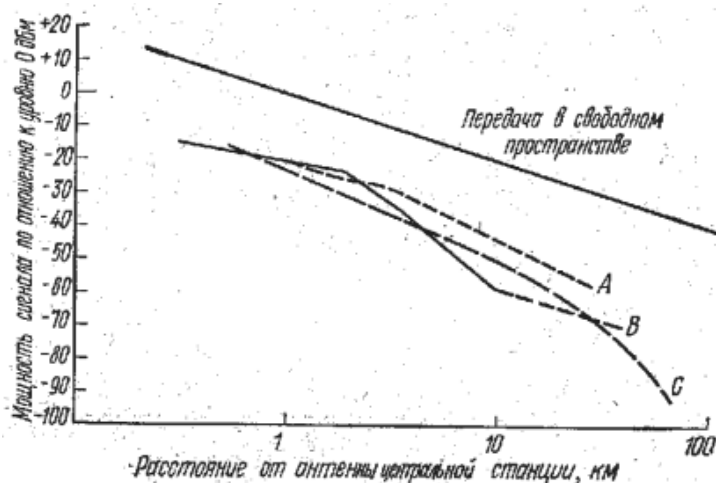


Рисунок 2 – Расстояние от центральной станции

Влияние свойств строительных материалов и расположения зданий

Некоторые стройматериалы практически не мешают прохождению сигнала, другие же его почти целиком отражают или поглощают. Для примера, металлическая облицовка и составные панели отрицательно влияют на радиоволны, часто полностью блокируя сотовую связь и Wi-Fi.

Толщина препятствия также влияет на потери мощности сигнала: чем выше расстояние, проходимое сигналом через материал, тем выше потери. Например, затухание сигнала в бетонной стене толщиной 100 мм могут достигать 25 дБ, а при толщине 200 мм — увеличиваться до 55 дБ. При этом стоит учитывать, что в строительстве чаще всего используется железобетон, в котором армирующим материалом используется железная «сетка», что ещё больше увеличивает потери или и вовсе сводит сигнал в ноль.

Расположение зданий влияет на процесс распространения радиоволн: здания, которые по размеру превышают во много раз длину волны исходящего сигнала, создают большие теневые зоны, а рассеянные и отражённые волны придают процессу многолучевой характер.

Например, наличие строения или любого другого достаточно большого объекта за устройством, принимающим сигнал увеличивает напряжённость поля принимаемого сигнала, а внутри строения, в большей мере вблизи облучаемой наружной стены, сигнал скорее всего будет более сильным, чем снаружи.

Вывод

В ходе данной работы мы ознакомились с основными проблемами распространения радиоволн в городской среде. Методы борьбы с ними мы, может рассмотрим в одной из следующих статей.

### Список литературы

1. Моделирование распространения УКВ радиоволн в условиях города с учетом рельефа подстилающей поверхности. – URL: <https://www.dissercat.com/>

content/modelirovanie-rasprostraneniya-ukv-radiovoln-v-usloviyakh-goroda-s-uchetom-relefa-podstilayu (дата обращения: 30.10.2024).

2. Лекции по сетям. Часть 3-4. – URL: [https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2\\_Lect\\_3\\_4.pdf](https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2_Lect_3_4.pdf) (дата обращения: 30.10.2024).

3. О влиянии на распространение радиоволн в городе профиля его застройки. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-na-rasprostranenie-radiovoln-v-gorode-profilya-ego-zastroyki> (дата обращения: 30.10.2024).

4. Звягинцева, А.В. Природоохранные мероприятия для снижения загрязнения атмосферы на территории специализированного объекта / А.В. Звягинцева, С.А. Сазонова, И.Н. Пантелеев // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 21-28. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.

5. Яньков А.И. Диагностика сложно-функциональной ЭКБ при проведении испытаний на радиационную стойкость // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 94-105.

### References

1. Modeling of VHF radio waves propagation in city conditions taking into account the relief of the underlying surface. – URL: <https://www.dissercat.com/content/modelirovanie-rasprostraneniya-ukv-radiovoln-v-usloviyakh-goroda-s-uchetom-relefa-podstilayu> (date of address: 30.10.2024).

2. Lectures on Networks. Part 3-4. – URL: [https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2\\_Lect\\_3\\_4.pdf](https://wl.unn.ru/materials/courses/wlnet/Lect/2_Lect_3_4.pdf) (date of reference: 30.10.2024).

3. On the influence on the propagation of radio waves in the city of the profile of its building. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-na-rasprostranenie-radiovoln-v-gorode-profilya-ego-zastroyki> (date of address: 30.10.2024). Translated with DeepL.com (free version)

4. Zvyagintseva, A.V. Nature protection measures to reduce atmospheric pollution on the territory of the specialized object / A.V. Zvyagintseva, S.A. Sazonova, I.N. Panteleev // Modeling of systems and processes. - 2021. - Vol. 14, № 4. - P. 21-28. - DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-4-21-28.

5. Yankov A.I. Diagnostics of the complex-functional ECB during the tests for radiation resistance // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15, № 3. - P. 94-105.



## **ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭЛЕКТРОНИКУ**

А.В. Шевченко, Г.А. Спесивцев

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе анализируется применение ИИ в сфере производства чипов, дается целостный обзор развития технологий искусственного интеллекта (ИИ), применяемых в отрасли.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), производство чипов, нейросеть.

## **INTEGRATING AI INTO ELECTRONICS**

A.V. Shevchenko, G.A. Spesivtsev

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes the use of AI in the chip industry and provides a holistic overview of the development of artificial intelligence (AI) technologies used in the industry.

Keywords: Artificial intelligence (AI), chip manufacturing, neural network

### **Введение**

В наше время нейронные сети овладели навыком генерации множества типов контента, таких как изображение, текст, музыка и даже видео. Также нейросети способны писать неплохой код, который можно использовать в качестве отправной точки для написания собственной программы. ИИ начинает иметь спрос во многих сферах нашей жизни: медицине, архитектуре, бизнесе и т.п. Например, использование ИИ в электронике, а точнее в проектировании чипов, как процессоров, так и видеокарт.

В 2021 Google смогла снизить энергопотребление своих чипов к минимуму, спроектировав новую архитектуру, благодаря специализированной нейросети, использующей обучение с подкреплением и расход электричества в качестве целевого признака (рис. 1).

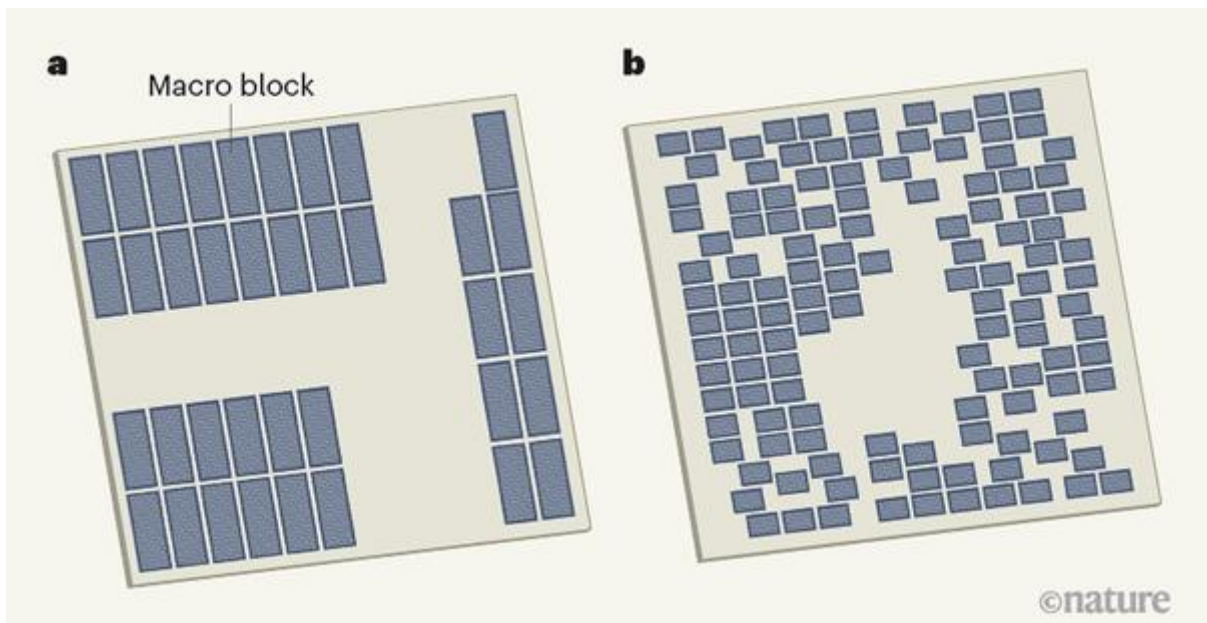


Рисунок 1 – Слева чип, созданный человеком, справа – нейросетью

У команды специалистов на проектирование может уходить до нескольких месяцев, когда у ИИ - несколько часов. Это позволяет не только улучшать качество продукта, но и экономить на процессе разработки чипов. Однако не стоит думать, что из-за этого люди могут потерять рабочие места, нейросеть слишком узконаправленна, что не позволяет ей видеть картину в целом, упуская множества мелких деталей, необходимых для корректной работы устройств, а также обладает различными недостатками по типу мультиколлинеарности признаков, переобучения или недообучения моделей.

Видеокарты NVIDIA способны улучшать производительность устройств в видеоиграх, сжимая изображение до более низкого разрешения, после чего с помощью встроенных тензорных ядер и нейросетей дорисовывая его до исходного размера. Данная технология называется DLSS и имеет аналоги от AMD (FSR) и Intel (XeSS). Также следуют упомянуть еще одну разработку NVIDIA: генерацию кадров (Frame Generation). ИИ сравнивает два подряд идущих кадра и генерирует промежуточный, который вставляется между ними. Обе эти технологии позволяют значительно уменьшить нагрузку на видеокарту, а в связке с технологией трассировки лучей (RTX), она способна выдавать изображение потрясающего качества, при приемлемой частоте кадров (FPS).

Нейросети стали настолько востребованы, что многие компании, в том числе и главный монополист рынка ИИ-ускорителей NVIDIA, стали выпускать чипы, специализирующиеся на обучении и работе нейросетей. Например, недавно анонсированный в рамках конференции GTC 2024: Blackwell B200 - самый мощный чип в мире. Благодаря архитектуре Blackwell, новые ИИ-ускорители позволят работать с триллионами параметров, при этом их энергоэффективность будет в 25 раз превосходить нынешние аналоги (рис. 2).

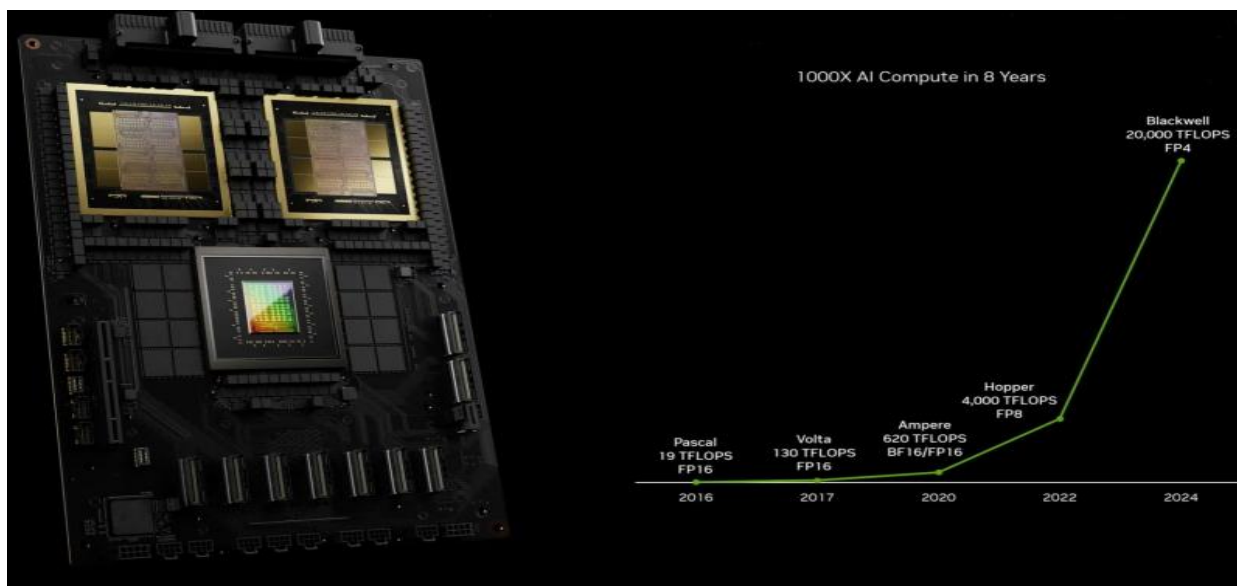


Рисунок 2 – Сравнение чипов на архитектуре Blackwell с чипами на других архитектурах

### Вывод

Таким образом, искусственный интеллект участвует в полном «жизненном цикле» чипов: помогая в их проектировании, улучшая их работу в различных устройствах, и в конце концов становясь настолько востребованным в сфере электроники, что начинает быть целью разработки для отдельного кластера чипов, заточенных на повышение эффективности обучения и других параметров, присущих нейросетям.

### Список литературы

1. Котляр, А. В. Искусственный интеллект: история, современные технологии и применение в промышленности / А. В. Котляр. – Бином, 2020.
2. Стародубцева, А. В. Искусственный интеллект в бизнесе: от теории к практике / А. В. Стародубцева. – М. : Эксмо, 2021.
3. Захаров, С. А. Искусственный интеллект и будущее производства / С. А. Захаров. – М. : Наука, 2022.
4. Кораблин, С. Н. Моделирование температурных напряжений в фундаментных плитах здания / С. Н. Кораблин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 54-60.
5. Зольников, В.К. Балансировка нагрузки в облачных вычислениях / В. К. Зольников, О. В. Оксюта, Н. Ф. Даюб // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 25-32.

### References

1. Kotlyar, A.V. Artificial intelligence: history, modern technologies and application in industry / A.V. Kotlyar. – "Binom" Publishing House, 2020.
2. Starodubtseva, A.V. Artificial intelligence in business: from theory to practice / A.V. Starodubtseva. – Moscow: "Eksmo" Publishing House, 2021.

3. Zakharov, S. A. Artificial intelligence and the future of production / S. A. Zakharov. – Moscow: "Nauka" Publishing House, 2022.
4. Korablin, S. N. Modeling of the temperature stresses in the foundation slabs of the building / S. N. Korablin, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, № 1. – P. 54-60.
5. Zolnikov, V.K. Load balancing in cloud computing / V. K. Zolnikov, O. V. Oksyuta, N. F. Daiub // Modeling of systems and processes. – 2020. – Vol. 13, № 1. – P. 25-32.

## ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

М.А. Шацких, А.А. Бобешко

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В представленной исследовательской работе, посвященной изучению переключательной функции логических элементов, был осуществлен детальный анализ выбранной темы. Также была проанализирована и изучена актуальная литература по тематике переключательной функции логических элементов, и область их применения. Научная статья была составлена исходя из соответствующей теме информации.

Ключевые слова: дизъюнкция, конъюнкция, инвертор, переключательная функция, логический элемент.

## SWITCHING FUNCTIONS OF LOGIC ELEMENTS

M.A. Shatskikh, A.A. Bobeshko

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In the presented research paper devoted to the study of the switching function of logic elements, a detailed analysis of the selected topic was carried out. We also analyzed and studied the current literature on the topic of switching functions of logic elements, and the scope of their application. The scientific article was compiled on the basis of relevant information.

Keywords: disjunction, conjunction, inverter, switching function, logic element.

### Введение

В двадцать первом веке мы совсем не можем представить свое существование без смартфона компьютера или доступа к глобальной сети интернет, а ведь в основе всех этих устройств лежат самые что не на есть простые функции логических элементов. Эти функции преобразовывают входящие сигналы в выходящие тем самым обеспечивая выполнение логических операций над двоичными данными. Переключательные функции же в свою очередь описывают поведение всех этих элементов и позволяют смоделировать сложные электронные схемы.

### Логические элементы

Для начала разберемся что вообще из себя представляют логические элементы. Логический элемент – это электронная схема, разработанная для приве-

дения в действие заранее заданной очередности исполнения последовательности логических действий с входящими в нее данными.

Абсолютно любой независимо взятый модуль на логической модели, изображает какое-либо логическое действие, именуемое «элементом логики». Это действие всегда обозначаются в следующем виде:

Логический элемент «And» (И) - конъюнкция: выполняет операцию логического умножения (конъюнкцию).

Логическая элемент «OR» (ИЛИ) - дизъюнкция: выполняет операцию логического сложения (дизъюнкцию).

Логический элемент «Not» (НЕ) - инвертор: выполняет операцию логического отрицания (инверсию).

И так как время идет, а прогресс не стоит на месте в двадцатом столетии человечество достигло значительных успехов в области изучения электроники что в итоге привело к проектированию электронных переключательных устройств. Эти устройства функционируют на основе все тех же стандартных элементов логики. Данные компоненты действуют при помощи самой обыкновенной стабильно функционирующей электрической схемы. Проходящее через нее электрическое напряжение в определенных местах схемы следует воспринимать в виде импульса, принимающего логическое значение «1» (истина) и «0» (ложь) отсутствие тока.

#### Принцип работы переключательных схем

Функционал «конъюнктора» будет реализован посредством пары последовательно соединенных переключателей в электрической схеме. Каждый из этих переключателей будет воспринимать всего два положения: «включено» и «выключено», это позволит нам определять наличие либо отсутствие сигнала. Пример работоспособности данной электрической модели предоставлен на рисунке 1, данная электрическая модель, находясь под напряжения и имея встроенный светодиод, который служит датчиком подачи напряжения. Электричество в электросхему поступит лишь в том случае если два выключателя установлены в позиции «включено», данное событие произойдет лишь при наличии обеих логических единиц при поступлении в электрическую схему. В иных ситуациях электричество не сможет поступать.

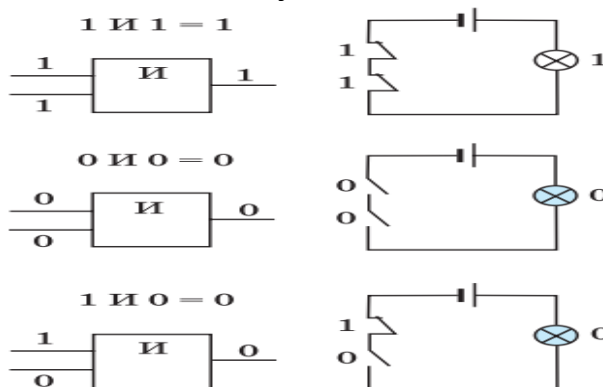


Рисунок 1 – Переключательная схема «конъюнктора»

Дизъюнктор также будет реализован в нашей схеме с помощью парочки коммутаторов, расположенных напротив друг друга. Электричество в схеме будет отсутствовать лишь тогда, когда два переключателя будут находиться в положении «выключено». В иных случаях электричество будет циркулировать по схеме. Данная схема изображена на рис. 2.

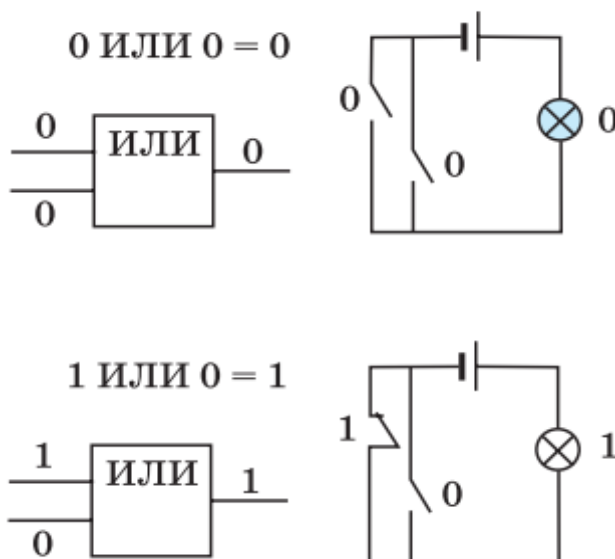


Рисунок 2 – Переключательная схема «дизъюнктора»

Для того чтобы построить электрическую схему, функционирующую по принципу инвертора необходимо коммутатор установить на против фрагмента схемы, в котором расположен светодиод. В этом случае если коммутатор разьединить электричество потечет к светодиоду, и электричество не потечет, когда коммутатор включен. Схема данного процесса изображена на рис. 3.

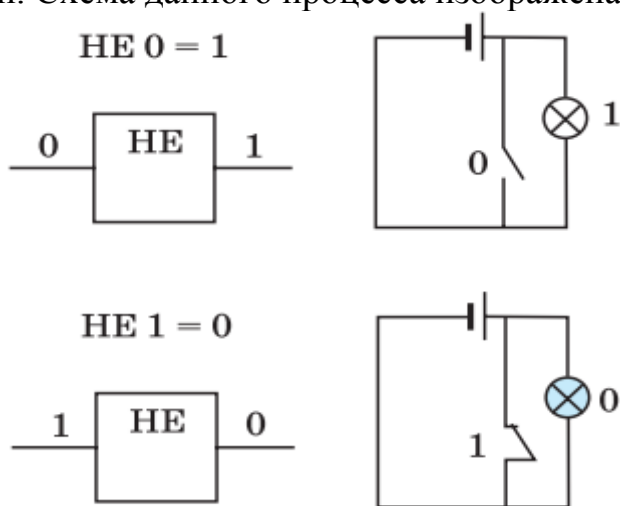


Рисунок 3 – Переключательная схема «дизъюнктора»

Данные схемы являются демонстрацией самых простых примеров работоспособности переключательных функций, эти элементы и используются в проектировании автоматизированных механизмов.

## Применение переключательных функций

Область применения переключательных функций в современном мире на самом деле очень широка, но мы выделим самые распространенные и наиболее часто используемые сферы их использования:

### - Проектирование цифровых схем

При проектировании цифровых схем применение логических элементов является базовой основой. При помощи необходимых комбинаций и построения взаимных связей между логическими элементами проектировщики и создают схемы от простых до очень сложных.

### - Программирование

При разработке программного обеспечения постоянно используются логические операции для того, чтобы задать условия и построить циклы это существенно облегчает разработку.

### - Процессоры и микроконтроллеры

И наконец-то самая важная и масштабная область применения переключательных функций — это принцип работы современных микропроцессоров и микроконтроллеров. Переключательные функции здесь используются как для обработки данных и выполнения вычислений, так и для механизма прерываний.

### - Автоматизированное управление

Переключательные функции очень часто используются для автоматизации процесса на крупных производствах различных предприятий. Логические элементы позволяют контролировать много различных параметров на производстве таких как температура, давление и даже скорость. Все это обеспечивает высокую производительность процесса производства.

Как мы видим, переключательные функции используются практически во всех сферах, хоть как-то связанных с какими-либо технологиями.

## Вывод

Подводя итоги проделанной работы, можно сделать вывод, что переключательные функции логических элементов являются неотъемлемой базой для создания цифровой электроники и незаменимым инструментом для проектирования электросхем и программирования. Несомненно, в будущем в след за ростом технологий и прогресса, роль логических элементов и функций будет еще более весомой и востребованной чем сейчас.

## Список литературы

1. Харрис Д. М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д. М. Харрис, С. Л. Харрис. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – С 600-618.
2. Харис Л. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Л. Харис. – Москва: ДМК Пресс, 2018. – С. 36-39.
3. Кудряшов, В.С. Методы синтеза цифровых систем управления многосвязными технологическими объектами: монография / В.С. Кудряшов, С.В. Рязанцев, А.В. Иванов. – Воронеж: ВГУИТ, 2021. – С 100-110.



4. Громов, М. Л. Синтез и оптимизация цифровых схем / М. Л. Громов, С. А. Прокопенко, А. В. Лапутенко. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. – С. 10-16.

5. Скрыпников А.В., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Бакаев Д.Н., Минакова А.А., Бутенко А.О. Моделирование рисков реализации проектов развития предприятий мясоперерабатывающей промышленности // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 77-83.

### References

1. Harris D. M. Digital circuitry and computer architecture / D. M. Harris, S. L. Harris. – Moscow: DMK Press, 2018. – P. 600-618.

2. Haris L. Digital circuitry and computer architecture / L. Haris. – Moscow: DMK Press, 2018. – P. 36-39.

3. Kudryashov, V.S. Methods of synthesis of digital control systems for multilink technological objects: a monograph / V.S. Kudryashov, S.V. Ryazantsev, A.V. Ivanov. – Voronezh: VGUI, 2021. – P. 100-110.

4. Gromov, M. L. Synthesis and optimization of the digital circuits / M. L. Gromov, S. A. Prokopenko, A. V. Laputenko. – Tomsk: Publishing House of Tomsk State University, 2020. – P. 10-16.

5. Skrypnikov A.V., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Bakaev D.N., Minakova A.A., Butenko A.O. Risk modeling of the meat processing industry enterprises development projects realization // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 3. – P. 77-83.

## ОСНОВЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.А. Шацких, С.Д. Макаров

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе анализируется применение полупроводников в сфере производства чипов, дается целостный обзор развития полупроводниковых технологий, применяемых в отрасли.

Ключевые слова: Полупроводник, производство чипов, микропроцессор.

## BASICS OF SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES

M.A. Shatskikh, S.D. Makarov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes the application of semiconductors in the field of chip manufacturing, providing a comprehensive overview of the development of semiconductor technologies used in the industry.

Keywords: Semiconductor, chip manufacturing, microprocessor.

Что такое полупроводник?

Полупроводники – это материалы, которые по своей проводимости находятся между проводниками и диэлектриками. При одних условиях данные материалы приобретают свойства проводников и свободно переносят заряды в своей кристаллической структуре, а в других - не пропускают заряженные частицы с крайне высоким сопротивлением.

Из 25 неметаллов, входящих в состав таблиц Менделеева, только 13 обладают свойствами полупроводника. В настоящее время человек активно использует многие природные полупроводники. Кремний и германий стали самыми популярными материалами этого типа, используемыми в производстве. Кроме кремния и германия, в качестве полупроводников используются селен, серое олово, мышьяк, бор, фосфор, сера, теллур, органические вещества и некоторые соединения.

Типы полупроводников. Применение полупроводников в производстве

1. Полупроводники N-типа

Полупроводники N-типа – это полупроводники, в которых проводимость тока обеспечивается освобожденными электронами, появившимися в результате процесса легирования. Основные характеристики полупроводников N-типа:

- Допирование: чаще всего добавляются донорные примеси, такие как фосфор (P), мышьяк (As) и сурьма (Sb), у которых на валентной оболочке больше электронов, чем у кремния (Si).

- Появление свободных электронов: при легировании создаются свободные электроны, которые являются классическими носителями заряда.

- Характеристики: большая проводимость, когда число свободных электронов значительно превышает число “дырок”.

## 2. Полупроводники P-типа

Полупроводники P-типа – это полупроводники, в которых проводимость заряда обеспечивается «дырками», т. е. свободных электронов нет. Основные характеристики полупроводников P-типа:

- Легирование: делается путем добавления “акцепторных” примесей, таких как: бор (B), галлий (Ga) и индий (In), которые имеют малое число электронов на валентном слое.

- Генерация «дырок»: при легировании образуются дырки, которые пропускают электроны.

- Природа: когда в свободном пространстве появляются электроны они заполняют собой дырки, которые двигаются через материал наделяя его свойствами электропроводности или изоляторными свойствами.

## Различия между полупроводниками и металлами

Полупроводники в отличие от металлов имеют отрицательный температурный коэффициент что позволяет им расширяться при охлаждении и сужаться при нагревании. Так же полупроводники чувствительны к наличию разных примесей в них. Так что при воздействии света или иных условий данный материал начинает накапливать в себе дырки свободно пропускающие электроны, которые в свою очередь, как вы знаете, могут пропускать заряд.

## Области применения полупроводников

### 1. Транзисторы.

Полупроводниковые транзисторы являются важнейшим элементом современного производства усилителей сигнала и других входящих, так же транзисторы используют в производстве переключателей, которые используются для построения логических схем:

- Усилители: устройства, увеличивающие силу сигнала, например, аудиоусилители и радиопередатчики.

- Переключатели: используются в цифровой логике для построения логических вентилях, которые составляют основу цифровых схем.

- 1. интегральные схемы: микросхемы, использующиеся в процессорах и контроллерах.

### 2. Интегральные схемы (ИС).

Интегральные схемы – это миниатюрные устройства, в которых располагаются миллионы полупроводников транзисторов и все это на одном кристалле:

- Цифровые интегральные схемы: используются в процессорах и контроллерах.

- Аналоговые интегральные схемы: используются в системах обработки сигналов таких как усилители и фильтры сигнала, часто использовались в старых устройствах

- Смешанные интегральные схемы: объединяют цифровые и аналоговые интегральные схемы.

### 3. Хранение данных

Полупроводниковая технология предлагает целый ряд решений для хранения данных:

- Флэш-память: используется в USB-флешках, HDD и SSD.

- Динамическая и статическая оперативная память (DRAM и SRAM): данная память используется для недолгого хранения данных. Используется в компьютерах в непосредственно оперативной памяти HDD и SSD для недолгого хранения процессов и памяти помогающая в работе процессору.

### 4. Дисплеи и датчики:

- ЖК и светодиодные экраны: полупроводниковая технология используется для управления отображением различной информации; светодиоды используются непосредственно для формирования экранов и для управления отображением информации.

- Датчики: полупроводниковые фотодатчики (например, CCD и CMOS) используются в камерах и смартфонах

### 5. Коммуникации.

Полупроводники позволяют создавать устройства для хранения и передачи данных:

- Микросхемы беспроводной передачи данных: эти микросхемы используются для передачи данных с помощью технологий bluetooth и wi-fi которые используются в множестве мобильных устройств таких как наушники и мобильные устройства для передачи данных.

- Оптоэлектронные компоненты: лазеры полупроводниковые используют в передачи данных с помощью оптотехнологий, например, оптоволоконный провод передачи данных, в частности wi-fi, часто используется для передачи данных в wi-fi роутер для дальнейшей беспроводной передачи данных.

### 6. Микроконтроллеры и системы-на-чипе (SoC)

Микроконтроллеры: процессоры и контроллеры для управления техникой. Часто используется в бытовой технике такой-как микроволновки и холодильники так-как полупроводники устойчивы к радиации.

Система-на-чипе (SoC): объединяет различные функции такие как управление различными процессами и передача-отправка сигнала.

## Заключение

Полупроводники являются важнейшим элементом современной электроники благодаря своей “гибкости”. Ни у одного типа материала на планете земля нет таких же свойств как у полупроводников, это крайне уникальный материал. Из-за своей уникальности он стал нужен во многих сферах производства и потребления. Их используют повсеместно: в космосе, у вас дома, где-нибудь на заводе по производству микроэлектроники. Опять-таки, этот материал крайне

уникален, и я надеюсь, его будут использовать в больших сферах жизни общества!

### Список литературы

1. Бадмаев, Е. З. Проектное управление в развитии предприятия / Е. З. Бадмаев // Управление развитием социально-экономических систем регионов: Сборник научных трудов, Улан-Удэ, 01–02 октября 2020 года. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2020. – С. 17-23.
2. Бахтин, И. В. Руководство по выбору лучшего программного обеспечения для управления проектами / И. В. Бахтин // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – № 7(41). – С. 60-62.
3. Бедердинова, О. И. Автоматизированное управление IT-проектами: учебное пособие / О.И. Бедердинова, Ю.А. Водовозова. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 92 с.
4. Галищева, Д. С. Управление коммуникациями в проекте / Д. С. Галищева // Синергия Наук. – 2020. – № 43. – С. 360-365.
5. Котляр, Е. В. Система управления проектами Канбан / Е. В. Котляр, Е. М. Пушкарева // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2020. – № 1(15). – С. 57-59.
6. Евдокимова, С. А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С. А. Евдокимова, А. В. Журавлев, Т. П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

### References

1. Badmaev, E. Z. Project management in the development of the enterprise / E. Z. Badmaev // Management of the development of socio-economic systems of regions: Collection of scientific papers, Ulan-Ude, October 01-02, 2020. – Ulan-Ude: East-Siberian State University of Technology and Management, 2020. – P. 17-23.
2. Bakhtin, I. V. Guide to choosing the best software for project management / I. V. Bakhtin // Scientific electronic journal Meridian. – 2020. – № 7(41). – P. 60-62.
3. Bederdinova, O. I. Automated IT-project management: a textbook / O. I. Bederdinova, Y. A. Vodovozova. – Moscow: INFRA-M, 2021. – 92 p.
4. Galishcheva, D. S. Communication management in the project / D. S. Galishcheva // Synergy of Science. – 2020. – № 43. – P. 360-365.
5. Kotlyar, E. V. Kanban project management system / E. V. Kotlyar, E. M. Pushkareva // Business education in the knowledge economy. – 2020. – № 1(15). – P. 57-59.
6. Evdokimova, S. A. Using clustering methods to analyze sales of auto parts at a truck service station / S. A. Evdokimova, A. V. Zhuravlev, T. P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Vol. 4, No. 2. – P. 4-12. – DOI: 10.12737/2219-0767-2021-14-2-4-12.

## **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ДАТЧИКА НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32 ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

А.Е. Яблоков, М.А. Латышев, И.Г. Благовещенский

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет»,  
г. Москва

Аннотация. В статье описывается исследование, направленное на разработку системы технического мониторинга технологического оборудования с использованием нейросетевых методов классификации технических состояний на основе анализа спектров сигналов, измеренных с помощью комбинированных датчиков физических величин. Микропрограмма датчика реализует различные алгоритмами цифровой обработки сигналов, что позволяет унифицировать аппаратную часть.

Ключевые слова: техническая диагностика, диагностика по спектрам сигналов, датчики, система технического мониторинга.

## **DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL SENSOR BASED ON THE STM32 MICROCONTROLLER FOR AN INTELLIGENT TECHNICAL DIAGNOSTICS SYSTEM**

A.E. Yablokov, M.A. Latyshev, I.G. Blagoveshchenskiy

MIREA - Russian Technological University, Moscow

Abstract. The article describes a study aimed at developing a system for technical monitoring of process equipment using neural network methods for classifying technical states based on the analysis of signal spectra measured using combined sensors of physical quantities. The sensor firmware implements various algorithms for digital signal processing, which allows unifying the hardware.

Keywords: technical diagnostics, diagnostics by signal spectra, sensors, technical monitoring system.

В ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» проведен комплекс научных исследований в области спектральной вибрационной и токовой диагностики технологических машин с применением нейросетевых методов классификации технических состояний оборудования по спектрам диагностических сигналов [1, 3, 4]. При этом, в качестве входного вектора диагностической информации используются значения амплитуд спектров сигналов с сенсоров различных физических величин [2]. Проведенные исследования показали, что оптимальная длина входного вектора диагностических признаков, состоящего из амплитуд спектров вибра-

ции, звука или тока составляет 512 значений [2]. Результаты исследований легли в основу разрабатываемой в ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», совместно с ООО «СИД» системы технического мониторинга (СТМ) технологического оборудования. Основные требования, предъявляемые к системе мониторинга – доступная стоимость, высокая универсальность и гибкость при конфигурации системы для различного вида диагностируемого оборудования.

В основе продолженной системы мониторинга лежит диагностический прибор, реализующий интеллектуальную онлайн-диагностику. Прибор создан на базе одноплатного микрокомпьютера типа Khadas Edge-V, NaPi C RK3308 на ОС Linux. Прибор обеспечивает:

- конфигурацию системы сбора данных (определяет количество и тип датчиков (от 10 до 20 датчиков), предельно-допустимые значения (ПДЗ), флаги срабатывания сигнализаций);
- сбор показаний с MQTT -датчиков различных физических величин;
- сранение текущих значений с установленными ПДЗ, в случае превышения – формирование флагов и включение сигнализации;
- сохранение текущих значений и флагов в БД прибора;
- прием и передача данных через Bluetooth и/или Wi-Fi от мобильного приложения, которое позволяет настраивать первичный прибор и отображать диагностическую информацию;
- данные упаковываются и отправляются по протоколу TCP/IP в облачную базу данных (БД) для хранения и последующего анализа. Из БД также принимаются настроечные данные;
- построение трендов значений диагностических признаков для создания регрессионной модели и дальнейшего прогнозирования сроков безопасной эксплуатации оборудования;
- классификация текущего состояния объекта на основе анализа спектров измеренных сигналов с использованием предварительно обученных и встроенных в прибор искусственных нейронных сетей.

Заинтересованные лица со своих мобильных устройств получают информацию о текущем техническом состоянии контролируемого оборудования и результатах прогнозирования.

Технологические машины оборудуются стационарными комбинированными датчиками физических величин, которые позволяют измерять и обрабатывать сигналы от сенсоров тока, звука, вибрации, оборотов и пр. Датчики оснащены встроенным микроконтроллером, трансивером интерфейса, акселерометром, АЦП, датчиком температуры.

В настоящее время нами разработаны датчики разных типов на базе микроконтроллера (МК) с различными алгоритмами цифровой обработки сигналов (ЦОС) (фильтрации, БПФ, интегрирования и пр.). Датчики предназначены для решения задачи технического мониторинга и диагностики оборудования по следующим диагностическим параметрам: температуре, мгновенным значениям тока в цепи электродвигателя, излучаемого звука, вибрации, числу оборотов и пр. Для унификации и удешевления датчика разработана универсальная кон-

струкция на базе МК серии STM32F4 со встроенным сенсором температуры DS18B20, внешним АЦП AD7683, MEMS акселерометром Adxl345, цифровым входом по прерыванию и микросхемой интерфейс RS-485 (для обеспечения связи датчика с первичным прибором по протоколу MQTT). В процессе настройки, система диагностики позволяет сконфигурировать датчик на его работу по одному из семи заложенных в микропрограмму контроллера алгоритму цифровой обработки сигналов (ЦОС). Разработанные алгоритмы ЦОС обеспечивают сбор данных с заданной частотой дискретизацией (от 200 Гц до 40 кГц) от первичных преобразователей (АЦП и MEMS акселерометра), цифровую фильтрацию сигналов фильтрами высоких и низких частот, расчет СКЗ, пик-фактора, расчет амплитудного спектра сигнала длиной 512 значений в требуемом частотном диапазоне.

Предложенная концепция системы технического мониторинга оборудования с использованием унифицированного датчика со встроенным МК для сбора и предварительной обработки диагностических сигналов позволит удешевить систему мониторинга, распределить вычислительные ресурсы между датчиками и диагностическим прибором, реализовать технологию нейросетевой спектральной диагностики оборудования отрасли по различным диагностическим параметрам.

### **Список литературы**

1. Яблоков А. Е., Благовещенский И. Г. Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных: монография / И. Г. Яблоков, А. Е. Благовещенский. – М., 2022. – 221 с.

2. Яблоков А. Е., Благовещенский И. Г. Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных / А. Е. Яблоков, И. Г. Благовещенский. - М.: МГУПП, 2022. 221 с.

3. Яблоков А. Е., Жила Т. М. Применение СНС в вибродиагностике по спектрограммам и вейвлет-скалограммам сигнала // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. (12). С. 452–456.

4. Яблоков А. Е., Жила Т. М., Генералов С. А. Классификация технического состояния оборудования по спектрограммам вибрации с применением СНС. – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2021. С. 9–17.

### **References**

1. Yablokov, A.E. Blagoveshchensky I. G. Scientific and practical foundations for creating automated systems for technical monitoring and diagnostics of equipment at grain processing enterprises based on neural network methods of data analysis: Monograph / I. G. Yablokov, A.E. Blagoveshchensky, MGUPP-e ed., -M.:, 2022. 221 p.



2. Yablokov A. E., Blagoveshchensky I. G. Scientific and practical foundations for creating automated systems for technical monitoring and diagnostics of equipment at grain processing enterprises based on neural network methods of data analysis / A. E. Yablokov, I. G. Blagoveshchensky. – M.: MGUPP, 2022. 221 p.

3. Yablokov A. E., Zhila T. M. Application of SNN in vibration diagnostics based on spectrograms and wavelet scalograms of a signal // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. 2021. (12). P. 452–456.

4. Yablokov A. E., Zhila T. M., Generalov S. A. Classification of the technical condition of equipment based on vibration spectrograms using SNN. – Petrozavodsk: MCNP "New Science", 2021. P. 9–17.

## ПОСТРОЕНИЕ СХЕМ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В ОСНОВНОМ БАЗИСЕ

И.Е. Ягодкина, Е.Р. Каландаров

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведён комплексный анализ построения схем логических функций в программе Logisim на основе основного базиса. Изучена соответствующая литература по логическим элементам и их применению в цифровых схемах. Были разработаны и смоделированы схемы, которые соответствуют поставленной задаче. Схемы проектировались с учётом возможного использования в реальных технических системах и их оптимизации.

Ключевые слова: Logisim, проектирование, логические функции, основной базис, цифровые схемы

## CONSTRUCTION OF LOGICAL FUNCTION CIRCUITS IN THE MAIN BASIS

I.E. Yagodkina, E.R. Kalandarov

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In this work, a comprehensive analysis of the construction of logical function circuits in the Logisim program based on the main basis was carried out. The relevant literature on logical elements and their use in digital circuits was studied. Circuits that correspond to the task were developed and modeled. The circuits were designed taking into account possible use in real technical systems and their optimization.

Keywords: Logisim, design, logical functions, main basis, digital circuits

### Введение

В основе функционирования всех современных вычислительных машин лежит двоичная система счисления, оперирующая всего двумя символами – 0 и 1. Это не просто удобное соглашение; такой подход напрямую связан с физической реализуемостью вычислений. Транзисторы, фундаментальные элементы современной электроники, работают по принципу "включено/выключено", что естественным образом отображается на двоичные 1 и 0. Этот принцип "включено/выключено" лежит в основе булевой алгебры, математической системы, идеально подходящей для описания работы логических схем. Булева алгебра оперирует логическими операциями: конъюнкцией (И), дизъюнкцией (ИЛИ) и инверсией (НЕ). Эти три операции образуют \*базисный набор\*, достаточный

для построения любой произвольной булевой функции. Это означает, что любую сложную логическую операцию, какую бы задачу мы ни решали на компьютере, можно разложить на последовательность этих трёх базовых операций.

Важно отметить, что существует не один, а множество базисных наборов. Хотя конъюнкция, дизъюнкция и инверсия образуют наиболее интуитивно понятный и часто используемый базис, другие наборы операций также обладают свойством функциональной полноты. Например, можно построить любой логический элемент, используя только операции Штрих Шеффера ( $\neg(x \wedge y)$ ) или стрелку Пирса ( $\neg(x \vee y)$ ). Эти операции, будучи сами по себе достаточно простыми, позволяют синтезировать всю мощь булевой алгебры. Выбор конкретного базиса часто диктуется технологическими соображениями: определенные логические операции могут быть проще и эффективнее реализованы на физическом уровне с помощью конкретных электронных компонентов.

В рамках моделирования функциональных схем, каждая базовая логическая операция (конъюнкция, дизъюнкция, инверсия) представляется отдельной программной процедурой или функцией. В процессе моделирования, сложная булева функция разбивается на последовательность вызовов этих базовых процедур, соответствующих логической схеме. Например, если нужно смоделировать работу схемы, вычисляющей функцию  $F(x, y, z) = (x \wedge y) \vee z$ , то программа будет последовательно вызывать процедуру конъюнкции для вычисления  $(x \wedge y)$ , а затем процедуру дизъюнкции для вычисления результата с  $z$ . Такой подход позволяет пошагово проследить выполнение логических операций и отладить работу схемы.

Более того, моделирование позволяет экспериментировать с различными базисными наборами, сравнивая эффективность и сложность реализации той же функции с использованием разных логических элементов. Например, можно сравнить количество необходимых логических вентилях (физических реализаций логических операций) для реализации данной функции при использовании стандартного базиса (конъюнкция, дизъюнкция, инверсия) и базиса, состоящего только из элементов Штриха Шеффера. Это помогает оптимизировать проектирование цифровых схем, минимизируя затраты на компоненты и энергопотребление. Компьютерные эксперименты позволяют провести такое сравнение для большого числа функций и базисов, что невозможно сделать ручным способом. Результаты таких экспериментов позволяют выбирать наиболее эффективный вариант реализации логической схемы для конкретной задачи. Современные инструменты автоматизированного проектирования (EDA) широко используют такие методы для оптимизации сложных цифровых систем.

## 1. Библиотека базовых логических элементов

### 1.1. Моделирование элементов основного базиса

Цифровые схемы, лежащие в основе современных компьютеров и электронных устройств, построены на комбинации нескольких базовых логических элементов. К их числу относятся инвертор, элемент "И" и элемент "ИЛИ". Каждый из этих элементов выполняет специфическую логическую операцию над входными сигналами и генерирует соответствующий выходной сигнал. Давайте рассмотрим каждый из них более детально.

## 1.2. Инвертор (элемент “НЕ”)

Инвертор – это самый простой логический элемент, выполняющий операцию логического отрицания. Его функциональность заключается в том, что он меняет логическое состояние входного сигнала на противоположное. То есть, если на вход инвертора подается логическая единица (1), на выходе будет логический ноль (0), и наоборот.

Функциональные особенности:

Один вход и один выход: это характерная черта инвертора, отличающая его от других логических элементов.

Инверсия сигнала: Выходной сигнал всегда противоположен входному.

Таблица истинности:

Вход	Выход
0	1
1	0

Применение:

Инверторы широко используются для изменения логического уровня сигнала, формирования инверсных сигналов и реализации других логических функций в сочетании с другими элементами.

### Анализ работы инвертора

Работа инвертора базируется на зависимости между входным и выходным напряжением. Рассмотрим три режима работы:

1. **Режим насыщения (логическая единица на выходе):** если на входе инвертора  $V_{in}$  низкое, PMOS-транзистор включен, а NMOS-транзистор выключен. В этом случае выход  $V_{out}$  будет высоким (логическая единица).

2. **Режим переключения:** когда входной сигнал  $V_{in}$  находится в переходной области, оба транзистора частично проводимы, и выходное напряжение начинает изменяться в зависимости от сопротивлений обоих транзисторов. В этом режиме происходит плавный переход от низкого уровня к высокому.

3. **Режим отсечки (логический ноль на выходе):** если на входе  $V_{in}$  высокое, PMOS-транзистор выключен, а NMOS-транзистор включен, вытягивая выход  $V_{out}$  к логическому нулю (земля).

## 1.3. Элемент "И" (конъюнкция)

Элемент "И" выполняет логическую операцию конъюнкции, которую можно интерпретировать как логическое умножение. Выходной сигнал элемента "И" равен логической единице только в том случае, если все его входные сигналы равны логической единице.

Функциональные особенности:

Два или более входов, один выход: Число входов может варьироваться в зависимости от конкретной реализации.

Логическое умножение: Выходной сигнал равен 1 только при всех входных сигналах, равных 1.

Таблица истинности для двухвходового элемента "И":

Вход 1	Вход 2	Выход
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Применение:

Элементы "И" используются для проверки одновременного выполнения нескольких условий, реализации логических функций, таких как сравнение чисел, формирование управляющих сигналов и т.д.

#### **Анализ работы конъюнкции в цифровых схемах**

Конъюнкция реализуется в цифровой логике с помощью AND-элемента (логический элемент И). Этот элемент имеет два или более входов и один выход. Выходной сигнал будет высоким (логическая 1) только в том случае, если все входные сигналы высокие (логическая 1). В любом другом случае выход будет низким (логический 0).

Логический элемент AND:

Входы: Один или более логических сигналов A, B, C, и так далее.

Выход:  $A \cdot B$ ,  $A \cdot B \cdot C$ , и так далее.

Пример:

Для двух входов A и B:

Если  $A=1$  и  $B=1$ , то  $A \cdot B=1$

Если хотя бы один из входов  $A=0$  или  $B=0$ , то  $A \cdot B=0$ .

#### 1.4. Элемент "ИЛИ" (дизъюнкция)

Элемент "ИЛИ" выполняет логическую операцию дизъюнкции, которую можно интерпретировать как логическое сложение. Выходной сигнал элемента "ИЛИ" равен логической единице, если хотя бы один из его входных сигналов равен логической единице.

Функциональные особенности:

Два или более входов, один выход: как и элемент "И", элемент "ИЛИ" может иметь различное число входов.

Логическое сложение: Выходной сигнал равен 1, если хотя бы один входной сигнал равен 1.

Таблица истинности для двухвходового элемента "ИЛИ":

Вход 1	Вход 2	Выход
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Применение:

Элементы "ИЛИ" используются для реализации функций выбора, обнаружения ошибок, формирования управляющих сигналов и т.д.

## Анализ работы дизъюнкции в цифровых схемах

Дизъюнкция в цифровой логике реализуется с помощью OR-элемента. Этот элемент имеет два или более входов и один выход. Выходной сигнал будет высоким (логическая 1) при наличии хотя бы одного высокого сигнала на входе.

Логический элемент OR:

Два входа: A и B.

Выход:  $A \vee B$  — результат логической дизъюнкции.

Пример:

Если к элементу OR поданы следующие сигналы:

$A=0$ ,  $B=1$ , тогда выходной сигнал будет  $A \vee B=1$ .

Если в цепь добавить больше входов, например, три переменные AAA, BBB, и CCC, дизъюнкция этих переменных запишется как:

$A \vee B \vee C$ .

Результат будет «1», если хотя бы одна из переменных равно 1.

Инвертор, элемент "И" и элемент "ИЛИ" являются фундаментальными элементами цифровой электроники. Понимание их принципов работы и взаимодействия позволяет создавать сложные цифровые системы, способные выполнять разнообразные задачи.

Построение схемы логической функции в Logisim можно выполнить пошагово следующим образом:

### 2. Построение функциональной схемы в основном базисе

Давайте разберем процедуру моделирования функциональной схемы, представленной на рисунке 1, используем программное обеспечение Logisim и ключевые логические элементы, такие как AND (И), OR (ИЛИ) и NOT (НЕТ). Эта операция содержит пару тройку основных действий, которые мы рассмотрим по пунктам.

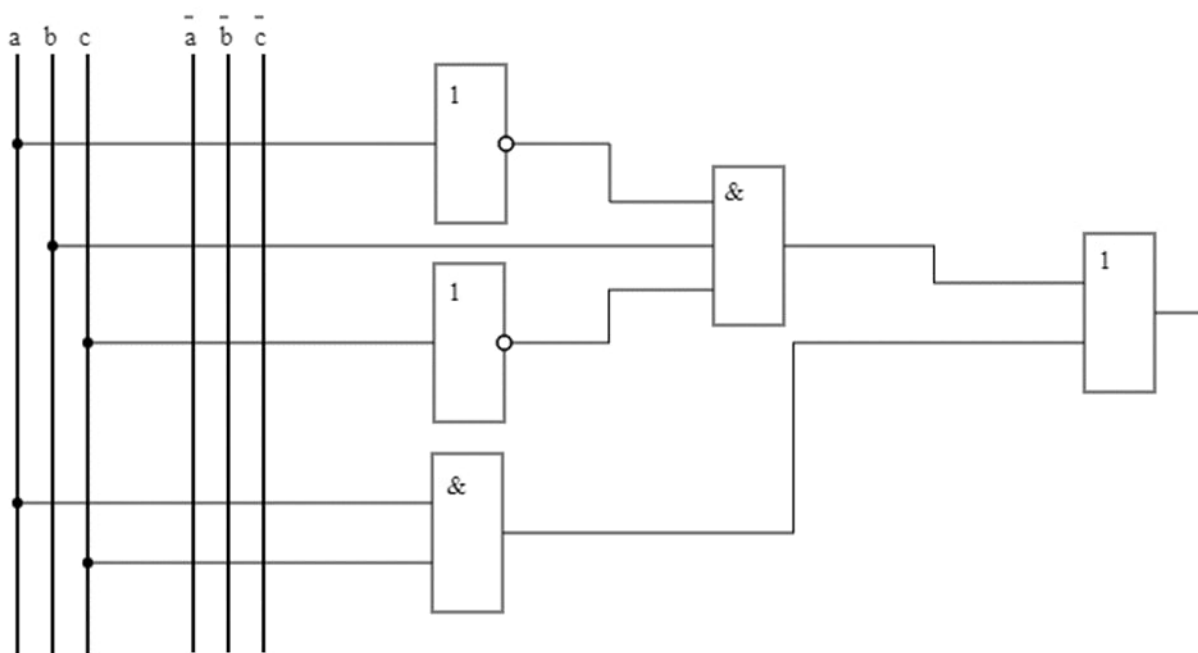


Рисунок 1 – Схема для исследования в нормальной дизъюнктивной формы

### Шаг 1: Запуск Logisim

Сначала находим программу Logisim у себя на компьютере, если же ее нету, то установите. Вторым шагом будет запуск данного программного обеспечения. Далее спроектирует новый проект в главном меню Файл → Создать. Эта операция даст вам создать новую свою схему с полного 0.

### Шаг 2: Подготовка входных переменных

Сейчас нужно подобрать входящие переменные (input), которые будут применяться в вашей созданной схеме. Для этого сделайте следующие шаги:

1. На панели инструментов (в левом верхнем углу) выберите компонент Input Pin (входные пины) и перетащите их на рабочее поле и назовите их a, b, c для идентификации значений, которые вводятся в схему. Эти переменные могут представлять любые бинарные значения, которые вы будете использовать в логических операциях.

2. К тому же, вам нужны будут вспомогательные входы для инверсий переменных a, b, и c. С этой целью примените элемент NOT Gate из панели компонентов. Инверсия сигналов даст вам возможность получать значения, противоположные исходным.

### Шаг 3: Размещение логических элементов

На очередном шаге вам предстоит размещать необходимые логические элементы, которые будут реализовывать операции над переменными. Эти элементы доступны на панели слева в разделе Gates:

1. NOT (НЕ): поместите три элемента NOT около входов a, b, и c. Эти элементы будут инвертировать значения входных переменных, создавая выходы  $\neg a$ ,  $\neg b$ , и  $\neg c$  (то есть не a, не b и не c).

2. AND (И): Вам необходимо будет три элемента AND (элементы И), так как на вашей схеме изображены три группы логических операций:

- Начальный элемент AND (И) должен соединять a, b, и  $\neg c$  (a, b и не c).
- Второй элемент AND связывает  $\neg a$ , b, и c (не a, b, c).
- Третий элемент AND связывает a,  $\neg b$ , и c (a, не b, c).

Данные логические операции будут определять, комбинации входных значений будут приводить к определенным выходным результатам.

### Шаг 4: Построение соединений

Сейчас наступило время соединить все элементы схемы. Корректное подключение будет ключевым для правильной работы вашей схемы. Вот основные шаги:

1. Подключите входные пины a, b, и c к соответствующим элементам AND. Убедитесь, что каждый вход подключен правильно.

2. Далее, подключите выходы элементов NOT к надлежащим входам элементов AND, чтобы передать инвертированные значения  $\neg a$ ,  $\neg b$ , и  $\neg c$ .

3. Соедините выходы всех трех элементов AND с входами элемента OR (ИЛИ), если он присутствует в вашей схеме. Это обеспечит получение окончательного результата на выходе.

### Дополнительные рекомендации

1. Тестирование схемы: после завершения подключения всех элементов, вы можете протестировать свою схему, изменяя значения переменных a, b, и c. Это поможет вам убедиться, что логические операции выполняются корректно.

2. Документация: рекомендуется вести документацию по вашей схеме, включая описание каждой логической операции и ее назначения. Это упростит дальнейшую работу и позволит другим пользователям понять вашу логику.

3. Экспорт схемы: Logisim позволяет экспортировать вашу схему в различные форматы. Это может быть полезно для презентаций или дальнейшего анализа.

Таким образом, процесс моделирования функциональной схемы в Logisim включает в себя последовательное выполнение шагов по подготовке входов, размещению логических элементов и построению соединений. Важно тщательно следить за каждым этапом, чтобы ваша схема работала правильно и эффективно.

### Список литературы

1. Абрамович А. И., Бояринцева М. А. Логические основы цифровых устройств. – М.: Наука и техника, 2019. – 256 с.
2. Каминский, А. Г. Основы цифровой электроники: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2018. – 320 с.
3. Микруков, П. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: основы проектирования логических схем. – М.: Издательство МГУ, 2021. – 400 с.
4. Барков С. А., Степанов Е. М. Теория и проектирование цифровых систем на основе логических схем. – М.: Академия, 2020. – 350 с.
5. Хидиров, В. М. Основы теории логических функций. – СПб.: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2022. – 200 с.
6. Манилов, А. Д. Логика и архитектура цифровых схем. – М.: Физматлит, 2017. – 280 с.
7. Боуман П., Макмартин Л. Проектирование цифровых устройств с использованием основных логических элементов. – М.: Мир, 2016. – 240 с.
8. Яблоков Н. А., Сидоров А. А. Алгоритмы синтеза и оптимизации логических схем. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2019. – 300 с.
9. Гейл Дж., Макинтайр К. Основы проектирования цифровых схем. – М.: Диалектика, 2018. – 350 с.
10. Николенко С.Д., Сазонова С.А., Мальцева Е.И. Процесс технического обследования кукольного театра // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 44-52.

### References

1. Abramovich A. I., Boyarintseva M. A. Logical foundations of digital devices. - Moscow: Science and Technology, 2019. – 256 p.
2. Kaminsky, A. G. Fundamentals of digital electronics: textbook. – SPb.: Piter, 2018. – 320 p.



3. Mikrukov, P. V. Digital devices and microprocessors: fundamentals of logic circuit design. – Moscow: MSU Publishing House, 2021. - 400 p.
4. Barkov S. A., Stepanov E. M. Theory and design of digital systems based on logic circuits. – Moscow: Academy, 2020. – 350 p.
5. Khidirov V. M. Fundamentals of the theory of logic functions. – SPb.: SPbGETU “LETI”, 2022. – 200 p.
6. Manilov A. D. Logic and architecture of digital circuits. – Moscow: Fizmatlit, 2017. – 280 p.
7. Bowman P., McMartin L. Designing digital devices using basic logic elements. – M.: Mir, 2016. – 240 p.
8. Yablokov N. A., Sidorov A. A. Algorithms of synthesis and optimization of logic circuits. - St. Petersburg: Publishing house of Polytechnic University, 2019. – 300 p.
9. Gale J., McIntyre K. Fundamentals of digital circuit design. – Moscow: Dialectics, 2018. – 350 p.
10. Nikolenko S.D., Sazonova S.A., Maltseva E.I. Process of technical inspection of the puppet theater // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15, № 3. – P. 44-52.

## **МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

К.Р. Сварян, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье будут исследованы основные теоретические аспекты распределения Пуассона и его применение для прогнозирования событий. Рассмотрим процесс разработки таких моделей, алгоритмы для обработки данных в реальном времени и программные инструменты, обеспечивающие их реализацию. Кроме того, обсудим примеры использования этих моделей в реальных условиях, а также их преимущества и ограничения.

Ключевые слова: распределение Пуассона, прогнозирование, обработка данных, алгоритмы, потоковые данные, модели, статистический анализ.

## **REAL-TIME FORECASTING MODELS BASED ON THE POISSON DISTRIBUTION**

K.R. Svarian, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article will explore the main theoretical aspects of the Poisson distribution and its application for event forecasting. We will examine the process of developing such models, algorithms for real-time data processing, and software tools that enable their implementation. Additionally, we will discuss examples of using these models in real-world conditions, as well as their advantages and limitations.

Keywords: Poisson distribution, forecasting, data processing, algorithms, streaming data, models, statistical analysis

В условиях стремительного роста объема данных и увеличения потребности в оперативном анализе, прогнозирование событий в реальном времени стало важной задачей для различных отраслей. Компании, занимающиеся управлением трафиком, медицинские учреждения, службы поддержки и многие другие организации нуждаются в инструментах, позволяющих эффективно предсказывать вероятностные события. Одним из подходов, доказавших свою эффективность в данной области, является использование распределения Пуассона для моделирования и прогнозирования.

Распределение Пуассона, описывающее количество событий, происходящих за фиксированный интервал времени, широко применяется в ситуациях, где события происходят случайно и независимо друг от друга. Эта модель находит применение в таких задачах, как прогнозирование числа обращений в

службу поддержки, оценка частоты отказов оборудования или предсказание посещаемости веб-сайтов. Благодаря своей простоте и способности точно описывать вероятностные события, распределение Пуассона стало незаменимым инструментом для многих аналитиков и исследователей.

Цель данной статьи – изучить возможности применения моделей на основе распределения Пуассона для прогнозирования событий в реальном времени. Мы рассмотрим теоретическую основу данной модели, проанализируем алгоритмы, позволяющие реализовать прогнозирование в условиях потоковой обработки данных, а также исследуем реальные примеры использования этой модели в различных сферах. Кроме того, в статье будут обсуждены преимущества и ограничения подхода, что позволит оценить его потенциал для решения различных прикладных задач.

Распределение Пуассона описывает вероятность получения  $k$  успехов за заданный интервал времени.

Итак, если количество испытаний  $n$  достаточно велико, а вероятность появления события в отдельно взятом испытании весьма мала то вероятность того, что в данной серии испытаний событие появится ровно  $k$  раз, можно приближенно вычислить по формуле Пуассона

$$P_n(k) = \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  – среднее количество успехов за определенный интервал;

$k$  – количество успехов;

$e$  – константа, равная приблизительно 2,71828.

Несмотря на широкое применение, распределение Пуассона имеет определенные ограничения. В реальных условиях эти предпосылки могут быть нарушены, например, в случае зависимости между событиями или изменяющейся во времени интенсивности. Такие ситуации требуют модификации модели или использования других распределений (например, распределения сдвинутого Пуассона) для более точного прогнозирования.

Одним из ключевых применений распределения Пуассона является прогнозирование количества обращений в службы поддержки клиентов. Такие модели помогают предсказать, сколько звонков или заявок может поступить в определенный период времени, что позволяет оптимизировать распределение ресурсов, таких как операторы колл-центра или технические специалисты.



Рисунок 1 – Вероятное количество обращений при среднем количестве 5

Рестораны используют распределение Пуассона для моделирования количества ожидаемых клиентов, которые будут приходить в ресторан в день.

Например, предположим, что данный ресторан принимает в среднем 100 клиентов в день (но точно не больше 150). Мы можем использовать распределение Пуассона, чтобы найти вероятность того, что ресторан примет больше, чем определенное количество клиентов.

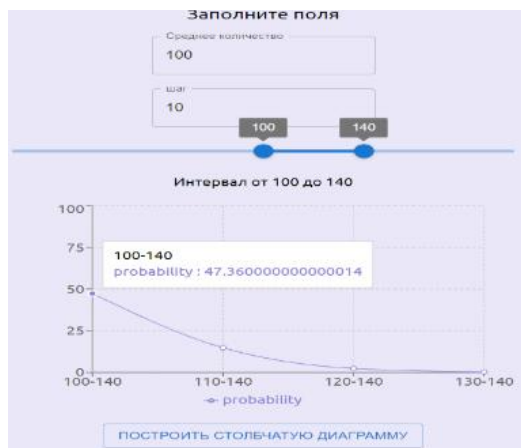


Рисунок 2 – Вероятное количество посетителей ресторана

Для оценки эффективности моделей прогнозирования на основе распределения Пуассона могут быть использованы различные метрики, такие как:

Среднеквадратическая ошибка (MSE) – измеряет среднее квадратическое отклонение прогнозируемых значений от фактических. Этот показатель чувствителен к большим ошибкам, поэтому он особенно полезен, когда важно минимизировать значительные отклонения в прогнозе.

Средняя абсолютная ошибка (MAE) – рассчитывает среднее абсолютное отклонение прогнозов от фактических значений. MAE предоставляет более интуитивно понятную меру ошибки, так как измеряется в тех же единицах, что и сами прогнозы.

Ошибка процентного отклонения (MAPE) – оценивает средний процентный отклонение прогнозов от фактических значений. Эта метрика удобна для сравнений между различными моделями и разными наборами данных, поскольку нормализует ошибки.

Особую сложность в оценке таких моделей представляет их работа в реальном времени, где необходимо учитывать динамическую изменчивость данных. Например, интенсивность события может варьироваться в зависимости от времени суток, дня недели или других временных факторов. Поэтому, чтобы правильно оценить модель в реальных условиях, следует рассматривать:

Временные окна прогнозирования: Прогнозирование на коротких временных интервалах (например, минутные или часовые данные) требует от модели способности быстро адаптироваться к изменениям.

Обновление модели: Регулярное обновление параметров модели на основе поступающих данных помогает сохранить её актуальность и точность.

Оценка эффективности моделей на основе распределения Пуассона в реальном времени требует комплексного подхода, включающего использование различных метрик, адаптацию к динамическим изменениям и сравнение с альтернативными моделями. Успешное применение таких моделей позволяет существенно улучшить точность прогнозов и повысить эффективность решений, принимаемых на их основе.

### Список литературы

1. Крицкий О.Л. Теория вероятностей и математическая статистика для технических университетов. I. Теория вероятностей: учебное пособие / О.Л. Крицкий, А.А. Михальчук, А.Ю. Трифонов, М.Л. Шинкеев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 212 с
2. Зорич В. А. Математический анализ. Часть I. – Изд. 10-е, испр. – М.: МЦНМО, 2019. – xii+564 с. ISBN 978-5-4439-4029-8, 978-5-4439-4030-4 (ч. I).
3. Печинкин А.В., Тескин О.И., Цветкова Г.М. и др. Теория вероятностей : учеб. для вузов. – 3-е изд., исправ. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 456 с.
4. Krishna Kumar, B. An M/G/1/1 queue with unreliable server and no waiting capacity / B. Krishna Kumar, D. Arivudainambi, A. Vijayakumar // Inf. Manage. Sci. – 2022. – Vol. 13. – P. 35–50.
5. Optimization analysis of an unreliable multi-server queue with a controllable repair policy / Wu C.-H., Lee W.-C., Ke J.-C., Liu T.-H. // Computers and Operations Research. – 2021. – № 49. – pp. 83-96.

### References

1. Kritsky O.L. et al. Probability Theory and Mathematical Statistics for Technical Universities. I. Probability Theory: A Textbook / O.L. Kritsky, A.A. Mikhailyuk, A.Yu. Trifonov, M.L. Shinkeev; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing, 2010. – 212 p.
2. Zorich V.A. Mathematical Analysis. Part I. – 10th ed., revised. – Moscow: MCCME, 2019. – xii+564 p. ISBN 978-5-4439-4029-8, 978-5-4439-4030-4 (Part I).
3. Pechinkin A.V., Teskin O.I., Tsvetkova G.M. et al. Probability Theory: A Textbook for Universities – 3rd ed., revised. – Moscow, 2004. – 456 p.
4. Krishna Kumar, B. An M/G/1/1 queue with unreliable server and no waiting capacity / B. Krishna Kumar, D. Arivudainambi, A. Vijayakumar // Inf. Manage. Sci. – 2022. – Vol. 13. – P. 35–50.
5. Optimization analysis of an unreliable multi-server queue with a controllable repair policy / Wu C.-H., Lee W.-C., Ke J.-C., Liu T.-H. // Computers and Operations Research. – 2021. – № 49. – P. 83-96.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОЙ СИСТЕМЫ АВТОРИЗАЦИИ ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ НАСТУПЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОБЫТИЙ**

К.Р. Сварян, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные подходы и методы проектирования безопасной системы авторизации для приложений, связанных с обработкой и анализом чувствительной информации. Основное внимание уделено проектированию безопасной системы авторизации на основе JWT для приложения, предсказывающего вероятность наступления различных событий. Рассматриваются принципы работы JWT, их преимущества и уязвимости, а также приводятся рекомендации по их безопасной интеграции в систему. Обсуждаются методы защиты токенов от подделки, ротации ключей, использование криптографических алгоритмов и внедрение многофакторной аутентификации для повышения уровня безопасности.

Ключевые слова: безопасность данных, система авторизации, JSON Web Token (JWT), прогнозирование событий, защита данных, криптография, кибербезопасность, токены доступа.

## **DESIGNING A SECURE AUTHORIZATION SYSTEM FOR AN EVENT PROBABILITY PREDICTION APPLICATION**

K.R. Svarian<sup>1</sup>, N.Yu. Yudina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article examines the main approaches and methods for designing a secure authorization system for applications that involve the processing and analysis of sensitive information. The primary focus is on designing a secure authorization system based on JWT for an application that predicts the likelihood of various events. The principles of JWT operation, its advantages and vulnerabilities, as well as recommendations for its secure integration into the system, are discussed. Methods for protecting tokens from forgery, key rotation, the use of cryptographic algorithms, and the implementation of multi-factor authentication to enhance security are also considered.

Keywords: data security, authorization system, JSON Web Token (JWT), event prediction, data protection, cryptography, cybersecurity, access tokens.

В современных условиях быстрого увеличения объемов информации и высокой сложности информационных систем важной задачей становится повышение уровня их безопасности. Особо актуальна эта задача для программных продуктов, которые предназначены для решения задач прогнозирования. Ин-

формационные системы прогнозирования работают с особо чувствительными данными, связанными с анализом рисков, экономическими прогнозами и другими, которые получены из важных сфер. Несанкционный доступ к таким информационным системам приводит к серьезным последствиям, например, потере данных, компрометации конфиденциальной информации и финансовым потерям.

Ключевым моментом в сфере обеспечения безопасности информационных систем является защита доступа к ним. Это как правило, обеспечивается системой авторизации пользователя. Применяемые методы авторизации учитывают такие факторы как потребность в масштабировании, распределенная архитектура, высокая нагрузка. В настоящее время JSON Web Token, благодаря своей гибкости и безопасности, стал наиболее востребован. JSON Web Token – это стандарт для обмена данными в web-приложениях. Он позволяет работать в распределенных системах.

JSON Web Token включает три основные части: заголовок (Header), полезная нагрузка (Payload) и подпись (Signature). Заголовок включает два поля – тип токена и алгоритм шифрования. Алгоритм шифрования используется для подписи токена. Тип токена всегда JWT. Формат кодирования Base64URL.

Полезная нагрузка содержит утверждения о пользователе, которые могут быть зарегистрированными, публичными или приватными. Она также кодируется в формате Base64URL.

Подпись содержит закодированный заголовок и полезную нагрузку, которые соединяются с секретным ключом и алгоритмом шифрования, указанным в заголовке. Такой метод позволяет быть уверенным в том, что токен реальный, а не подделка.

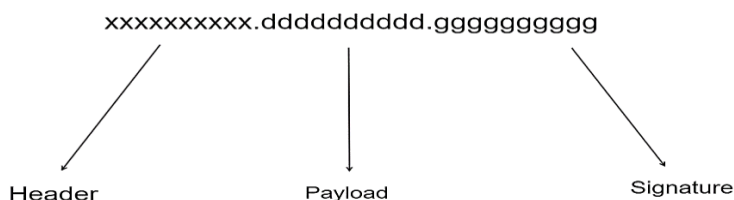


Рисунок 1 – Формат JSON Web Token токена

В процессе работы с JSON Web Token требуется выполнить аутентификацию пользователя, когда он вводит свои учетные данные и отправляет их на сервер. Если введенные данные верны, то генерируется JWT. Дальше это JWT отправляется на компьютер клиента и там хранится.

При следующем входе клиент включает JWT в заголовок Authorization, используя схему "Bearer". На сервере происходит проверка токена путем сравнения его с токеном, который хранится на сервере. Если результат положительный, то пользователю будет предоставлен доступ к ресурсам. Токен проверяется также на подлинность подписи, истечения срока его действия. При необходимости можно реализовать механизмы обновления токена, чтобы продлить сессию без повторного ввода учетных данных.

Благодаря этому JWT предлагает ряд преимуществ для систем авторизации, включая компактность, которая упрощает передачу токенов через сети, и независимость от состояния сервера, что устраняет необходимость в хранении сессионных данных и упрощает масштабирование приложений. Его высокая производительность обусловлена тем, что проверка токена выполняется непосредственно на сервере без обращения к базе данных. Эти характеристики делают JWT идеальным выбором для приложений, прогнозирующих вероятность событий, где важны безопасность и эффективность.

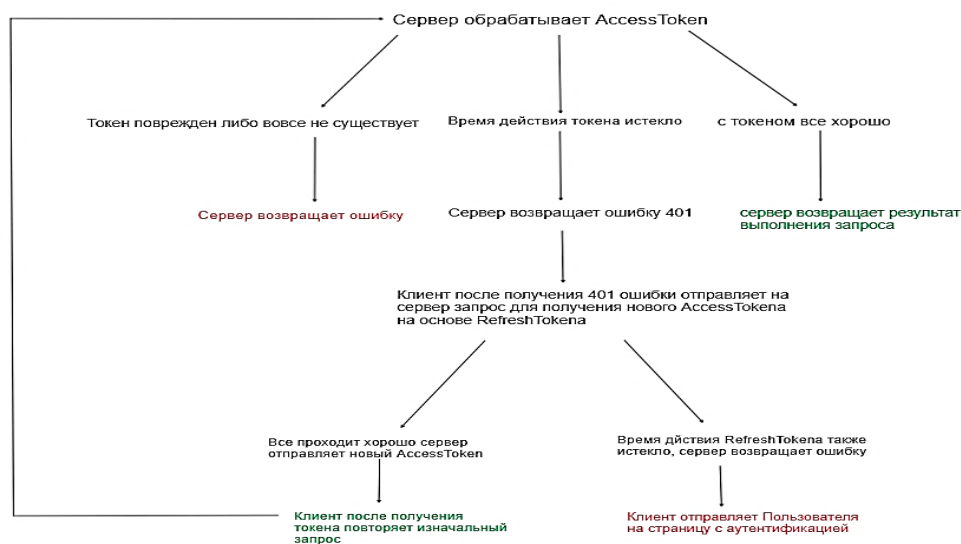


Рисунок 2 – Логика работы приложения

Проектирование безопасной системы авторизации для приложения по прогнозированию вероятности наступления различных событий является критически важной задачей, учитывая высокую ценность и чувствительность данных, с которыми работают такие системы. Использование JSON Web Token (JWT) в качестве основного механизма авторизации предоставляет мощный инструмент, обеспечивающий безопасность, гибкость и производительность системы.

### Список литературы

1. Официальный сайт технологии JWT. – URL: <https://jwt.io/>.
2. RFC 7519. JSON Web Token (JWT). – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>.
3. Рихтер, Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C# / Дж. Рихтер. – СПб.: Питер, 2019. – 896 с.
4. Бедердинова, О. И. Программирование на языках высокого уровня : учеб. пособие / О. И. Бедердинова, Т. А. Минеева, Ю. А. Водовозова. – Москва : ИНФРА-М, 2019.– 159 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044396>. – Режим доступа: по подписке.
5. Lerman, J. Programming Entity Framework: Code First/ J. Lerman, R. Miller; O’Reilly Media, Inc, 2011. – 177 p. – ISBN 978-1449312947.



## References

1. Official JWT Technology Website. – URL: <https://jwt.io/>.
2. RFC 7519. JSON Web Token (JWT). – URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>.
3. Richter, J. CLR via C#. Programming on the Microsoft .NET Framework 4.5 in C# / J. Richter. – St. Petersburg: Piter, 2019. – 896 p.
4. Bederdinova, O. I. Programming in high-level languages: textbook / O. I. Bederdinova, T. A. Mineeva, Yu. A. Vodovozova. – Moscow: INFRA-M, 2019. – 159 p. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044396>. – Access mode: by subscription.
5. Lerman J., Miller R. Programming Entity Framework: Code First. – O'Reilly Media, Inc, 2011. – 177 p. – ISBN 978-1449312947.

## **СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕСУРСОВ В ASTRA LINUX ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СЕРВЕРОВ**

И.Ю. Клишин, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Системы мониторинга ресурсов играют важную роль в оптимизации работы серверов на основе операционной системы Astra Linux. Эти системы предоставляют возможность отслеживать и анализировать производительность серверов, позволяя операторам проактивно реагировать и предупреждать возможные проблемы. В данной статье рассматривается система мониторинга ресурсов операционной системы Astra Linux включает следующий инструментарий: Agent Astra Monitoring, SNMP & SNMP Traps, метрики IPMI, Kubernetes, мониторинг PostgreSQL, система сбора логов.

Ключевые слова: мониторинг, Astra Linux, инструментарий, метрики, сокет, сервер.

## **DEVELOPMENT AND APPLICATION OF RESOURCE MONITORING SYSTEMS IN ASTRA LINUX FOR SERVER OPERATION OPTIMIZATION**

I.Yu. Klishin, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Resource monitoring systems play an important role in optimizing the operation of servers based on the Astra Linux operating system. These systems provide the ability to monitor and analyze server performance, allowing operators to proactively respond and prevent potential problems. This article discusses the resource monitoring system of the Astra Linux operating system, which includes the following tools: Agent Astra Monitoring, SNMP & SNMP Traps, IPMI metrics, Kubernetes, PostgreSQL monitoring, log collection system.

Keywords: monitoring, Astra Linux, tools, metrics, socket, server.

Операционная система Astra Linux создана на базе Debian GNU/Linux и может быть использована как вариант импортозамещения программного обеспечения. Эта операционная система предназначена для серверов и компьютеров, применение которых обеспечивает высокий уровень обрабатываемой информации. В первую очередь она предназначена для госструктур, где требуется повышенная защита конфиденциальной информации. В ОС Astra Linux для эффективного управления серверами предусмотрена система мониторинга ресурсов. Графический интерфейс системы включает рабочий стол и файловый менеджер оконного типа. Кроме этого, в графический интерфейс входят различ-

ные настройки для системных администраторов и пользователей системы Astra Linux.

Система мониторинга ресурсов операционной системы Astra Linux включает следующий инструментарий: Agent Astra Monitoring, SNMP & SNMP Traps, метрики IPMI, Kubernetes, мониторинг PostgreSQL, система сбора логов. На рис. 1 представлена архитектура системы «Astra Мониторинг».

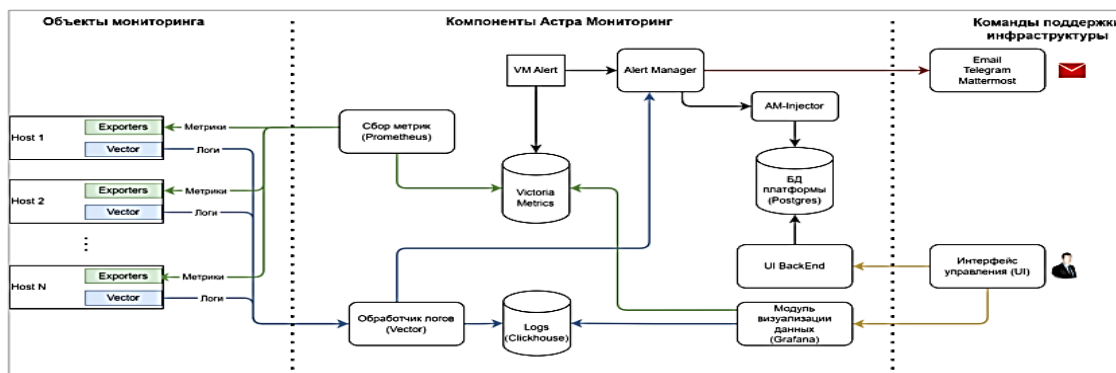


Рисунок 1 – Архитектура системы мониторинга Astra Linux, разработанная ПАО Группа Астра

Agent Astra Monitoring используется для сбора метрик с серверов, которые находятся под управлением операционных систем Windows и Linux.

Протокол связи SNMP используется в режиме обмена сетевых устройств с управляющей информацией. Его агенты встраиваются в маршрутизаторы, коммутаторы, серверы. Агенты обеспечивают сбор информации о производительности вышеперечисленных устройств. Процесс сбора информации представлен на рис. 2.

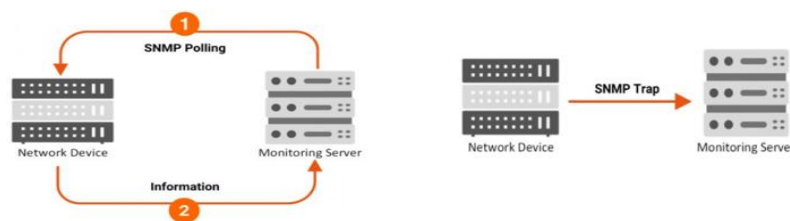


Рисунок 2 – Использование протокола SNMP для сбора информации о сетевом оборудовании

Метрики IPMI используется для осуществления физического состояния оборудования, восстановления работоспособности сервера, управлять периферийными устройствами, ведение журнала событий.

Метрики Kubernetes представляет собой платформу с открытым кодом, которая используется для развертывания и масштабирования контейнеров приложений.

Для отслеживания производительности базы данных используется подсистема мониторинга PostgreSQL, которая является системой управления базами данных с открытым кодом. С ее помощью собираются данные о пропускной

способности и производительности запросов чтения и записи. Также обеспечивается надежность баз данных, создание резервных копий, снижение нагрузки и перенос данных в архивные или аналитические системы. Базовые статистические данные, которые могут быть использованы для анализа представлены на рис. 3.



Рисунок 3 – базовые статистики, используемые для анализа работы базы данных

Блок `pg_stat_activity` осуществляет сбор информации о текущей активности процесса, протекающего на сервере баз данных. Статистические данные о базе данных собирает блок `pg_stat_database`. Блок `pg_stat_all_indexes` отвечает за сбор статистики по каждому индексу. Статистические данные по каждой отдельно взятой таблице представлены в блоке `pg_stat_all_tables`. Данные о работе журнала предзаписи представлены в блоке `pg_stat_wal`., а данные о выполнении функций – в блоке `pg_stat_user_functions`.

В операционной системе Astra Linux одним из источников логов является Syslog, который рассматривается как подсистема, реализующая стандарт сбора логов POSIX. В процессе работы Syslog определяет протокол отправки логов, формат записей в соответствии со стандартом RFC5424, набор сокетов, демона логирования. Другим источником логов является подсистема аудита, которая отслеживает системные вызовы ядра. Схема сбора логов представлена на рис. 4.

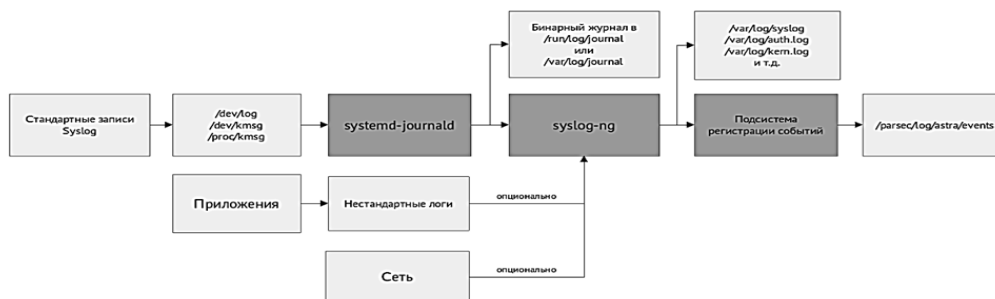


Рисунок 4 – Схема сбора логов

Сокет `/dev/log` содержит большую часть сообщений от Syslog. Системные сообщения ядра размещаются в сокет `/dev/kmsg` и псевдофайл `/proc/kmsg`.

Отсюда сообщения попадают службу `systemd-journald`, где проходят обработку. Логи агрегируются в бинарном формате в одном из каталогов `/run/log/journal` или в `/var/log/journal` при помощи специальной утилиты и перенаправляются в службу логирования `syslog-ng`. `Syslog-ng` является мощным инструментом для обработки стандартных и нестандартных логов.

### Список литературы

1. Сасин Г. Г. Оптимизация работы серверов с использованием систем мониторинга ресурсов / Г. Г. Сасин, А. А. Сергеева, В. И. Корзун // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2015. – Т. 4. – С. 15-21.

2. Бурмистров С. М. Применение системы мониторинга Zabbix для оптимизации серверов на основе операционной системы Astra Linux / С. М. Бурмистров // Современные информационные технологии в образовании и науке. – 2018. – Т. 2. – С. 12-18.

3. Sadjadi S. J., Habibian M., Khaledi V. A multi-objective decision making approach for solving quadratic multiple response surface problems // Intern. J. Contemp. Math. Sci. 2008. V. 3, N 32. P. 1595-1606.

4. Леохин Ю. Л. Анализ информационной структуры корпоративной сети // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 4. – С. 27-40.

### References

1. Sasin G. G. Optimization of server operation using resource monitoring systems / G. G. Sasin, A. A. Sergeeva, V. I. Korzun // Bulletin of computer and information technologies. – 2015. – Vol. 4. – P. 15-21.

2. Burmistrov S. M. Application of the Zabbix monitoring system for optimization of servers based on the Astra Linux operating system / S. M. Burmistrov // Modern information technologies in education and science. – 2018. – Vol. 2. – P. 12-18.

3. Sadjadi S. J., Habibian M., Khaledi V. A multi-objective decision making approach for solving quadratic multiple response surface problems // Intern. J. Contemp. Math. Sci. 2008. Vol. 3, No. 32. P. 1595-1606.

4. Leokhin Yu. L. Analysis of the information structure of the corporate network // News of higher educational institutions. Volga region. Technical sciences. – 2008. – No. 4. – pp. 27-40.

## РЕПЛИКАЦИЯ ДАННЫХ В POSTGRESQL В ASTRA LINUX

И.Ю. Клишин, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье проводится обзор различных методов репликации данных в PostgreSQL, включая механизмы, предоставляемые самой системой, а также сторонние решения. Особое внимание уделяется настройке и конфигурации репликации в Astra Linux, с использованием доступных инструментов и настроек. Статья предоставит практическую информацию и рекомендации по использованию репликации данных в PostgreSQL в Astra Linux. Рассмотрение различных методов репликации и их настройка позволит читателям выбрать наиболее подходящее решение в зависимости от конкретных требований и ограничений.

Ключевые слова: PostgreSQL, Astra Linux, репликации, сервер, данные, инфраструктура.

## DATA REPLICATION IN POSTGRESQL IN ASTRA LINUX

I.Yu. Klishin, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article provides an overview of various methods of data replication in PostgreSQL, including mechanisms provided by the system itself, as well as third-party solutions. Particular attention is paid to setting up and configuring replication in Astra Linux, using available tools and settings. The article will provide practical information and recommendations for using data replication in PostgreSQL in Astra Linux. Consideration of various replication methods and their configuration will allow readers to choose the most suitable solution depending on specific requirements and limitations.

Keywords: PostgreSQL, Astra Linux, replication, server, data, infrastructure.

При настройке и проведении мониторинга репликаций следует обеспечить безопасное соединение основного сервера и его реплики. Мониторинг состояния репликаций на обнаружение возникновения возможных проблем следует проводить регулярно. Всего в системе управления базой данных PostgreSQL существует три вида репликаций – физическая, логическая и Streaming репликации. При использовании физической репликации на сервере реплик размещается полная копия базы данных. Все изменения, которые осуществляются на основном сервере, происходят и на сервере реплик. Физическая репликация в СУБД PostgreSQL позволяет упростить процедуры настрой-

ки и обслуживания. С этой целью необходимо оценить дисковое пространство и для ведения журнала WAL и указать ограничения на количество сегментов. После провести настройку процедуры архивации WAL. WAL (Write-Ahead Logging) – это стандартный метод, обеспечивающий целостность данных. Концепция данного метода состоит в том, что запись данных в хранилище может быть осуществлена только после регистрации проведенных изменений. Изменения, которые не были зарегистрированы можно будет восстановить из записей WAL. Это так называемое изменение

При логической репликации происходит синхронизация созданных копий базы данных. Архитектура процессора и версия СУБД не учитывается. Выполнение синхронизации осуществляется, используя идентификатор репликации, которым чаще всего выступает первичный ключ. Публикация и передача данных подписчику обеспечивается посредством создания снимка данных с таблицы, сделанным на основном объекте. После выполнения этой процедуры все изменения, которые происходят на основном инстансе публикуются и передаются подписчику в режиме реального времени.

Streaming репликация осуществляет передачи от основного сервера к репликам. Streaming репликация по существу является потоковой репликацией. Запись данных может осуществляться только на основной сервер, а чтение возможно как с основного сервера, так и с реплик. Реплика называется hot standby, если с нее разрешено читать информацию, иначе warm standby. Существует два вида Streaming репликации: асинхронный и синхронный.

При синхронной репликации информация сначала записывается в WAL, а затем транзакция выполняется на основном сервере. Время выполнения запросов на запись сокращается за счет возникновения сетевых задержек. При использовании синхронной репликации рекомендуется использование двух реплик с целью предотвращения длительной задержки запроса на запись. При синхронной репликации вероятность потеря данных снижается.

Запрос на запись при асинхронной репликации выполняется на основном сервере, а данные поступают на реплики отдельно в фоновом режиме. При использовании асинхронной репликации возможна потеря данных при незапланированном отключении основного сервера. Данные будут потеряны по дороге к репликам.

СУБД PostgreSQL полностью совместима с операционной системой Astra Linux и предоставляет несколько уровней репликации для успешного развертывания которых требуется провести настройку параметров и тестовые запуски. В состав репликаций входят и репликации на уровне таблиц и сегментов. При работе с репликациями необходимо учитывать потребности проекта, такие как доступность данных, отказоустойчивость и возможные ограничения.

При настройке репликаций, осуществляемой на главном сервере мы можем использовать команду `SQL REPLICATION CREATE SUBSCRIPTION`. Данная команда создает подписку на репликацию информации с указанием реплицирующим сервером. Затем запускаем реплицирующий сервер с целью убедится его подключения к основному. Эта команда позволяет также задавать параметры синхронизации и поведение в случае возникновения ошибок. Инфор-

мацию о состоянии репликации мы можем получить, используя команду SQL `REPLICATION STATUS`. Реплицирующий сервер может стать основным в случае отказа последнего, если настроен механизм автоматического переключения. В операционной системе Astra Linux для настройки отказоустойчивости может быть использована служба KeepAlived, подключив ее в автозагрузку и переключив переадресацию IP-адресов. Настройки задаются в конфигурационном файле.

СУБД PostgreSQL это кроссплатформенная система и поддерживает все виды Unix систем и операционную систему Microsoft Windows. Данная система управления базами данных использует архитектуру многопроцессорных систем. Рост производительности возрастает до 64 ядер. Добавление новой функциональности можно производить без остановки сервера, что говорит о хорошей расширяемости системы. Распространение СУБД осуществляется под лицензией BSD. Данная лицензия не накладывает ограничений на использование и не требует выплат. Развитие PostgreSQL осуществляется международным сообществом.

### Список литературы

1. PostgreSQL Documentation: Replication, PostgreSQL wiki. URL: [wiki.postgresql.org/wiki/Replication,\\_Clustering,\\_and\\_Connection\\_Pooling](http://wiki.postgresql.org/wiki/Replication,_Clustering,_and_Connection_Pooling).
2. PostgreSQL High Availability Cookbook by Shaun M. Thomas. URL: <https://www.packtpub.com/product/postgresql-high-availability-cookbook/9781783985585>.
3. PostgreSQL Documentation: Streaming Replication, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Streaming\\_Replication](https://wiki.postgresql.org/wiki/Streaming_Replication).
4. PostgreSQL Documentation: Logical Replication, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Logical\\_Replication](https://wiki.postgresql.org/wiki/Logical_Replication).
5. PostgreSQL Documentation: Replication Solutions, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication\\_Solutions](https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication_Solutions).

### References

1. PostgreSQL Documentation: Replication, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication,\\_Clustering,\\_and\\_Connection\\_Pooling](https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication,_Clustering,_and_Connection_Pooling).
2. PostgreSQL High Availability Cookbook by Shaun M. Thomas. URL: <https://www.packtpub.com/product/postgresql-high-availability-cookbook/9781783985585>.
3. PostgreSQL Documentation: Streaming Replication, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Streaming\\_Replication](https://wiki.postgresql.org/wiki/Streaming_Replication).
4. PostgreSQL Documentation: Logical Replication, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Logical\\_Replication](https://wiki.postgresql.org/wiki/Logical_Replication)
5. PostgreSQL Documentation: Replication Solutions, PostgreSQL wiki. URL: [https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication\\_Solutions](https://wiki.postgresql.org/wiki/Replication_Solutions).



## ПОСТРОЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Д.Е. Щербакова, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье представлено описание построения и реализации программы, которая по заданной стехиометрической матрице строит граф (метаболическую сеть). Метаболические сети играют ключевую роль в понимании клеточных процессов и разработке новых подходов в медицинских и биотехнологических исследованиях. Основные методы моделирования включают как качественные, так и количественные подходы, каждый из которых имеет свои особенности и применения.

Ключевые слова: метаболические сети, моделирование, системная биология, качественные методы, количественные методы.

## BUILDING METABOLIC NETWORKS

D.E. Scherbakova, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article presents a description of the construction and implementation of a program that builds a graph (metabolic network) based on a given stoichiometric matrix. Metabolic networks play a key role in understanding cellular processes and developing new approaches in medical and biotechnological research. The main modeling methods include both qualitative and quantitative approaches, each of which has its own characteristics and applications.

Keywords: metabolic networks, modeling, systems biology, qualitative methods, quantitative methods.

Методы построения и исследования метаболических сетей основаны на представлении их в виде графов, где метаболит выступает в качестве вершины, а метаболические реакции порождают ребра. При этом, метаболические реакции часто не могут быть описаны простыми графами, в которых каждое ребро связывает две только вершины. Поэтому, для построения метаболических сетей часто используют гиперграфы, которые представляют собой обобщение графов, в которых одно ребро может соединять любое количество вершин.

За последние десятилетия математическое и вычислительное моделирование стало широко признанным инструментом в биологии, и его стремление делать надёжные прогнозы, как правило, оценивается потенциально очень полезным.

В этой работе мы опишем работу созданного программного продукта, который по заданной стехиометрической матрице строит граф (метаболическую сеть).

Входные данные: стехиометрическая матрица

Выходные данные: метаболическая сеть

В коде для моделирования метаболической сети по стехиометрической матрице используем следующие библиотеки и функции:

1) `networkx` (`NetworkX`): Эта библиотека предоставляет инструменты для работы с графами и сетями. Она используется для создания и визуализации графа метаболической сети. Был импортирован модуль `networkx` с псевдонимом `nx`.

2) `matplotlib.pyplot` (`Matplotlib`): Это библиотека для создания графиков и визуализации данных. Здесь она используется для отображения графа метаболической сети. Был импортирован модуль `pyplot` из `matplotlib` с псевдонимом `plt`.

3) `numpy` (`NumPy`): Эта библиотека предоставляет поддержку работы с массивами и матрицами. Она используется для задания стехиометрической матрицы и выполнения некоторых операций над ней. Был импортирован модуль `numpy` с псевдонимом `np`.

В коде программы выполним следующие шаги для создания моделирования метаболической сети:

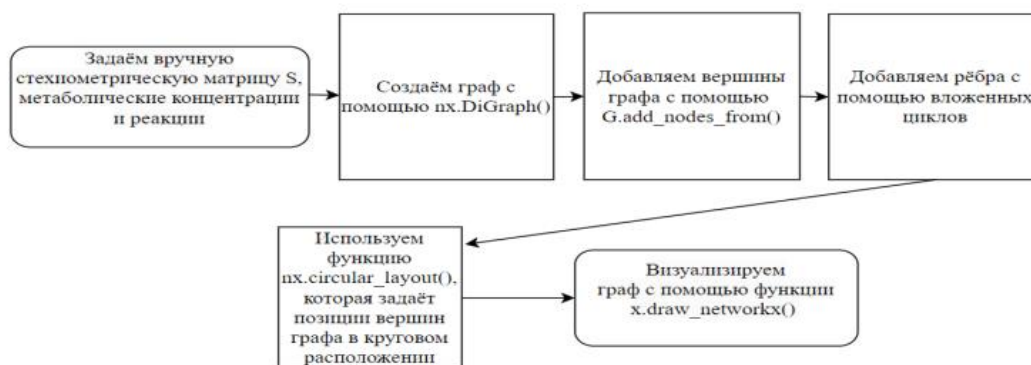


Рисунок 1 – Схема моделирования метаболической сети

Задание стехиометрической матрицы  $S$  осуществляется вручную с помощью массива `NumPy`. Матрица описывает структуру реакций в метаболической сети.

```
S = np.array([[...]]),
```

Задание списков `metabolicconcentrations` и `reactions` для хранения метаболических концентраций и реакций соответственно. Эти списки определяют вершины и ребра графа метаболической сети.

```
metabolicconcentrations = ["..."]
```

```
reactions = ["..."]
```

Создание графа  $G$  с помощью `nx.DiGraph()`. Это направленный граф, который будет представлять метаболическую сеть.

```
G = nx.DiGraph()
```

Добавление вершин графа  $G$  с помощью `G.add_nodes_from(metabolicconcentrations)`. Каждая метаболическая концентрация из списка `metabolicconcentrations` становится вершиной графа.

`G.add_nodes_from(metabolicconcentrations)`

Добавление рёбер графа  $G$  с помощью вложенных циклов. В цикле `for i, reaction in enumerate(reactions)`: происходит итерация по индексам и элементам списка `reactions`, где  $i$  - индекс реакции, а `reaction` - название реакции.

С помощью `np.where(S[:,i] < 0)[0]` находятся индексы реагентов для текущей реакции  $i$  в столбце  $i$  стехиометрической матрицы  $S$ . Аналогично, с помощью `np.where(S[:,i] > 0)[0]` находятся индексы продуктов реакции.

Вложенными циклами `for r in reactants` и `for p in products`: происходит итерация по индексам реагентов и продуктов соответственно.

В каждой итерации создаётся ребро в графе  $G$  с помощью

`G.add_edge(metabolicconcentrations[r], metabolicconcentrations[p], weight=S[r,i])`

Здесь `metabolicconcentrations[r]` и `metabolicconcentrations[p]` - вершины графа, представляющие реагенты и продукты реакции соответственно, а  $S[r, i]$  - вес ребра, соответствующий значению в стехиометрической матрице  $S$  для данной реакции и соответствующих реагента и продукта.

Задание позиций вершин для визуализации:

1. После добавления всех рёбер в граф, используется функция `nx.circular_layout(G)`, которая задаёт позиции вершин графа на плоскости в круговом расположении. Результат сохраняется в переменную `pos`.

2. Визуализация графа:

3. С использованием функции `x.draw_networkx(G, pos, with_labels=True, node_color='c', node_size=1000)` граф  $G$  визуализируется на основе заданных позиций вершин `pos`. Устанавливаются параметры отображения, такие как `with_labels=True` (отображение меток вершин), `node_color='c'` (цвет вершин), `node_size=1000` (размер вершин).

4. Затем вызывается `plt.show()` для отображения графа.

## 2.2 Тестирование кода

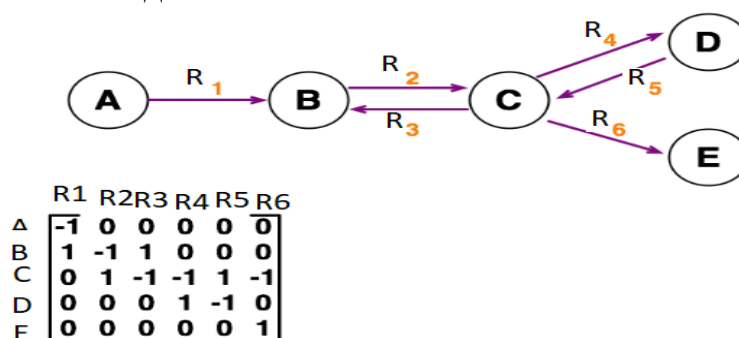


Рисунок 2 – Исходные данные

Объединим для удобства рёбра, соединяющие две вершины и уберём номера реакций, так как в масштабном построении метаболической сети это будет более удобно и наглядно. Используем код из Приложения, написанный ранее, и добавим матрицу из примера:

```

import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
# задаём в ручную стехиометрическую матрицу
S = np.array([[ -1, 0, 0, 0, 0, 0],
              [  1, -1, 1, 0, 0, 0],
              [  0, 1, -1, -1, 1, -1],
              [  0, 0, 0, 1, -1, 0],
              [  0, 0, 0, 0, 0, 1]])
# задаём метаболические концентрации и реакции
metabolicconcentrations = ["A", "B", "C", "D", "E"]
reactions = ["R1", "R2", "R3", "R4", "R5", "R6"]
# создаём граф с помощью библиотеки NetworkX
G = nx.DiGraph()
# добавляем вершины графа
G.add_nodes_from(metabolicconcentrations)
# добавляем ребра графа
for i, reaction in enumerate(reactions):
    reactants = np.where(S[:,i] < 0)[0]
    products = np.where(S[:,i] > 0)[0]
    for r in reactants:
        for p in products:
            G.add_edge(metabolicconcentrations[r], metabolicconcentrations[p],
weight=S[r,i])
# задаём позиции вершин на плоскости для визуализации
pos = nx.circular_layout(G)
# рисуем граф
nx.draw_networkx(G, pos, with_labels=True, node_color='c', node_size=1000)
plt.show()

```

Строится граф метаболической сети на основе стехиометрической матрицы S. Результат работы представлен на рис. 3.

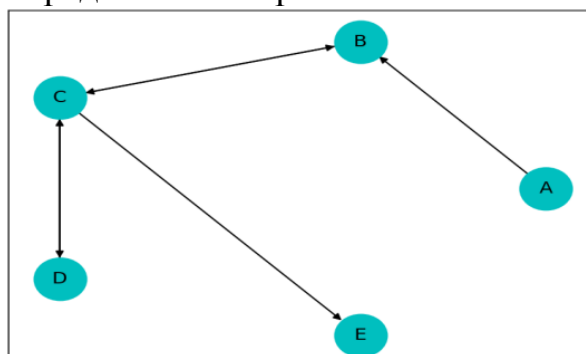


Рисунок 3 – Граф метаболической сети на основе стехиометрической матрицы S

Вершины графа представляют метаболические концентрации, а ребра обозначают реакции между концентрациями. Граф позволяет визуально представить связи между различными метаболическими концентрациями и реакциями в метаболической сети.

Real life example. Стехиометрическая матрица редуцированной сети реагирования на гипоксию имеет вид:

$$\Phi = \begin{matrix} & k_1 & k_2 & k_3 & k_4 & k_5 & k_6 & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} & k_{16} & k_{17} & k_{18} & k_{19} & k_{20} & k_{21} & k_{22} & k_{29} & k_{30} \\ \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \begin{matrix} S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_{12} \\ S_{13} \\ S_{14} \\ S_{15} \\ S_{16} \\ S_{17} \\ S_{18} \\ S_{\infty} \end{matrix} \end{matrix}$$

Рисунок 4 – Стехиометрическая матрица редуцированной сети реагирования на гипоксию

Результат работы программы выглядит представлен на рис. 5.

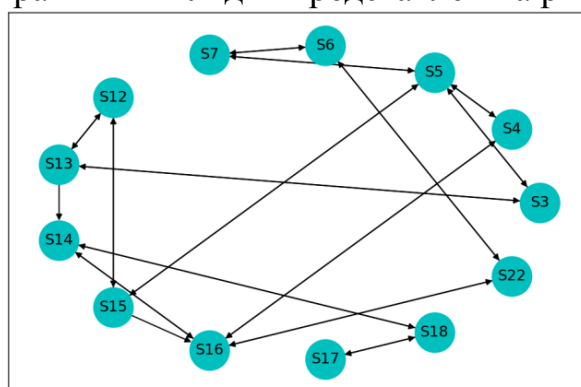


Рисунок 5 – Граф метаболической сети на основе стехиометрической матрицы редуцированной сети реагирования на гипоксию

### Список литературы

1. Александрова, В. А. Моделирование биологических систем. – Москва: Издательство МГУ, 2015. – 250 с.
2. Баранов, С. В., Лаврова, Н. В. Методы и модели в системной биологии. – СПб.: Питер, 2018. – 312 с.
3. Семенов В. А., Петрова М. И. Основы вычислительного биоинформатического моделирования. – Москва: Наука, 2019. – 284 с.
4. Кузнецов, В. М. Введение в системную биологию и моделирование. – Москва: Физматлит, 2020. – 220 с.

### References

1. Aleksandrova, V. A. Modeling of Biological Systems. – Moscow: MSU Publishing House, 2015. – 250 p.
2. Baranov, S. V., Lavrova, N. V. Methods and Models in Systems Biology. – St. Petersburg: Piter, 2018. – 312 p.
3. Semenov, V. A., Petrova, M. I. Fundamentals of Computational Bioinformatics Modeling. – Moscow: Nauka, 2019. – 284 p.
4. Kuznetsov, V. M. Introduction to Systems Biology and Modeling. – Moscow: Fizmatlit, 2020. – 220 p.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ РЕГИОНА**

В.А. Борисов, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается возможность оптимизации процесса управления экономикой региона путем внедрения специализированного программного обеспечения. Методика проверена экспериментально на выборке, полученных на практике. Выполнено предварительное моделирование.

Ключевые слова: оптимизация управления, моделирование, инфраструктура,

## **OPTIMIZATION OF REGIONAL ECONOMY MANAGEMENT**

V.A. Borisov, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses the possibility of optimizing the regional economic management process through the implementation of specialized software. The methodology has been experimentally validated using samples obtained in practice. Preliminary modeling has been carried out.

Keywords: management optimization, modeling, infrastructure.

В условиях постоянных изменений в мировой экономике и быстрого развития технологий, управление экономикой региона становится ключевым фактором для обеспечения стабильного экономического развития и улучшения жизни населения. Оптимизация процесса управления экономикой региона играет важную роль в достижении этих целей.

Для успешной оптимизации процесса управления экономикой региона необходимо применение современных методов и инструментов анализа данных, моделирования и прогнозирования. Один из важных аспектов оптимизации процесса управления экономикой региона – это принятие эффективных решений на основе данных и аналитики.

Значимость процесса автоматизации процесса управления экономикой региона и влияние на его развитие мы провели исследования, которые включают в себя следующие этапы: сбор и анализ данных, использование современных методов моделирования и прогнозирования для выявления зависимости развития от экономических показателей.

К исходным данным можно отнести данные о ВВП, инфляции, безработице, объемах производства и инвестициях. Для анализа полученных данных можно использовать, например методы статистического анализа. Эти методы позволяют выявить основные зависимости. На основе полученных результатов можно получить модель процесса управления, использование которой позволит выявить уровень влияния различных факторов на развитие региона. Также это позволит нам использовать методы прогнозирования сценарии дальнейшего развития и оценить эффективность принятых решений. Полученные таким образом модели обеспечат возможность оптимизации процесса управления экономикой региона [1,2].

Для подготовки проведения процессов публичного управления необходимо выявить цели и задачи, которые требуется решить. К таким можно отнести сбор информации о мероприятиях, проводимых по защите прав человека, развитие различных форм взаимодействия власти и общества, а также условий работы. Кроме этого, требуется провести анализ мероприятий, которые планируются к реализации.

В процессе проведения процессов цифровизации необходимо оценить возможность использования среды электронного документооборота. А также оценить использование цифровых инструментов финансирования и возникновение проблем, которые отрицательно влияют на их использование. Принятие конкретных решений должно опираться на мнение экспертов [4].

В процессе выполнения использования методов цифровизации следует обратить внимание на такие факты как обеспечение свободного распространения информации, формирование условий, которые будут соответствовать интересам общества. Непременным фактором здесь является отслеживание поступающей отчетности дистанционно [3].

Структура наблюдения:

1. Наблюдаемый объект - программное обеспечение для управления экономикой региона;
2. Воспринимающий его субъект – авторы исследования (конкретные условия места и времени наблюдения, а выборочные данные по нескольким учреждениям за 2024 год);
3. Специальные средства наблюдения – статистические опросы, данные отчетов;
4. Понятия и теории, с помощью которых организуются и интерпретируются научные наблюдения – статистический анализ.

При проведении эксперимента была поставлена цель проанализировать влияние внедрения управленческого ПО на рабочий процесс.

Выберем и измерим определенный набор метрик до внедрения ПО и после:

- Скорость принятия решений (**Sa**) решение/минута
- Процент ошибок при принятии решений (**%X**) %

Возьмем выборку, которая будет состоять из четырёх отделов.

Первые несколько недель будем замерять метрики у всех 4 отделов до внедрения ПО [5].

Таблица 1– Средние показатели за 2 недели

Метрика	ФО	КО	Бух	Лог
Sa	120	125	111	117
%X	9	12	10	11

Из данных таблицы можно сделать вывод, что уровень всех отделов примерно одинаковый.

Опрос проводился среди всех отделов, по так по вопросам:

- Что вам нравится процессе управления?
- Что не нравится в процессе управления?

Разделим выборку классов на 2 группы, у первой (ФО, КО) группы будут работать с внедренным ПО, а у 2-ой (Бух, Лог) без.

Замерим метрики после внедрения ПО.

Таблица 2 – Средние показатели за 2 недели

Метрика	ФО	КО	Бух	Лог
Sa	200	120	115	190
%X	2	11	8	5

Из данных таблицы можем сделать вывод, о значительных изменениях в метриках у первой группы: Sa – у ФО выросла примерно на 66% , а у ЛОГ 62%; %X – у ФО снизился на 7 п.п, а у ЛОГ на 6 п.п.

К научному наблюдению предъявлялись следующие требования, которые были выполнены: беспристрастность; необходимость и достаточность количества наблюдаемых признаков; возможность проведения сравнения

Наблюдение, описанное в выбранной статье, можно отнести к систематизированному виду:

1. По условиям проведения – искусственный эксперимент;
2. По целям исследования – констатирующий;
3. По организации проведения – натуральный;
4. По типу моделей, исследуемых в эксперименте – материальный;

Эксперимент проводился с целью проверки соответствия опытной гипотезы и теории.

Выводом является то, что методы логических исследований с использованием программных средств являются полезными инструментами для исследования различных явлений. Они имеют преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от конкретной задачи и возможностей исследователя. Использование программных средств в логических исследованиях может помочь автоматизировать сбор и анализ данных. Это может ускорить процесс исследования и сделать его более точным и надежным. Однако не все исследования могут быть автоматизированы, и в некоторых случаях требуется дополнительная экспертная оценка и интерпретация результатов.

Проведенный анализ основных положений позволяет сделать вывод, что цифровые технологии в настоящий период времени определяют качество и



скорость предоставления различных услуг. Положительное влияние использование цифровых технологий наблюдается, когда прослеживается связь общества и исполнительных органов власти.

Предоставление цифровых услуг находится в постоянном развитии, поэтому требуется ежегодно формировать отчетность о степени удовлетворения населения деятельностью властей. А это способствует повышению удовлетворенности общества деятельностью органов власти.

### Список литературы

1. Жолдасова Ш.Б. Цифровизация государственного управления // *Universum: экономика и юриспруденция* : электрон. науч. журн. 2022. 10(97). URL: <https://7universum.com/ru/economy/archive/item/14269>.
2. Василенко Л.А., Зотов В.В. Цифровизация публичного управления в России: риски, казусы, проблемы // *Цифровая социология*. 2020. Т. 3. № 2. С. 4–16. \* Составлено автором по [14-17] ISSN 2312-5535. 2023. № 2 (38) 27.
3. Головина Т. А., Щеголев А. В. Цифровая трансформация публичного управления в России // *Лидер (Люди. Идеи. Достижения. Единство. Результат)*: сб. статей I Управленческого форума Ханты-Мансийского автономного округа Югры, Сургут, 09 сентября 2019 г. Сургут, 2019. С. 22-26.
4. Лихтин А.А. Трансформация государственного управления в условиях цифровизации. Управленческое консультирование. 2021. (4) С. 18-26. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-4-18-26>.
5. Официальный сайт правительства Воронежской области. URL: <https://www.govvrn.ru>.

### References

1. Zholdasova SH.B. Cifrovizaciya gosudarstvennogo upravleniya [Digitalization of public administration]. // *Universum: ekonomika i yurisprudenciya* : electronic scientific journal. 2022. 10(97). URL: <https://7universum.com/ru/economy/archive/item/14269> (in Russian).
2. Vasilenko L.A., Zotov V.V. Cifrovizaciya publichnogo upravleniya v Rossii: riski, kazusy, problem [Digitalization of public administration in Russia: risks, incidents, problems] // *Cifrovaya sociologiya*. 2020. T. 3. № 2. S. 4–16. (in Russian).
3. Golovina T. A. Cifrovaya transformaciya publichnogo upravleniya v Rossii [Digital transformation of public administration in Russia] // *Lider (Lyudi. Idei. Dostizheniya. Edinstvo. Rezul'tat)* : Sbornik statej I Upravlencheskogo foruma Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga Yugry, Surgut, 09 sentyabrya 2019 goda. Surgut, 2019. S. 22-26. (in Russian)
4. ihtin A.A. Transformaciya gosudarstvennogo upravleniya v usloviyah cifrovizacii [Transformation of public administration in the context of digitalization. Management consulting]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*. 2021. (4) s. 18-26. <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2021-4-18-26> (in Russian).
5. Oficial'nyj sajt pravitel'stva Sverdlovskoj oblasti [Official website of the government of the Sverdlovsk region]. URL: <https://egov66.ru> (in Russian).

## **РАЗРАБОТКА КЛИЕНТСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВА WMI**

И.А. Бунеев, Д.Р. Брославский, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье описывается программный продукт, который был создан и используется для сбора сведений о компьютерах в корпоративной сети ВГЛТУ. В качестве инструментария для управления данными и операциями на базе ОС Windows нами был выбран инструментарий управления Windows (WMI), который предоставляет возможность создавать скрипты и приложения. Разработанные программные модули могут быть использованы для решения задач администратора сети.

Ключевые слова: инструментарий WMI, класс, данные, устройства, приложение, NET Framework, Newtonsoft.Json, сериализация, десериализация.

## **DEVELOPMENT OF A CLIENT APPLICATION FOR OBTAINING INFORMATION ABOUT A PERSONAL COMPUTER USING THE WMI TOOL**

I.A. Buneev, D.R. Broslavsky, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article describes a software product that was created and is used to collect information about computers in the VSTU corporate network. As a tool for managing data and operations based on Windows OS, we selected the Windows Management Instrumentation (WMI), which provides the ability to create scripts and applications. The developed software modules can be used to solve network administrator tasks. WMI provides a powerful infrastructure for managing data and operations in Windows operating systems.

Keywords: WMI instrumentation, class, data, devices, application, NET Framework, Newtonsoft.Json, serialization, deserialization.

Для определения производительности сети и выявления недостатков ее инфраструктуры необходимо периодически проводить мониторинг состояния сети. Сбор данных о компьютерах в сети проводится в трех направлениях – мониторинг сети, биллинг трафика, обнаружение вторжений и выявление сетевых атак.

В качестве инструментария для управления данными и операциями на базе ОС Windows нами был выбран инструментарий управления Windows (WMI),

который предоставляет возможность создавать скрипты и приложения. Разработанные программные модули могут быть использованы для решения задач администратора сети. Инструментарий WMI предоставляет мощную инфраструктуру для управления данными и операциями в операционных системах Windows. Также имеется возможность для создания скриптов WMI и приложений для автоматизации задач на удаленных компьютерах.

Нами было разработано приложение, которое обеспечивает получение информации о компьютере в корпоративной сети ВГЛТУ с использованием средств WMI.

Для разработки приложения будет использоваться язык программирования C# и интегрированная среда разработки Visual Studio 2022.

Для начала разработки необходимо создать консольный проект на платформе .NET Framework.

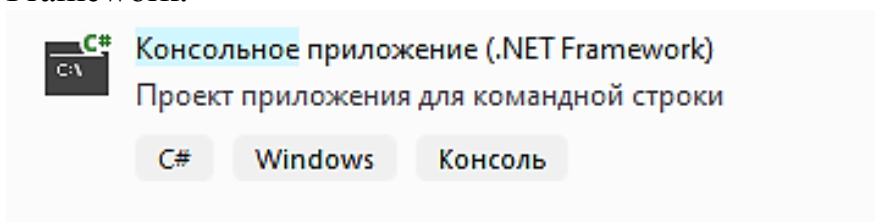


Рисунок 1 – Консольное приложение на платформе .NET Framework

Далее происходит подключение следующих библиотек Newtonsoft.Json, System.Management. Newtonsoft.Json – это библиотека, которая используется для сериализации и десериализации файла JSON. Библиотека System.Management предоставляет доступ к управляющей информации и событиям управления системой, устройствам и приложениям, подключёнными к инфраструктуре инструментария управления Windows.

Класс CompInfo описывает данные, которые будут собираться в ходе работы приложения.

```
public class CompInfo
{
    //Пользователь под которым была запущена программа
    Свойство 1
    public string CurrentUser { get; set; }

    //Название ПК
    Свойство 2
    public string Name { get; set; }

    //ОС
    Свойство 3
    public string OSVersion { get; set; }

    //Список IP адресов
    Свойство 4
    public List<string> IpAddresses { get; set; } = new List<string>();

    //Список процессоров
    Свойство 5
    public List<string> Processors { get; set; } = new List<string>();

    //Материнская плата
    Свойство 6
    public string BaseBoard { get; set; }

    //Количество ОЗУ
    Свойство 7
    public ulong Memory { get; set; }

    //Видеокарта
    Свойство 8
    public List<string> VideoControllers { get; set; } = new List<string>();

    //Местные диски и твердотельные накопители (Название : Объем)
    Свойство 9
    public Dictionary<string, string> Disks { get; set; } = new Dictionary<string, string>();

    //Установленный софт
    Свойство 10
    public List<Soft> InstalledSoft { get; set; } = new List<Soft>();

    Свойство 11
    public class Soft
    {
        Свойство 12
        public string Name { get; set; }
        Свойство 13
        public string Vendor { get; set; }
        Свойство 14
        public string Date { get; set; }
    }
}
```

Рисунок 2 – Класс CompInfo

Свойства класса CompInfo приведены ниже.

Свойство CurrentUser определяет имя пользователя, который запустил программу. Свойство Name – это имя персонального компьютера в домене.

Версия операционной системы описывается в свойстве OSVersion. Список IP-адресов хранится в свойстве IpAddresses, а список процессоров в свойстве Processors. Сведения о материнской плате записаны в свойстве BaseBoard. Объем оперативной памяти в гигабайтах записан в свойстве Memory. Список видеоадаптеров – свойство VideoControllers. Свойство Disks – это словарь, где ключ – название жесткого диска или твердотельного накопителя, а значение – объем в гигабайтах. В свойстве InstalledSoft содержится список, содержащий информацию об установленных программах на персональном компьютере (название, издатель, дата установки).

Для получения информации об имени пользователя обращаемся к окружению и соответствующему свойству UserName. Для получения названия ПК в домене необходимо обратиться к классу Dns и вызвать метод GetHostName().

```
CompInfo compInfo = new CompInfo();  
//Пользователь под которым была запущена программа  
compInfo.CurrentUser = System.Environment.UserName;  
//Название ПК  
compInfo.Name = Dns.GetHostName();
```

Рисунок 3 – Получения информации о имени пользователя и названии ПК

Далее для получения информации о комплектующих персонального компьютера создаем объект класса ManagementObjectSearcher. В конструктор необходимо передать область «root\CIMV2» и SQL запрос. В качестве примера приведем получение названий процессоров, установленных в ПК.

### Список литературы

1. <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/>
2. С# 10 и .NET 6. Современная кроссплатформенная разработка. – 2023. – Марк Прайс.
3. Ник, Р. Visual Studio 2010 для профессионалов / Р. Ник. – М.: Диалектика / Вильямс, 2012. – 703 с.
4. Албахари Дж. С# 6.0. Справочник. Полное описание языка / Дж. Албахари, Б. Албахари. – 6-е изд. – Москва: Вильямс, 2016. – 1040 с.

### References

1. <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/>
2. C# 10 and .NET 6. Modern Cross-Platform Development. – 2023. – Mark Price.
3. Nick, Randolph Visual Studio 2010 for Professionals / Randolph Nick. – М.: Dialectics / Williams, 2012. - 703 p.
5. Albahari J. C# 6.0. Handbook. Complete Description of the Language / J. Albahari, B. Albahari. – 6th ed. – Moscow: Williams, 2016. – 1040 p.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА СЪЕЗДАХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

З.А. Черных, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается возможность оптимизации движения транспортных средств на автомагистралях путем применения математической модели асимметричной передачи ячеек (АКТМ). Методика проверена численно на данных, полученных на перегруженном участке автострады. Выполнено предварительное моделирование.

Ключевые слова: АКТМ, оптимизация движения, математическое моделирование, инфраструктура, магистраль

## **OPTIMIZATION OF VEHICLE MOVEMENT ON HIGHWAY RAMPS**

Z.A. Chernykh, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article considers the possibility of optimizing the movement of vehicles on highways by applying the mathematical model of asymmetric cell transmission (ACTM). The method is tested numerically on data received on a loaded section of a freeway. Preliminary modeling is performed.

Keywords: ACTM, traffic optimization, mathematical modeling, infrastructure, highway

Растущая загруженность городских автомагистралей – это факт, который не только очевиден для большинства пассажиров, но и хорошо документирован. На 2022 год годовая задержка в мире на одного пассажира увеличилась с 16 ч в 1982 году до 67ч в 2003 году. Ежегодные задержки на автострадах выросли с 0,7 млрд. часов до 3,7 млрд. часов, а доля заторов, относящихся к категории сильных или экстремальных, увеличилась с 12% до 40%. Для борьбы с этими тенденциями дорожные инженеры применяют различные меры, включая расширение инфраструктуры, предоставление услуг общественного транспорта и ряд оперативных усовершенствований, известных под общим названием интеллектуальных транспортных систем (ИТС). К числу оперативных стратегий, позволяющих улучшить работу автострады, относится дозирование на рампе, при котором регулируется поток автомобилей, пропускаемых на автостраду, чтобы избежать аварийных ситуаций из-за перенасыщения.

Существует, по крайней мере, два сценария, при которых использование моделей первого порядка оправдано. Во-первых, когда "узкое место" находится в непосредственной близости от разворотной полосы. Такая ситуация встречается довольно часто, поскольку "узкие места" часто возникают из-за слияния транспортных потоков непосредственно перед парой "выездная полоса – въездная полоса". В этом случае оба механизма (падение пропускной способности и блокировка внеуличного движения) срабатывают более или менее одновременно и можно ожидать, что оптимальные планы для моделей первого и второго порядка будут одинаковыми (обе будут стремиться к минимизации заторов). Во-вторых, когда продолжительность периода заторов не может быть существенно изменена за счет учета рампы из-за ограничений по объему хранилища на рампе.

АКТМ является модифицированной версией модели "ячейка-передача" (КТМ) Даганзо. Важное различие между ними заключается в трактовке слияний транспортных потоков. Для управления смешением двух потоков используется дополнительный параметр ( $\gamma$ ).

Участки автомагистрали нумеруются от 0 до  $I - 1$ , начиная с самого верхнего по течению участка. Время делится на  $K$  интервалов длиной  $\Delta t$ . Ниже приведены наборы индексов участков и времени:

$I$  – набор всех участков автомагистрали:  $I = \{0 \dots I - 1\}$

$K$  – множество временных интервалов:  $K = \{0 \dots K - 1\}$

$E$  – множество участков со съездами:  $E \subseteq I$

$E^+$  – набор участков с регулируемыми съездами:  $E^+ \subseteq E$

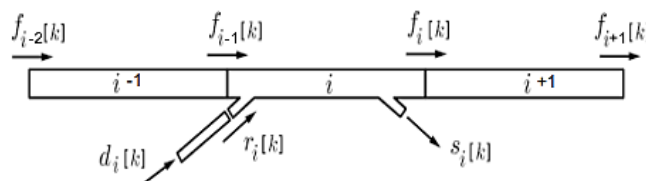


Рисунок 1 – Переменные модели

Все переменные трафика нормированы на единицы транспортных средств. Переменные потока  $f_i[k]$ ,  $r_i[k]$ ,  $c_i[k]$ ,  $d_i[k]$  и  $s_i[k]$  представлены в виде количества автомобилей за интервал времени  $\Delta t$ . Переменные плотности  $n_i[k]$  и  $l_i[k]$  представляют собой количество автомобилей на магистральной и частях съезда участка  $i$  в момент времени  $k \cdot \Delta t$ . Определения каждой из этих величин приведены ниже.

$n_i[k]$  – количество автомобилей на участке  $i$  в момент времени  $k \cdot \Delta t$ .

$l_i[k]$  – количество автомобилей, стоящих в очереди на подъезде к участку  $i \in E$  в момент времени  $k \cdot \Delta t$ .

$f_i[k]$  – количество автомобилей, перемещающихся с участка  $i$  на  $i + 1$  в течении интервала  $k$ .

$r_i[k]$  – количество автомобилей, въезжающих на участок  $i \in E$  с его съезды в течение интервала  $k$ .

$c_i[k]$  тариф учета для рампы  $i \in E^+$ .

$d_{i[k]}$  – спрос на проезд  $i \in E$ .

$s_i[k]$  – количество автомобилей, использующих съезд с дороги  $i$  в течение интервала  $k$ .

Модель состоит из пяти основных компонентов: уравнений сохранения магистрального и напорного потоков, магистрального и напорного потоков, а также потока вне магистрали. Предполагается, что поток вне магистрали связан с магистральным потоком известным коэффициентом разделения  $\beta_{i[k]} \in [0, 1]$ . Потоки вне съезда:

$$\begin{aligned} S_i[k] &= \beta_i[k] \cdot (S_i[k] + f_i[k]) \\ S_i[k] &= \frac{\beta_i[k]}{1 - \beta_i[k]} \cdot f_i[k] = \frac{\beta_i[k]}{\bar{\beta}_i[k]} \cdot f_i[k] \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\bar{\beta}_i[k] \triangleq 1 - \beta_i[k]$  определено для упрощения уравнений. Также для удобства коэффициент разделения задается для каждого участка и устанавливается равным 0, если участок не содержит внеуличного движения. Особый случай  $\beta_i[k] = 1$ , когда потоки вне дороги не могут быть определены из уравнения (1), решается с помощью:

$$S_i[k] = \min\{\vartheta_i \cdot (n_i[k] + \gamma \cdot r_i[k]); \bar{S}_i\} \quad (2)$$

$f_i[k]$  – пропускная способность магистрали

$S_i[k]$  – пропускная способность съезда

$\gamma$  – коэффициент смешивания набегающего потока  $\in [0, 1]$

$\beta_i[k]$  – безразмерный коэффициент разделения  $\in [0, 1]$

Магистральный расход рассчитывается, как и КТМ, как минимальное из того, что может отправить участок восходящего потока при максимальной скорости, и того, что может принять участок нисходящего потока. Ему присваивается наибольшее значение  $f_{i[k]}$ , которое удовлетворяет требованиям:

$$f_i[k] + s_i[k] \leq \vartheta_i \cdot (n_i[k] + \gamma \cdot r_i[k]) \quad (3)$$

$$f_i[k] \leq w_{i+1} \cdot (\bar{n}_{i+1} - n_{i+1}[k] - \gamma \cdot r_{i+1}[k]) \quad (4)$$

$f_i[k] \leq \bar{f}_i$  – пропускная способность магистрали и  $s_i[k] \leq \bar{s}_i$  – пропускная способность съезда представляют собой ограничения пропускной способности магистрали и отвода.

Уравнение (3) ограничивает суммарный поток, который может покинуть участок  $i$  за интервал времени  $k$  в предположении, что транспорт движется со скоростью свободного потока  $v_i$ . Уравнение (4) гарантирует, что магистральный поток не превысит того, который может быть принят нижележащим участком. Правая часть этого уравнения представляет собой долю  $w_{i+1}$  от общего незанятого пространства на участке  $i + 1$ . С учетом уравнения (1) получаем выражение для магистрального потока:

$$f_i[k] = \min \left\{ \begin{array}{l} \bar{\beta}_i[k] \cdot \vartheta_i \cdot (n_i[k] + \gamma \cdot r_i[k]); \\ w_{i+1} (\bar{n}_{i+1} - n_{i+1}[k] - \gamma \cdot r_{i+1}[k]); \\ F_i[k] \end{array} \right\} \quad (5)$$

Заметим, что уравнение (5) при  $\gamma = 0$  аналогично уравнению СТМ для простого или дивергентного уравнения. В этом случае в качестве основного компонента используются соединения клеток и заданные проценты разворота. Аналогично основному Потоки на линии, потоки на рампе рассчитываются таким образом, чтобы не превышалось ни одно из следующих ограничений:

$r_i[k] \leq l_i[k] + d_i[k]$  – требование ограничения на  $r_i[k]$  в связи с ограниченностью пространства на магистрали;  $r_i[k] \leq \xi_i \cdot (\bar{n}_i - r_i[k])$  – магистральное пространство;  $r_i[k] \leq c_i[k]$  – темп учета. Параметр  $\bar{n}_i$  определяет распределение свободного пространства для автомобилей, въезжающих со съезда. Это приводит к следующему выражению для  $r_i[k]$ :

Потоки на съезде:

$$r_i[k] = \begin{cases} \min\{l_i[k] + d_i[k]; \xi_i(\bar{n}_i - n_i[k])\} \\ \min\{l_i[k] + d_i[k]; \xi_i(\bar{n}_i - n_i[k]); c_i[k]\} \end{cases} \quad (6)$$

Это уравнение потока на съезде по форме похоже на уравнение (4) Количество автомобилей на съезде и на магистрали изменяется в соответствии с уравнениями сохранения (7) и (8).

Сохранение въезда с начальным условием  $l_i[0]$  и граничным условием  $d_i[k]$ .

$$l_i[k] = l_i[0] + d_i[k] - r_i[k] \quad (7)$$

Сохранение магистрали с начальным условием  $n_i[0]$ :

$$n_i[k + 1] = n_i[k] + f_{i-1}[k] + r_i[k] + r_i[k] - s_i[k] \quad (8)$$

Граничным условием для этого уравнения является поток, поступающий на первый участок магистрали  $up[k]$ . Он может быть представлен либо как предписанный магистральный поток, т.е.  $(f - 1)[k] = up[k]$ , либо как требование на фиктивный съезд, т.е.  $d_0[k] = up[k]$  и  $(f - 1)[k] = 0$ . Второй способ предпочтительнее, так как он предотвращает переполнение участка восходящего потока. Уравнения (4), (6)-(8) составляют АКТМ. Единственное отклонение от КТМ заключается в расчете сливающихся потоков. Подход, используемый в КТМ, заключается в выделении части свободного пространства в нижележащей принимающей ячейке и перемещении как можно большей части спроса из двух отправляющих ячеек в общее пространство. АКТМ, напротив, выделяет отдельное пространство для каждой объединяющейся ветви:  $w_i$  для магистрали и  $\xi_i$  для съезда. Затем потоки могут быть рассчитаны отдельно так же, как и простые соединения ячеек: по минимуму спроса, выделенного пространства и пропускной способности (или скорости учета въезда). Таким образом, невогнутые/невыпуклые функции  $mid\{\}$  в КТМ заменяются вогнутыми функциями  $\min\{\}$ .

Метод был проверен численно с использованием геометрической схемы и требований к движению на 13-километровом участке автодороги в Воронежской области, содержащей 16 съездов, параметры АКТМ при расчетах были скорректированы. В результате скорость проезда участка была повышена на



12,6 км/ч, а время проезда сократилось на 32% в периоды повышенной загрузки автодороги и прилегающих съездов, но за счет водителей, пользующихся этими съездами. Отметим, что оптимальная стратегия без ограничений очередей заключается в том, чтобы задержать большое количество автомобилей (в одном случае более 250) на нескольких съездах, чтобы шоссе практически не загружалось. Задача оптимизатора состоит в том, чтобы распределить нагрузку по управлению между несколькими съездами, а также скоординировать накопление и освобождение очередей на съездах таким образом, чтобы минимизировать заторы на требуемом участке автодороги.

### Список литературы

1. Потапова, И.А. Методы моделирования транспортного потока // И.А. Потапова, И.Н. Бояршинова, Т.Р. Исмагилов // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 10–2. – С. 338–342.
2. Швецов, В.И. Математическое моделирование транспортных потоков / В.И. Швецов. – М.: Институт системного анализа РАН, 2019. – 52 с.
3. Wilensky U., Rand W. An Introduction to Agent-Based Modeling. Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo. – 2019. – 504 p.
4. Banks, J. Are minimization of delay and minimization of freeway congestion compatible ramp metering objectives // *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. – 1727. – 2020. – С. 112-119. – DOI: 10.3141/1727-14.
5. Zhang L., Levinson D. Optimal freeway ramp control without origin–destination information // *Transportation Research*. – Part B 38. – 2021. – С. 869-887. – DOI: 10.1016/j.trb.2003.11.003.
6. Wang J., May A.D. Computer model for optimal freeway on-ramp control // *Highway Research Record*. – 1973. – С. 469.

### References

1. Potapova, I.A. Methods for modeling traffic flow // I.A. Potapova, I.N. Boyarshinova, T.R. Ismagilov // *Fundamental research*. – 2016. – No. 10–2. – P. 338–342.
2. Shvetsov, V.I. Mathematical modeling of transport flows / V.I. Shvetsov. – М.: Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences, 2019. – 52 p.
3. Wilensky U., Rand W. An Introduction to Agent-Based Modeling. Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo. – 2019. – 504 p.
4. Banks, J. Are minimization of delay and minimization of freeway congestion compatible ramp metering objectives // *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*. – 1727. – 2020. – pp. 112-119. – DOI: 10.3141/1727-14.
5. Zhang L., Levinson D. Optimal freeway ramp control without origin–destination information // *Transportation Research*. – Part B 38. – 2021. – pp. 869-887. – DOI: 10.1016/j.trb.2003.11.003.
6. Wang J., May A.D. Computer model for optimal freeway on-ramp control // *Highway Research Record*. – 1973. – P. 469.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОТОКОВ НА ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ

З.А. Черных, Н.Ю. Юдина

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В статье рассматривается модель, которая поможет определить влияние транспортного одного потока на другой при перемещении автомобиля на перекрестке. Для оценки распределения транспортных потоков на перекрестках нами используется статистические методы.

Ключевые слова: математическая модель; транспортная сеть; распределение потоков; оценка потоков; распределение потоков; звеньевые потоки

## ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FLOW ON TRAFFIC

Z.A. Chernykh, N.Yu. Yudina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. The article discusses a model that will help determine the influence of one traffic flow on another when a car moves at an intersection. To assess the distribution of traffic flows at intersections, we use statistical methods.

Keywords: mathematical model; transport network; flow distribution; flow estimation; flow distribution; link flows

Транспортный поток формируется транспортными средствами, перемещающимися по выбранному маршруту и в определенный промежуток времени. Поток создается автомобилями, которые создают его на каждом отдельном звене рассматриваемой сети.

Сценарий движения, рассматриваемый в данной работе, касается транспортных потоков без заторов, с целью изучения стохастического поведения агрегированных транспортных потоков. Таким образом, мы предполагаем, что выбор маршрута не зависит от объема транспортного потока.

Транспортная сеть представлена направленным графом  $G = (N, A)$ , где  $N$  – множество узлов, а  $A$  – множество связей. Для каждого звена  $a \in A$  часовой поток за промежуток времени  $[t + 1]$  равен  $v_a(t)$ , где  $t = 0, 1, \dots, 23$ , а количество связей этого узла  $\delta^{out}(n)$ , тогда это количество разветвлений может быть определено по формуле (1)

$$\delta^{out}(n) = \{a \in A | \exists x \in N : a = (n, x)\}. \quad (1)$$

Для того чтобы адекватно описать транспортный поток необходимо рассматривать варианты влияния одного потока на другой, а для этого требуется рассматривать маршруты, где происходит пересечение транспортных потоков. Потоки по таким местам пересечений можно использовать для сбора статистической информации и дальнейшей ее обработки с помощью методов регрессионного анализа. Значения, получаемые в результате замеров, есть случайные величины. Предположим, что они соответствуют пуассоновскому распределению.

Чтобы оценить, как потоки отправляющихся автомобилей из узлов отправления отражаются на потоке на основного назначения, требуется определить разницу между ожидаемым потоком и измеренным. Для этого мы должны рассчитать среднеквадратичную  $R_{skv}$  и среднюю абсолютную  $R_{abs}$  ошибки в течении часа. Среднеквадратичная ошибка может быть вычислена по формуле (2).

$$R_{skv} = \sqrt{\frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} (\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_a(t))^2}$$
(2)

А средняя абсолютная ошибка вычисляется по формуле (3).

$$R_{abs} = \frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} |\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_a(t)|$$
(3)

В табл. 1 представлены расчёты среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок, а также коэффициента корреляции Пирсона, который определяли между потоками, которые были получены в результате расчетов и истинными потоками соединений.

Таблица 5 – Расчет коэффициента корреляции и среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок

№ узла исхода	№ узла на- значения	$R_{skv}$	$R_{abs}$	Коэффициент Пирсона	Маршрут
2	(29,12)	9,21	6,56	0,95	2-29-12
2	(29,22)	22,85	17,92	0,86	2-29-22
5	(19,31)	10,25	7,68	0,90	5-19-31
17	(16,21)	24,12	14,29	0,91	17-15-16-21
17	(16,23)	10,21	6,01	0,92	17-15-16-23
17	(23,29)	7,22	5,55	0,95	17-15-23-29

Число автомобилей в час для узлов 2, 5, 17 подадут в диапазоны [71, 701], [20, 321] и [84, 754]. Средние значения отправлений за час составляет 418, 174 и 405. На рисунках 1 представлены ожидаемый и измеренный потоки на линии.

Проведенное исследование включает 144 наблюдения. Относительная ошибка для каждого наблюдения определяется по формуле (4).

$$\mu = \frac{|\vartheta_a(t) - \tilde{\vartheta}_{a(t)}|}{\vartheta_a(t)} \quad (4)$$

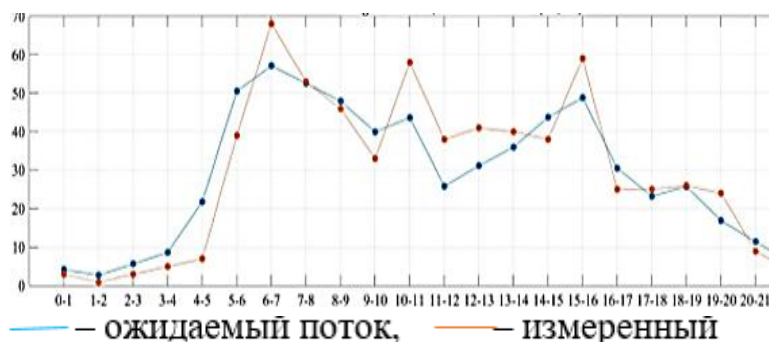


Рисунок 1 – Ожидаемый поток по каналу (23, 20) и измеренный поток за 24 часа

Относительная ошибка составила 22 % для 144 наблюдений. Полученная модель может служить для оценки влияния потока, который уходит из места отправления, на поток назначения.

### Список литературы

1. A State-of-the-Art Review of the Sensor Location, Flow Observability, Estimation, and Prediction Problems in Traffic Networks / E. Castillo, Z. Grande, A. Calvino, W. Y. Szeto, H. K. Lo // Journal of Sensors. – 2019. – С. 27-38.
2. Allocation of Link Flow Detectors for Origin-Destination Matrix Estimation-A Comparative Study / T. Larsson, J. T. Lundgren, A. Peterson // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – No. 25. – 2020. – С. 116-131.
3. Михеева Т. И., Михеев С. В., Богданова И. Г. Модели транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 216.
4. Zhang H.M. A non-equilibrium traffic model devoid of gas-like behavior // Transp. Res. B. – 2022. – Vol. 36. – P. 275-290.

### References

1. A State-of-the-Art Review of the Sensor Location, Flow Observability, Estimation, and Prediction Problems in Traffic Networks / E. Castillo, Z. Grande, A. Calvino, W. Y. Szeto, H. K. Lo // Journal of Sensors. – 2019. – P. 27-38.
2. Allocation of Link Flow Detectors for Origin-Destination Matrix Estimation-A Comparative Study / T. Larsson, J. T. Lundgren, A. Peterson // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. – No. 25. – 2020. – P. 116-131.
3. Mikheeva T. I., Mikheev S. V., Bogdanova I. G. Models of transport flows in intelligent transport systems // Modern problems of science and education. – 2018. – No. 6. – P. 216.
4. Zhang H.M. A non-equilibrium traffic model devoid of gas-like behavior // Transp. Res. B. – 2022. – Vol. 36. – P. 275-290.

Научное издание

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции  
Воронеж, 14 октября 2024 г.

Ответственные редакторы В.К. Зольников, А.Н. Потапов

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 28.12.2024. Объем данных 39,0 Мб  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»  
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8