БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ —
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

НИЯУ МИФИ

БИТИ
НИЯУ МИФИ

СБОРНИК ТРУДОВ

VII МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ

ТОМ I

Балаково 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Балаковский инженерно-технологический институт

СБОРНИК ТРУДОВ

VII Международной научно-практической конференции

«Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании»

Том I

Балаково 2025

УДК 621.311, 677, 620.9
ББК 31.4+35.71+31.19
С23

Сборник трудов VII Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» (12 декабря 2024 года). − М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2025. − Т. I. − 289 с.

Сборник содержит статьи по итогам докладов, включенных в программу VII Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» 12 декабря 2024 года в БИТИ НИЯУ МИФИ.

Материалы сборника включают в себя широкий круг вопросов: инновационные проекты и технологии в энергетике и машиностроении; информационные технологии в науке и образовании; информационные технологии и автоматизация в технических системах и управлении; технология и переработка органических и неорганических материалов; инновационные технологии и автоматизация в строительстве зданий и сооружений; актуальные проблемы и тенденции социально-экономического развития управления и образования.

Сборник предназначен преподавателям, ученым, аспирантам, студентам и специалистам, интересующимся тематикой представленных научных направлений.

Редакционная коллегия

ответственный редактор: Р.А. Кобзев

члены редакционной комиссии: О.В. Виштак, С.Н. Грицюк, Т.А. Ефремова, Э.Ф. Кочеваткина, В.М. Меланич, О.Н. Михайлова, Г.В. Очкур, Н.М. Чернова, А.А. Щеголева, В.А. Лукьянова, О.В. Илларионова.

Под общей редакцией
руководителя Балаковского инженерно-технологического института
В.М. Земскова

Статьи получены до 27 декабря 2024 года. Статьи сборника издаются в авторской редакции.

ISBN 978-5-7262-3164-8

© Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2025

Подписано в печать 25.06.2025. Формат 60х84 1/16
Печ. л. 18,1. Изд. № 012-2. Тираж 100 экз. Заказ № 1.

Балаковский инженерно-технологический институт (филиал)
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»
Типография БИТИ НИЯУ МИФИ
413853, Саратовская обл., г. Балаково, ул. Чапаева, д. 140

СОДЕРЖАНИЕ

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»

СЕКЦИЯ 1:
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

АВЕТИСЯН А.С.

Оценка физической надежности технических средств электроники: ключевые факторы и методы анализа …… 9

АКИНФИЕВА А.А., РАЗУВАЕВ А.В.

Возрождение поршневых паровых машин: перспективы и актуальность для когенерационных установок …… 15

БЕЛОПАХОВА А.А., МЕФЕДОВА Ю.А.

Моделирование системы автоматического регулирования частоты вращения турбопитательного насоса атомной станции ……..…… 20

ГАЛАГАН А.Д., КРАСНОЛУДСКИЙ Н.В.

Разработка универсальной системы цифровизации электрической подстанции … 25

ЕФРЕМОВА Т.А., ИЛЕНЕВ С.А.

Разработка дерева отказов для системы охлаждающей воды ответственных потребителей атомной станции с реактором ВВЭР-1200 ……. 32

ЕФРЕМОВА Т.А., ПЕСТОВА Е.Д., ШАЛАЕВ В.Д.

Проектирование шкафа управления системы маслоснабжения главного циркуляционного насоса……..…… 41

ЖИГАЛИНА Ю.В., САМОЙЛОВ К.А., ЛЫСЯКОВ М.С., ЩЕГОЛЕВ С.С., МОТКОВ А.Г.

Оптимизация рабочих процессов на атомных станциях при помощи чат-бота …… 47

КИРСАНОВ И.А., МЕФЕДОВА Ю.А.

Модели для динамической идентификации объектов управления ……...…… 54

КОЛОМИНА П.С., ГРИЦЮК С.Н.

Система регулирования температуры теплоносителя промышленного предприятия 58

КУДАШЕВА И.О., КОСТИН Д.А.

Радиационное охлаждение пучков заряженных частиц: механизм и его реализация 64

ПЕТРОВА Н.Е., ПАВЛОВ А.Н., ЗЕФИРОВ И.Е.

Влияние условий эксплуатации на износ корпусных конструкций судов арктического класса: анализ на основе неразрушающего контроля …… 68

ПОЯРКИНА К.И., КОРНИЛОВА Н.В.

Влияние автоматизации на эффективность энергопроизводства АЭС …… 73

РАЗУВАЕВ А.В., УСТИНОВ Н.А., ТОЛОКОННИКОВ М.А.

Способы предпускового прогрева паровых машин ……...……. 78

РОМАНОВА А.А., СИВКОВ С.И.

Проблемы видеозахвата в мощном магнитном поле …….. 81

СВИРСКИЙ Д.В., АЛЕКСЕЕВ Н.Е., РАЗУВАЕВ А.В.

Паропоршневая энергетическая установка на биоэтаноле …...……. 85

ТАБАКОВА Е.Д., ГРИЦЮК С.Н.

Расчет вертикального парогенератора без экономайзерного участка для реактора ВВЭР-1000…… 92

ТОКАРЕВ А.С.

Разработка структуры методики проектирования операций обработки деталей на основании выведенных математических моделей расчета увода оси отверстий 98

ТУШИНСКИЙ О.С., САРЫЧЕВ Ю.В.

Применение ПО «КОМПАС-3D» в образовании и инженерных компетенциях …… 101

ХОЛОДОВА В.П., КОРНИЛОВА Н.В.

Применение IT-технологий в науке и образовании …….. 106

ШКУНОВ В.А.

Дистанционное управление судном ……. 111

СЕКЦИЯ 2:

«IT-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

АНУФРИЕВ Е.А., КАРАЧЁВА Г.А.

Эволюция аддитивных технологий: от 3D к 4D ……. 116

ВИШТАК Н.М., ГРАЧЕВ В.А.

Агрегация информации с использованием чат-ботов …… 123

ДОБРОРОДОВ Я.О.

Сетевые технологии для организации научных вычислений …… 129

ЕВСЕЕВ Д.С., ТИМОФЕЕВ М.Н.

Обеспечение безопасности данных образовательных платформ: роль HTTPS и современные стандарты киберзащиты …… 135

ЕЛИСЕЕВ Д.Д.

Искусственный интеллект в сетевых технологиях и телекоммуникациях: анализ применения ……. 140

ЗАХАРОВА О.О.

Развитие англоязычных лексических навыков студентов технического вуза на основе цифровых образовательных инструментов …… 147

КАПЛИЧЕНКО В.Ю., ЗАХАРОВА О.О.

Методико-технологические основы разработки авторского мобильного приложения для развития англоязычных лексических навыков обучающихся уровня Elementary …… 155

КОГАЙ Н.С., ТИМОФЕЕВ М.Н.

Эволюция протоколов передачи данных: от IPv4 к IPv6 …….. 159

МАРТЫНОВ В.А.

Программно-определяемые сети: принципы, история и перспективы развития … 165

МИХЕЕВ И.В., МАРКИН В.В.

Анализ инструментов для формирования алгоритмического мышления и профессиональных компетенций программиста …… 171

НАРАНОВИЧ О.И., ВЕРАКСА Э.А.

Разработка приложения для проведения корреляционного и регрессионного анализа данных ……... 178

ПОДОШВИН В.С., ОЧКУР Г.В.

Проектирование и прототипирование десктопного приложения …… 183

УГОЛЬНИКОВА Е.Д.

Роль сетевых технологий в развитии умного дома …… 188

ФРОЛОВА В.В., ГОРБУНОВА Е.А.

Разработка электронного тренажёра по 3D-моделированию для детей дополнительного образования …….. 194

ШТЫРОВ Г.С.

Реализация межпредметных связей при обучении школьников робототехнике …. 198

ШТЫРОВА И.А., ДЕНИСОВ И.В.

Анализ требований для разработки цифрового ассистента службы технической поддержки …….. 202

ЯРОЩУК Н.С., ОЧКУР Г.В.

Моделирование данных для прогнозирования нагрузки на городские транспортные системы …….. 207

СЕКЦИЯ 3:

«ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

АНДРЕЕВА Н.В., КОРОЛЬ Ю.В.

Применение отходов производств в качестве заполнителей бетонов ……. 214

БАШКОВ Д.И., ИВАНОВА Т.А.

Концепция создания умных городов в России …….. 218

ЗЕМЛЯНСКИЙ А.А., ЗЕМЛЯНСКИЙ К.А., ДРОБАХИН Н.А.

Новое поколение фундаментов-оболочек с преднапряжением по грунту ……. 222

ЗЕМЛЯНСКИЙ А.А., ЗЕМЛЯНСКИЙ К.А., ИСАЕВА Ю.С.

Инновационная системы мониторинга технического состояния уникальных объектов и методы активного управления уровнем их эксплуатационной надежности …….. 228

МАГЕРРАМОВА И.А., СЛИВКОВ И.П.

Ограждающие конструкции из легкого бетона …….. 241

МАГЕРРАМОВА И.А., МАГЕРРАМОВА А.Р.

Заполнители для бетонов из отходов призводств…… 248

МАРЬИНА Н.Л.

Инженерно-техническая подготовка школьников как основа формирования профессиональных инженерных кадров ……. 253

ПОПОВА Н.А.

Градостроительная и архетектурная специфика ансамбля купеческой усадьбы Анисима Мальцева…….. 258

ЕЛОХОВ С.В., ПОПОВА Н.А.

Результаты натурного обследования усадьбы Анисима Мальцева, водонапорная башня……..... 264

РАЩЕПКИНА С.А., ДРЫНДИНА И.В., ШУМКАЕВА Е.П.

О фермах покрытий, применяемых в зданиях и сооружениях …….. 269

РАЩЕПКИНА С.А., ПОПОВА В.Н.

Особенности конструирования плавающих крыш вертикальных цилиндрических резервуаров ……..…..... 276

ЧЕРНОКОЗ Д.С.

Перспективы применения технологий торкретирования для реконструкции зданий 282

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»

СЕКЦИЯ 1: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

УДК 621.3

Оценка физической надежности технических средств электроники: ключевые факторы и методы анализа

Аветисян Артур Сергеевич, студент направления подготовки
«Электроэнергетика и электротехника»
Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск

Миниатюрность и множество электронных компонентов печатного узла (ПУ) в условиях экстремальных эксплуатаций определяют их надежность и эффективность работы электронных систем. Это создает необходимость в интенсификации исследований и разработке методов оценки и прогнозирования качества и надежности ПУ. Анализируется, как конструкция, материалы и качество производства влияют на надежность ПУ в условиях специальных применений.

При использовании электронных устройств действуют различные внешние воздействия. Температурные напряжения могут вызываться изменениями окружающей среды или нагревом компонентов на печатной плате (ПП). Также возможны технологические напряжения на этапах монтажа и ремонта. Механические напряжения возникают из-за вибраций и ударов, а климатические факторы, такие как высокая влажность и коррозионные среды, также влияют на ПУ. Эти воздействия могут действовать как отдельно, так и в сочетании. При эксплуатации разность электрических потенциалов может повредить электрическую изоляцию и проводники ПУ. В статье представлен подход к оценке надежности системы межсоединений на печатной плате и ПУ. Надежность характеризует способность изделия выполнять заданные требования, что, в свою очередь, связано с проблемой качества.

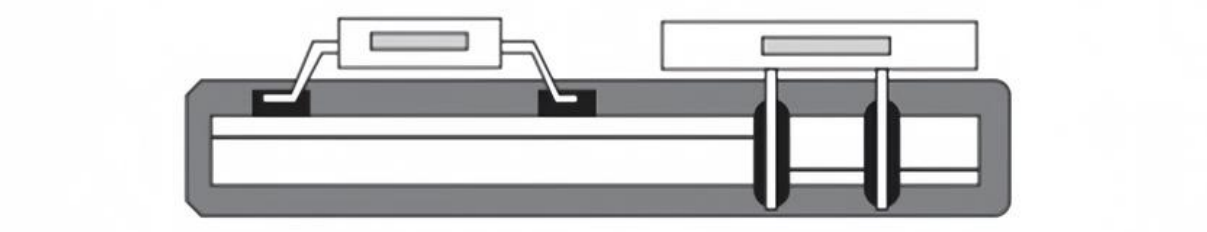


Рис. 1. Анализ элементов межсоединений: оценка надежности и их влияние на функционирование печатных плат

Результаты приемосдаточных испытаний могут соответствовать техническим условиям, однако изделия могут скрывать дефекты, способные вызвать преждевременные отказы. Следовательно, эксплуатационная надежность печатного монтажа может отличаться от результатов испытаний. Поэтому современные исследования нацелены на разработку методов оценки качества, выявляющих изделия, не соответствующие критериям надежности.

Существует два подхода к решению задач надежности. Первый – статистический, предполагает анализ поведения объекта как группы элементов, где все состояния сводятся к двум: исправному и неисправному, описываемым функциями надежности. Второй – физико-химический, фокусируется на выявлении слабых мест и изучении процессов деградации в зависимости от нагрузки.

Наиболее развиты методики вероятностно-статистической оценки, где основным показателем является интенсивность отказов (λ-характеристика), определяемая на основе статистики. Важно учитывать не только безотказность, но и долговечность, сохраняемость и ремонтопригодность. Для практической оценки надёжности используются распределения вероятности отказов, такие как распределение Вейбулла для усталости соединений и логарифмически нормальное для электрохимических отказов. Зная константы, определяющие распределение, можно вычислить время до определённого числа отказов.

Для типов отказов, моделируемых распределением Вейбулла, время t для достижения x% отказов определяется следующим образом:

$$t(x\%) = t(50\%)[ln(1–0{,}01x/ln(0{,}5)]^{1/\beta},$$

β — параметр Вейбулла.

С ростом надежности компонентов методы испытаний для определения их показателей становятся неэффективными. Например, интегральные схемы имеют интенсивность отказов $10^{-7}…10^{-8}$ ч. При условии улучшения надежности электронных компонентов прогнозирование интенсивности отказов межсоединений затруднено.

Подтверждение надежности за приемлемый период требует значительного числа образцов, что делает процесс сложным и затратным. Для 95 %-ной доверительной вероятности интенсивности отказов 10^{-7} ч нужно протестировать 1000 образцов в течение 10 лет. Чтобы сократить время испытаний до 1000 часов (1,5 месяца), потребуется $9 \cdot 10^4$ образцов, что является нерациональным [1].

Таблица 1

Распределение интенсивности отказов элементов ПУ

Компоненты	Имеется	Прогнозируется
Пайки	10^{-11}	10^{-13}
Проводниковые контакты	10^{-10}	10^{-12}
Концевые печатные контакты	10^{-10}	10^{-11}
Двусторонние печатные платы	10^{-9}	10^{-10}
Многослойные печатные платы	10^{-8} 5×10^{-10}	-
Включая:		
Изоляционные компоненты	10^{-11}	10^{-13}
Элементы подключения	4×10^{-11}	10^{-13}

Прямые испытания ПП и ПУ на надежность имеют ряд недостатков. Во-первых, результаты таких испытаний быстро устаревают из-за поступления актуальной информации об отказах из эксплуатации. Во-вторых, данные об отказах более достоверны, поскольку отражают опыт работы большего числа ПУ. В-третьих, информация о надежности ПП в реальных условиях эксплуатации предпочтительнее, чем результаты испытаний в искусственно созданных экстремальных условиях. В-четвертых, надежность тестируемых образцов зачастую превышает надежность используемого оборудования для испытаний, что искажает результаты. В-пятых, сложно учитывать индивидуальные особенности каждого элемента при большом числе соединений и изоляции в тестируемом образце, а статистический подход не учитывает динамику отказов.

Эти недостатки подчеркивают необходимость применения физико-химического подхода к оценке надежности ПУ на стадии разработки конструктивно-технологических решений. Это включает изучение причин и процессов отказов элементов печатного монтажа, разработку моделей отказов с учетом времени работы, конструктивных факторов и внешних воздействий. Результаты подобных исследований помогут оптимизировать конструкции ПУ по критериям надежности, сформулировать требования к материально-технической базе и прогнозировать показатели надежности.

Однако физико-химические процессы, вызывающие отказы ПП, остаются недостаточно исследованными, и необходимо учитывать множество параметров при изучении закономерностей отказов [2].

Эффективность обеспечения надежности ПУ при проектировании, изготовлении и эксплуатации зависит от понимания факторов, влияющих на эту надежность. Отказы могут проявляться на различных стадиях жизненного цикла: ранней, эксплуатационной и конечной. Каждая стадия определяет природу отказа и подходы к их анализу. На начальном этапе отказы вызваны производственными и технологическими дефектами, что требует отбраковки недоброкачественных ПУ. Сравнение данных по отказам с отклонениями от нормативной документации показывает их близость, что подчеркивает важность оценки допустимости дефектов.

Эксплуатационные отказы происходят случайно, но имеют конкретные причины, связанные с качеством материалов и внешними воздействиями. Такие отказы следует рассматривать как аварийные ситуации, что требует выявления достоверных причин и проведения организационных мероприятий для их предотвращения. Важным является совершенствование контроля качества на всех этапах производства и развитие методов исследования свойств материалов.

Отказы на конечной стадии, ограничивающие срок службы, закономерны и связаны с износом и старением материалов, поэтому задача этого этапа — выявить механизм отказа, что позволит увеличить ресурс и улучшить оценку надежности ПУ и его компонентов. Уровень надежности ПУ также зависит от организационно-технических мер на всех стадиях разработки и эксплуатации.

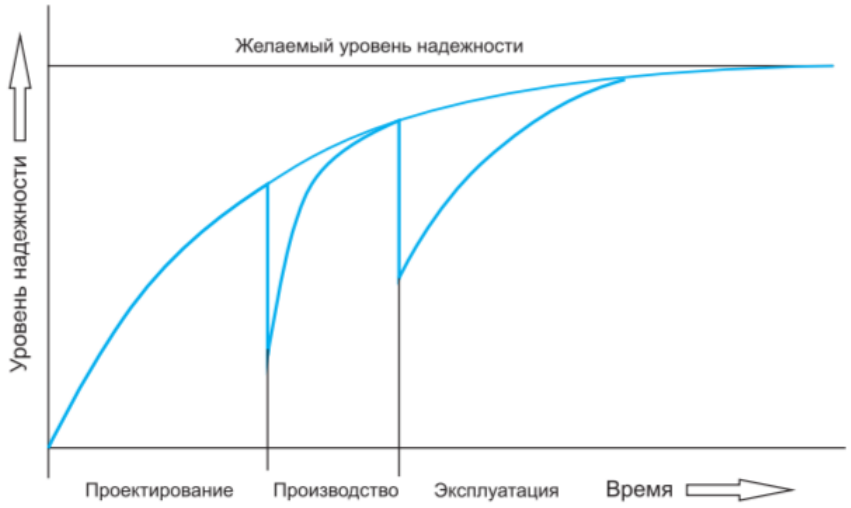


Рис. 2. Динамика надежности печатных плат: стадийный подход к разработке, производству и эксплуатации

Отказы в период разработки вызваны снижением надежности из-за ошибок в конструировании и технологии, которые постепенно выявляются и исправляются. Экспериментальный опыт первых образцов электронной аппаратуры помогает разработать рекомендации для серийного производства. Однако отличия условий серийного изготовления приводят к начальным потерям надежности. Это может быть связано с неточным соблюдением документации, недостаточной адаптацией к серийному производству и недостаточным контролем качества. Даже высококачественные разработки не обеспечат надежность без должной организации производства.

С накоплением опыта и улучшением контроля надежность изделия возрастает, но полностью избежать ее снижения нельзя; можно лишь минимизировать потери. Важно использовать информацию, полученную в процессе производства, чтобы повысить как теоретически возможный, так и фактический уровень надежности. На старте производства разрыв между потенциальной и фактической надежностью значителен, что подтверждается анализом отказов в первых серийных образцах. Основная часть отказов происходит из-за производственного процесса, причем до 20% отказов может быть связано с печатным монтажом [3].

Снижение надежности на первом этапе эксплуатации объясняется тем, что изделия новые для операторов и технического персонала. Исходя из первого опыта, возникает необходимость доработки изделия, включая упрощение ремонта, доступ к узлам, улучшение самодиагностики и выделение неремонтируемых блоков. Ключевым фактором надежности печатного монтажа является эффективный контроль его состояния. Оптимальное использование информации об отказах для управления качеством продукции и выявление предвестников отказов улучшают надежность электронных изделий.

Каждая программа испытаний на надежность сталкивается с задачей быстрого прогнозирования долговременной отказоустойчивости изделий. Хотя электронные устройства могут функционировать до 15 лет, тестирование их надежности не должно занимать годы. Существуют два метода, которые могут комбинироваться в зависимости от механизма отказа: увеличение количества образцов или воздействий, чтобы проверить их устойчивость, и усиление жесткости воздействия для сокращения числа испытаний. Например, испытания падением и множественное термоциклирование иллюстрируют первый метод. Коррозия, вызванная температурой и влажностью, может оцениваться только путем увеличения этих факторов, но важно, чтобы испытания отражали механизмы отказов в реальных условиях эксплуатации.

Кроме того, жесткие испытания могут не соответствовать реальным условиям, что делает сложным использование полученных данных для точного определения надежности. Для этого следует продолжать испытания до выявления достаточного количества отказов и построения надёжной оценки распределения Вейбулла, что позволяет прогнозировать срок службы. Однако этот процесс часто заменяется испытаниями на соответствие техническим требованиям, которые могут лишь фиксировать максимальное количество обнаруженных отказов без анализа их распределения. Более точной является информация об отказах на основе многолетнего опыта эксплуатации, но вновь внедряемые технологии могут делать её неактуальной.

1. Современные электронные средства обладают такой высокой надежностью, что получить статистические данные о частоте отказов за разумное время невозможно, поэтому статистические методы в исследованиях надежности заменяются физическими.

2. Физические методы основываются на моделях деградации компонентов соединений и изоляции.

3. На этапе движения от проекта к производству и эксплуатации надежность устройств электроники возрастает благодаря выявлению и устранению слабых мест, улучшению технологий и минимизации воздействия внешних факторов. Это естественный и ответственный процесс обеспечения необходимого уровня надежности.

Литература

1. Методология обеспечения качества и надежности аппаратуры, военной электроники и электротехники: вчера и сегодня / Г. И. Дульский, В. Ю. Морозов, С. В. Старостин, С. С. Французов // Вооружение и экономика. – 2022. – № 3(61). – С. 226-239. – EDN DUYGAJ.

2. Гребенников, А. В. Использование высоконаполненного металломатричного композитного материала alsic с целью повышения надежности модулей силовой полупроводниковой электроники / А. В. Гребенников // НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ и практики : сборник статей VI Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 25 июля 2023 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 56-60. – EDN XAZQXQ.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023669405 Российская Федерация. Программа анализа надежности параметров производственной линии изготовления электроники : № 2023667976 : заявл. 31.08.2023 : опубл. 14.09.2023 / А. А. Дзюбаненко ; заявитель Федеральное государственное

автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». – EDN GTZAEY.

УДК 621.17.013

Возрождение поршневых паровых машин:
перспективы и актуальность для когенерационных установок

Акинфиева Алена Андреевна, преподаватель кафедры
«Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В условиях современного дефицита энергоресурсов и стремления к снижению экологического воздействия энергетики особую роль начинают играть когенерационные установки. Такие установки позволяют одновременно производить электроэнергию и тепло, что существенно повышает эффективность использования топлива и снижает затраты на энергоснабжение, а также уменьшают выбросы углекислого газа за счёт более полного использования энергии топлива. Это делает их перспективными решениями для промышленных предприятий, жилых зданий и даже городских систем тепло- и энергоснабжения. В условиях растущего спроса на энергоэффективные технологии и экологические решения когенерация на базе паровой поршневой машины является перспективным направлением.

Несмотря на существование современных турбинных решений, поршневые паровые машины продолжают находить применение в проектах, где важна гибкость в выборе топлива, простота конструкции и надёжность. Эти преимущества делают поршневые машины интересной альтернативой для небольших промышленных предприятий и удалённых регионов, где необходимы автономные и устойчивые к нагрузкам когенерационные системы [1].

Целью данного исследования является изучение возможностей применения поршневой паровой машины в когенерационных установках.

Вопрос выбора оптимального типа двигателя для когенерационной установки является одним из ключевых. Паровые машины, особенно поршневые, на фоне современных турбинных установок кажутся устаревшими, однако они обладают рядом важных преимуществ:

1) Возможность работы на различных видах топлива, включая биотопливо, древесные отходы и даже низкосортное топливо, что позволяет использовать их в экологически чистых проектах и снижать затраты.

2) Надежность и простота конструкции, что облегчает обслуживание и повышает срок службы машины.

Сочетание этих факторов делает поршневую паровую машину интересной альтернативой для проектов с повышенными требованиями к надёжности и топливной гибкости, таких как промышленные объекты или удалённые регионы, где стабильность энергоснабжения и простота обслуживания являются ключевыми факторами [2].

Когенерационная установка состоит из: первичного двигателя с электрогенератором, системы утилизации и системы контроля и управления установкой.

По сравнению с поршневым двигателем внутреннего сгорания, поршневая паровая машина может работать на любом топливе, так как в ней происходит использование энергии пара, а не сжигание топлива внутри камеры сгорания, как в двигателе внутреннего сгорания. Это позволяет использовать уголь, древесные отходы, биомассу и низкосортные виды топлива. В поршневой паровой машине отсутствуют высокие температуры сгорания и давление, как в поршневом двигателе, что снижает уровень износа и увеличивает срок её службы. Поршневая паровая машина имеет простую конструкцию и менее подвержена поломкам по сравнению с поршневым двигателем. Её легче обслуживать и ремонтировать в условиях эксплуатации, при этом снижаются эксплуатационные расходы. В отличие от двигателя внутреннего сгорания, поршневой паровой машине не требуется топливо высокой степени очистки или сложные системы фильтрации. Можно использовать воду низкого качества, что актуально для регионов с ограниченными ресурсами.

По сравнению с паровой турбиной, поршневая паровая машина сохраняет высокий КПД при работе на малых мощностях и частичных нагрузках, в то время как эффективность паровых турбин снижается при отклонении от номинальной мощности. Поршневые паровые машины менее громоздкие и легче в установке, чем паровые турбины. Это делает их пригодными для небольших и мобильных когенерационных установок. В паровой турбине даже незначительные изменения параметров пара (давления, влажности) могут привести к снижению эффективности и выходу из строя турбинных лопаток. Поршневая паровая машина менее чувствительна к таким изменениям и способна работать в условиях нестабильного состава пара. Поршневые

паровые машины проще и быстрее запускаются и останавливаются, чем паровые турбины, что обеспечивает большую гибкость в условиях переменных нагрузок.

По сравнению с газовой турбиной, поршневая паровая машина имеет возможность работы на низкокачественном топливе, в отличие от газовой турбины, которая требует высококачественного газа или жидкого топлива, поршневая паровая машина может использовать более дешёвое и доступное топливо, включая биомассу и уголь. Это делает её более экономичной в условиях ограниченных ресурсов или в отдалённых регионах. В поршневой паровой машине топливо не сжигается напрямую, а тепло передаётся через пар. Это позволяет уменьшить выбросы оксидов азота (NOx) и других вредных соединений, что делает её более экологичным решением по сравнению с газовой турбиной. Поршневая паровая машина менее подвержена температурным и нагрузочным воздействиям, чем газовая турбина, что снижает риск поломок и увеличивает срок службы оборудования. Газовые турбины лучше работают при постоянной нагрузке, и их эффективность снижается при частичной нагрузке. Поршневая паровая машина, напротив, сохраняет устойчивую работу и эффективность даже при переменной нагрузке, что делает её подходящей для предприятий с переменным графиком энергопотребления. В поршневых паровых машинах меньше движущихся частей, чем в газовых турбинах, что упрощает их техническое обслуживание и снижает эксплуатационные расходы.

Поршневая паровая машина остаётся конкурентоспособной для использования в когенерационных установках, особенно в условиях, когда важно:

- использовать топливо низкого качества;
- обеспечивать устойчивую работу при переменных нагрузках;
- снижать выбросы вредных веществ;
- снизить затраты на установку и обслуживание.

Эти преимущества делают поршневую паровую машину предпочтительным выбором для небольших когенерационных систем и автономных энергетических установок, особенно в отдалённых районах и на предприятиях, где стабильность и экономичность важнее, чем высокая удельная мощность и компактность.

На основании вышеизложенного в качестве первичного двигателя предлагается применять паровую поршневую машину, которая имеет ряд преимуществ: простота в обслуживании, не требуется высокопрофессиональный обслуживающий персонал, долговечность, возможность использования возобновляемого практически любого топлива для получения пара, более подробно об актуальности подобных установок представлено в работе [3].

Рассмотрим когенерационную установку на базе паровой поршневой машины (ППМ), представленную на рисунке 1, где ПК – паровой котел; ППМ – поршневая паровая машина; К – конденсатор; Г–генератор; СОП – система отопления потребителя.

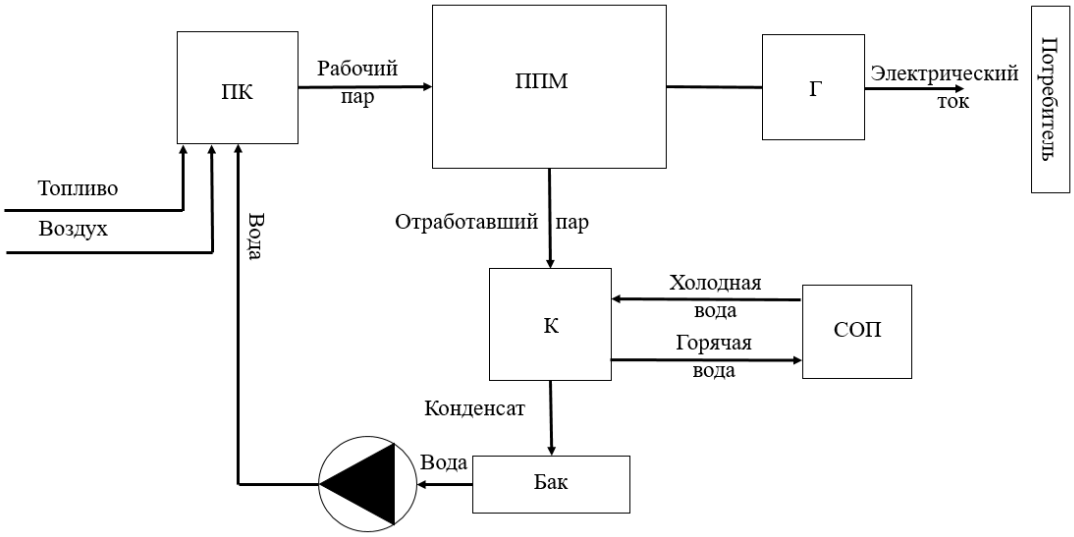


Рис. 1. Принципиальная схема когенерационной установки на базе поршневой паровой машины

В паровой котел загружается топливо, после чего вырабатываемый (рабочий) пар поступает на ППМ, вращая генератор, при этом выработанный электрический ток поступает к соответствующему потребителю. Отработавший пар от ППМ отправляется в конденсатор, откуда получившийся конденсат обеспечивает систему отопления потребителя, оставшаяся вода скапливается в баке, откуда при помощи насоса возвращается в паровой котел. Схему, представленную на рисунке 1, можно отнести к энергетической когенерационной установке. А сам энергетический комплекс – когенерационная установка на базе паровой поршневой машины или многофункциональный энергетический комплекс (МЭК). Преимущество МЭК в функциональности: вместо генератора можно установить другое оборудование – компрессор, насос (для перекачки различной жидкости), привод механизмов для деревообрабатывающего станка и так далее [4].

При определенных настройках параметров работы МЭК возможно увеличение выработки электроэнергии для потребителя, а также использование теплоты, полученной охлаждающей водой в процессе теплообмена с отработанным паром, для нужд отопления, либо горячего водоснабжения [5].

На основании вышеизложенного и учитывая отсутствие производства этих эффективных энергетических комплексов, но имея для этого основания [6], можно сформулировать ряд задач и представить здесь некоторые из них:

1. Разработка математической модели определения показателей теплового баланса когенерационной установки на базе паровой поршневой машины КУ(ППМ) для определения величины утилизируемой вторичной теплоты, вырабатываемой когенерационной установкой, в зависимости от ее эксплуатационной электрической мощности и ее комплектации.

2. Определение параметров комплектующего оборудования в структуре энергетического комплекса электро- и теплоснабжения объекта на базе методов математического моделирования с учетом реальных параметров объектов, а также разработка эффективной типовой схемы энергетического комплекса на базе паровой поршневой машины.

3. Разработка рекомендаций по внедрению энергетического комплекса на базе паровой поршневой машины путем подбора рационального количества агрегатов с учетом необходимой надежности энергоснабжения.

4. Проведение технико-экономического обоснования повышения эффективности системы электро- и теплоснабжения различных объектов с применением методики оценки инвестиционных проектов, учитывающей реальные параметры энергетического комплекса на базе паровой поршневой машины.

5. Разработка проекта технического задания на создание энергетического комплекса на базе паровой поршневой машины.

Литература

1. Ушаков, В.Я. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Я. Ушаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 393 с.

2. Сахин В.В. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 1. Поршневые машины. Паровые турбины: учебное пособие / В.В. Сахин; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб, 2015 – 172 с.

3. Разуваев А.В., Редько И.Я. Актуальность создания МФЭТК на базе паро-поршневой машины. Сантехника. Отопление. Кондиционирование. № 2, – 2022, С. 60–63.

4. Разуваев А.В., Кобзев Р.А., Редько И.Я. Оценка экономической эффективности применения универсальной теплоэнергетической установки на базе

поршневого парового двигателя Опубликовано по лицензии IOP Publishing Ltd журнал физики: серия конференций, Том 1652, 15-я Международная научно-техническая конференция (PESPC) 2020, 6-9 октября 2020 года, Саратов, Российская Федерация https://doi.org/10.1088/1742-6596/1652/1/012023.

5. Разуваев А.В., Редько И.Я., Разуваев В.А. Разработка методов энергосбережения элементов теплоснабжения. Сантехника. Отопление. Кондиционирование. № 8 (260), 2023, С. 32–36.

6. Редько И.Я., Разуваев А.В. К вопросу создания многофункциональных энерготехнологических комплексов // Энергия единой сети. – 2023. № 5–6.

УДК 621. 039.4

Моделирование системы автоматического регулирования частоты вращения турбопитательного насоса атомной станции

Белопахова Алиса Алексеевна, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
Мефедова Юлия Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассматривается имитационная модель системы автоматического регулирования частоты вращения турбопитательного насоса (ТПН) атомной станции в среде SimInTech, разработанная на основе анализа технологической схемы. Проанализированы режимы работы ТПН как объекта регулирования с последующим моделированием САР в режимах разворота и поддержания частоты вращения. Произведена оценка влияния параметров ПИ- и ПИД-регуляторов на качество динамических процессов в системе с учетом отработки возмущающего воздействия.

При мощности энергоблока с реактором ВВЭР-1000 более 500 МВт подача питательной воды в парогенераторы происходит при помощи двух турбопитательных насосов с расходом подачи 6 т/час (каждый по 3 т/час). В состав турбопитательного насосного агрегата входят: бустерный насос, зубчатая муфта, редуктор, приводная паровая турбина, главный питательный насос [1]. Бустерный (БН) и главный питательный (ПН) насосы образуют единый агрегат и приводятся в действие одной

турбиной: бустерный – с одного конца вала через понижающий редуктор, питательный – с другого конца вала напрямую.

Бустерный (предвключенный) насос предназначен для подачи питательной воды из деаэраторов с давлением 0,7 МПа в главный ПН и обеспечения его бескавитационной работы. Конденсационная паровая турбина с переменной частотой вращения предназначена для привода главного питательного и предвключенного насосов.

ТПН как объект регулирования рассматривается в САР в следующих режимах, представленных в таблице 1 [2]. В работе рассмотрены режимы разворота «РР» и поддержания частоты вращения «РЧ». В обоих случаях задача автоматической системы регулирования заключается в поддержании нулевого значения рассогласования:

$$\varepsilon_{РЧ} = n_{зад} - n_{тек}\ , \qquad (1)$$

где $n_{зад}$ – заданное значение частоты вращения ТПН, не превышающее 3500 $м^3/ч$; $n_{тек}$ – текущее значение частоты вращения ТПН, диапазон значений от 2650 до 4400 $м^3/ч$.

Таблица 1

Режимы работы ТПН как объекта регулирования

Режим / Расшифровка	Точность	Рассогласование (ошибка), ε	Задача регулятора
РР / Режим разворота ТПН	± 50 об/мин	$\varepsilon_{РР} = n_{зад} - n_{тек}$ $n_{зад}$ – заданное значение частоты вращения ТПН; $n_{тек}$ – текущее значение частоты вращения ТПН.	Осуществляется разворот ТПН с фиксированной скоростью набора оборотов.
РЧ / Режим поддержания частоты вращения ТПН	± 50 об/мин	$\varepsilon_{РЧ} = n_{зад} - n_{тек}$ $n_{зад}$ – заданное значение частоты вращения ТПН; $n_{тек}$ – текущее значение частоты вращения ТПН.	Поддерживается заданное значение частоты вращения ТПН равное текущему в момент включения регулятора.
РП / Режим производительности	± 1 $кгс/см^2$	$\varepsilon_{РП}=B_{ЗАД}-\Delta P/(K\cdot maxF_п + C)^2 + \alpha\cdot\varepsilon_{ОРП}$ $B_{ЗАД}$ – заданное значение, равное 18,6 %; $maxF_п$ – максимальный расчетный расход пара от одного из ПГ; $\varepsilon_{ОРП}$ – среднее арифметическое рассогласование с учетом зоны нечувствительности регулятора питания ПГ; ΔP – текущая разность между давлением в коллекторе ПВ за ПВД и давлением пара в ГПК; K,C, α – коэффициенты.	Поддерживается заданное значение перепада между давлением ПВ в коллекторе за ПВД и давлением пара в ГПК, изменяющееся пропорционально изменению расхода пара, вырабатываемого парогенераторами

РМР / Режим максимального расхода	± 100 т/ч	$\varepsilon_{РМР} = F_{ПВЗАД} - F_{ПВ}$ $F_{ПВЗАД}$ – заданное значение расхода воды за ТПН; $F_{ПВ}$ – текущее значение расхода воды за ТПН.	Поддерживается заданное значение расхода за ТПН равным 4200 т/ч.

Технологическая схема САР частоты вращения ТПН в режиме «РЧ» и «РР» приведена на рис. 1 [2]. На ее основе разработана функциональная схема САР (рис. 2), а впоследствии имитационная модель в среде SimInTech (рис. 3) [3].

Механизмом управления турбиной в данной САР является исполнительный механизм (ИМ) совместно с регулирующим клапаном (РК). На имитационной модели (рис. 3) ИМ представлен в виде двух блоков: апериодического и интегрального звена с ограничением по крайним положениям, а РК в виде усилительного звена. Пускатель представлен в виде нелинейного элемента типа «Релейное звено с зоной нечувствительности». Паровая турбина описана апериодическим звеном 1 порядка, а ТПН тем же звеном с единичным коэффициентом и малой постоянной времени, что позволит выставлять начальные значения частоты вращения.

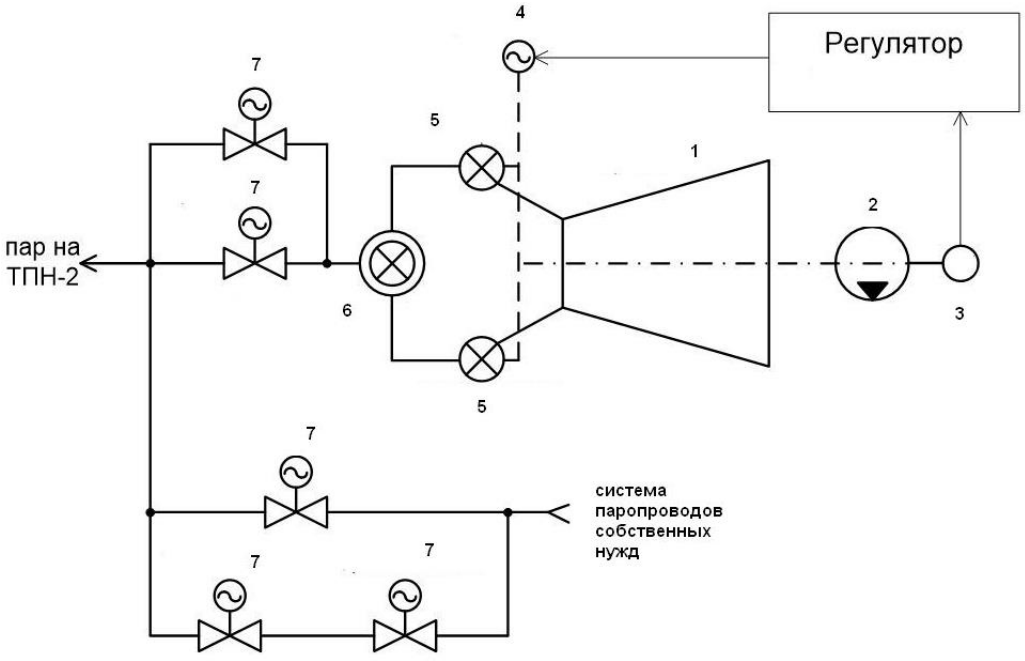


Рис. 1. Технологическая схема САР ТПН в режимах «РЧ» и «РР»:
1 – конденсационная паровая турбина; 2 – главный питательный насос; 3 – датчик частоты вращения; 4 – электропривод регулирующего клапана; 5 – регулирующий клапан; 6 – стопорный клапан; 7 – задвижка

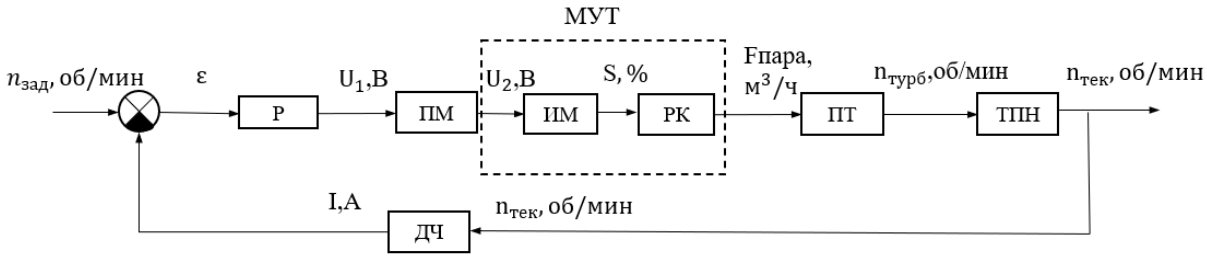


Рис. 2. Функциональная схема САР работы ТПН в режиме «РЧ» и «РР»: Р – регулятор; ПМ – пусковой механизм; ИМ – исполнительный механизм; РК – регулирующий клапан; МУТ – механизм управления турбиной; ПТ – паровая турбина; ТПН – турбопитательный насос; ДЧ – датчик частоты вращения ротора

В режиме «РЧ» задающее воздействие сформировано блоком «Константа», а в режиме «РР» – блоком «Линейный источник» для формирования требуемого набора частоты вращения во времени с ограничителем верхнего диапазона на уровне 3500 об/мин. Для того чтобы на сумматоре происходило сравнение токовых сигналов, предусмотрен блок преобразования частоты вращения в токовый сигнал с коэффициентом усиления, равным коэффициенту преобразования датчика частоты вращения, включенного в обратную связь.

Ошибка регулирования после сумматора обрабатывается в регуляторе с ПИ- либо ПИД-законом регулирования для обеспечения точности работы и заданного качества переходных процессов.

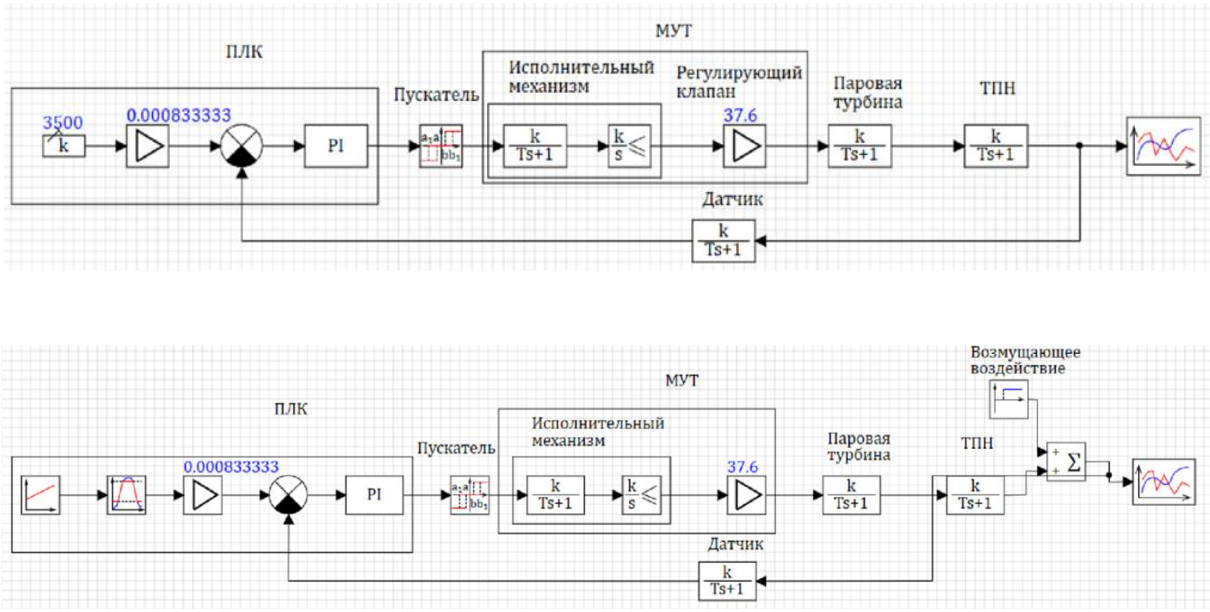
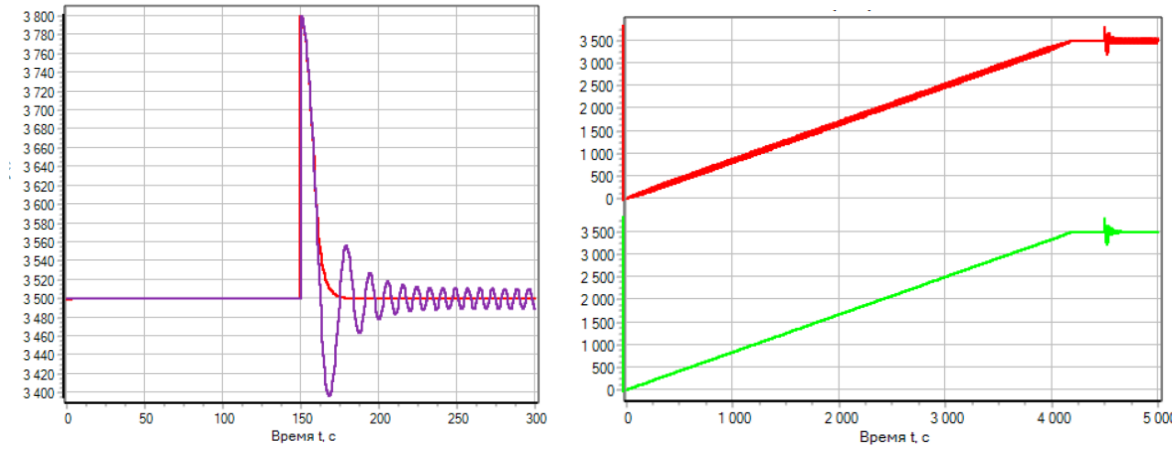


Рис. 3. Имитационная модель САР в SimInTech в режимах «РЧ» и «РР»

В результате моделирования получены графики переходного процесса, представленные на рис. 4.



а б

Рис. 4. Переходный процесс САР: а – в режиме «РЧ»; б – в режиме «РР»

В режиме «РЧ» (рис. 4а) САР поддерживает заданную частоту вращения на момент включения режима 3500 об/мин. В момент времени 150 с в систему искусственно введено возмущение, увеличивающее частоту вращения до 3800 об/мин. Данное возмущение отрабатывается регулятором и обороты выходят на требуемый уровень. Методом вариации параметров подобраны значения ПИ- и ПИД-регуляторов, при этом ПИ-регулятор вносит колебательность в работу системы, обусловленную наличием нелинейного элемента (пускателя).

В режиме «РР» САР должна увеличивать частоту вращения от толчка ротора до номинальной мощности за минимальное время, которое зависит от времени простоя: за 1,17 часа из холодного состояния после простоя свыше 48 часов и за 0,58 часа после простоя 8 часов. На рис. 4б смоделирована первая ситуация – выход на 3500 об/мин осуществлено за 4090 с (1,17 часа). Далее также введено возмущающее воздействие, которое отрабатывается САР. ПИ-регулятор также дает небольшие автоколебания, что менее благоприятно по сравнению с работой ПИД-регулятора.

Разработанные модели могут быть использованы в образовательном процессе для понимания принципа регулирования частоты вращения турбопитательного насоса и оценки влияния параметров ПИД-регулятора на переходные процессы с возмущающими воздействиями в рассматриваемых режимах работы.

Литература

1. Интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению турбопитательными насосами Калининской АЭС / В. А. Горбунов, Н. А. Лоншаков, С.

С. Теплякова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2024. – № 3. – С. 125-140.

2. Система автоматического регулирования разворота, частоты вращения и производительности ТПН-1,2 // Техническое описание системы цифрового автоматического регулирования ТО.1,2.САР.ЦТАИ/04. - Балаково: 50 с.

3. Карташов, Б.А. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования. / Б.А. Карташов, Е.А. Шабаев, О.С.Козлов, А.М. Щекатуров – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.

УДК 621.311, 621.398, 621.311.4-52

Разработка универсальной системы цифровизации электрической подстанции

Галаган Дмитрий Александрович, студент специальности
«Электроэнергетика и электротехника»;
Краснолудский Николай Викторович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Статья посвящена разработке универсальной системы цифровизации электрической подстанции. Выявлена актуальность и проблематика темы. Выбрано оборудование и описано предлагаемое решение. Создан макет цифровой подстанции. Разработана интерактивная система её дистанционного мониторинга и управления. Проведено исследование работы и эффективности предлагаемого решения.

Глобальная цифровизация электроэнергетики очень актуальна и крайне перспективна. Она позволит в реальном времени дистанционно отслеживать параметры электрических сетей и изменять их в ручном или автоматическом режиме, значительно увеличить скорость обнаружения, выявления причин и ликвидации аварий, уменьшить количество и снизить вероятность допущения ошибок персоналом, повысить эффективность работы энергосистем, увеличить показатели надёжности и качества электроснабжения потребителей, снизить издержки на сооружение и эксплуатацию объектов электроэнергетики, и многое другое. В связи с этим, существуют,

развиваются и активно внедряются в объекты электроэнергетики коммерческие решения цифровизации, например «цифровые подстанции».

Коммерческие предложения цифровизации объектов электроэнергетики представляют собой сложные распределённые системы, требующие совместимого цифрового измерительного и коммутационного оборудования [1]. В настоящее время работает и имеет большой запас по сроку эксплуатации подавляющее количество «традиционных» электрических подстанций, не обеспеченных требуемым дорогостоящим цифровым оборудованием. В связи с этим, при внедрении коммерческих средств цифровизации на действующем электроэнергетическом объекте, необходимо заменить вполне работоспособное оборудование на более современное совместимое, что неизбежно ведёт к довольно большим дополнительным затратам. Таким образом, проблемой глобальной цифровизации электроэнергетики является неприспособленность коммерческих решений цифровизации к подавляющему количеству уже существующих «традиционных» электроэнергетических объектов, а соответственно и нерентабельность их задолго-преждевременной модернизации.

В связи с этим было принято решение разработать универсальную систему цифровизации электрической подстанции. Под универсальностью системы подразумевается возможность её эффективного внедрения в электрические подстанции без необходимости использования совместимого цифрового оборудования. Основная идея заключается в использовании разрабатываемой системой установленных в «традиционных» электрических подстанциях аналоговых измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения, выключателей и коммутационного оборудования с дискретной обратной связью. Коммерческие решения цифровизации подстанции же используют дорогостоящие совместимые электронные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения с цифровым интерфейсом и коммутационное оборудование с интегрированными в привод цифровыми устройствами [1]. Разрабатываемая система цифровизации должна обеспечивать возможности интеграции в существующие подстанции, дистанционного мониторинга и управления оборудованием, резервирования систем защиты и автоматики, программной совместимости с коммерческими решениями цифровизации подстанции для глобальной цифровизации электроэнергетической отрасли.

Согласно совокупности требований, предъявляемых к разрабатываемой системе, наиболее целесообразно в реальном времени собирать данные о работе подстанции, на основании получаемых данных проводить резервирование систем защиты и автоматики, и осуществлять удалённую двухстороннюю связь с системой

дистанционного мониторинга и управления, а программную совместимость с коммерческими решениями цифровизации обеспечивать внешними средствами. Дистанционный мониторинг и управление, как и совместимость, можно реализовать посредством сети интернет.

Для разрабатываемой системы было выбрано и проверено на удовлетворение требованиям следующее оборудование:

– Микропроцессор Wemos D1 mini, имеющий встроенный модуль Wi-Fi-связи, 11 цифровых портов ввода/вывода, шины связи I2C, One-Wire, частоту 80 или 160 МГц, 4 Мб Flash- и 80 кБ RAM-памяти;

– Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) ADS1115, имеющие разрешение 16 бит, тип интерфейса I2C, 4 несимметричных или 2 дифференциальных входа, скорость обработки данных 8-860 выборок/сек, напряжение входа ±6,144 В;

– Аналоговые датчики переменного напряжения ZMPT101B до 1000 В. Предназначены для понижения вторичного напряжения измерительных трансформаторов напряжения подстанции (обычно 100 В) до уровня, требуемого АЦП;

– Аналоговые датчики тока (на эффекте Холла) ACS712 30A, с максимальным измеряемым током 30 А и чувствительностью 66 мВ/А. Предназначены для преобразования вторичных токов измерительных трансформаторов тока подстанции (обычно 1 или 5 А) в аналоговое значение напряжения, необходимого для АЦП;

– Входные сдвиговые регистры 74PC165, имеющие разрядность параллельного входа 8 бит, три сигнальных линии передачи данных, максимальную частоту 100 МГц. Планируется использовать в случае недостатка дискретных входов микропроцессора для дублирующих состояние контактов коммутационных аппаратов подстанции;

– Цифровые датчики температуры DS18B20, имеющие диапазон измерения температуры -55 – 125 ºС, протокол обмена данными One-Wire, расширение 9-12 бит. Предназначены для измерения температуры оборудования подстанции;

– Блок питания со стабилизированным постоянным выходным напряжением 5 В.

Выбранное оборудование разрабатываемой системы является дешёвым, популярным, доступным в Российской Федерации, и полностью удовлетворяющим требованиям. Разрабатываемая универсальная система цифровизации электрической подстанции, судя по выбранному оборудованию, окажется достаточно компактной, что обеспечит простоту монтажа прямо в шкаф релейной защиты и автоматики подстанции.

Подключение разрабатываемой универсальной системы цифровизации подстанции производится следующим образом. Постоянное питание 5 В подключается параллельно ко всем модулям системы. Ко вторичным цепям измерительных трансформаторов подстанции подключаются соответствующие датчики. Датчики напряжения ZMPT101B подключаются параллельно вторичным обмоткам измерительных трансформаторов напряжения подстанции. Датчики тока ACS712 подключаются последовательно вторичным обмоткам измерительных трансформаторов тока подстанции. Выходы аналоговых датчиков подключаются к несимметричным входам аналогово-цифровых преобразователей ADS1115, причем, рекомендуется датчики разных уровней напряжения подстанции подключать к разным АЦП. АЦП ADS1115 подключаются к микропроцессору Wemos D1 mini параллельно по двухпроводной шине связи I2C. Коммутационное оборудование и их дублирующие контакты подключаются к цифровым портам микропроцессора. Газовое реле трансформатора подключается к цифровым портам микропроцессора. Датчики температуры DS18B20 подключаются параллельно по шине связи One-Wire к микропроцессору Wemos D1 mini.

Для детального практического исследования работы и эффективности разрабатываемой универсальной системы цифровизации подстанции был создан соответствующий макет. В целях значительной экономии при создании макета, практически без потери точности дальнейших его исследований, было принято решение сделать макет однофазным, в отличие от реальных трёхфазных электрических подстанций. Монтажная схема макета цифровой подстанции, составленная в программе Fritzing, изображена на рисунке 1. Переменное однофазное сетевое напряжение, через последовательно (в разрыв цепи) подключенные электромагнитное реле (1) и датчики тока ACS712 (2), а также параллельно подключенный датчик напряжения ZMPT101B (3), подаётся на первичную обмотку силового понижающего трансформатора (4). Вторичная обмотка трансформатора (4) при этом, так же подключенная через параллельно присоединённый датчик напряжения (3), последовательно подключенные датчики тока (2) и электромагнитное реле (1), питает нагрузку – лампу накаливания (5). Все модули системы макета подключены параллельно к источнику питания постоянного напряжения 5 В (6, красный и чёрный провода). Аналоговые датчики тока ACS712 (2) и напряжения ZMPT101B (3) подключены к несимметричным входам аналогово-цифровых преобразователей (АЦП) ADS1115 (9) (оранжевые провода). АЦП (9) подключены к микропроцессору Wemos D1 mini (10) параллельно по двухпроводной шине связи I2C (желтые провода). Датчик температуры

(трансформатора) DS18B20 (7) подключен к микропроцессору (10) по однопроводной шине связи One-Wire (розовый провод). Кнопка имитации срабатывания газового реле трансформатора (на сигнал или на отключение) (8) подключена к цифровому порту микропроцессора (10) (пурпурный провод). Электромагнитные реле (1) подключены к цифровым портам микропроцессора (10) (голубые провода). Зуммер (активный) (разг. «пищалка») (11), используемый для подачи предупредительного или аварийного звукового сигнала, подключен к цифровому порту микропроцессора (10) (красный провод).

Датчики тока на каждом проводе (фазе и нуле) нужны для реализации дифференциальной защиты трансформатора. Выключатель (электромагнитно реле) со стороны нагрузки необходим для дальнейшего моделирования большинства типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций [2].

Программирование микропроцессора Wemos D1 mini реализовано на языке C++ в интегрированной среде разработки Arduino IDE.

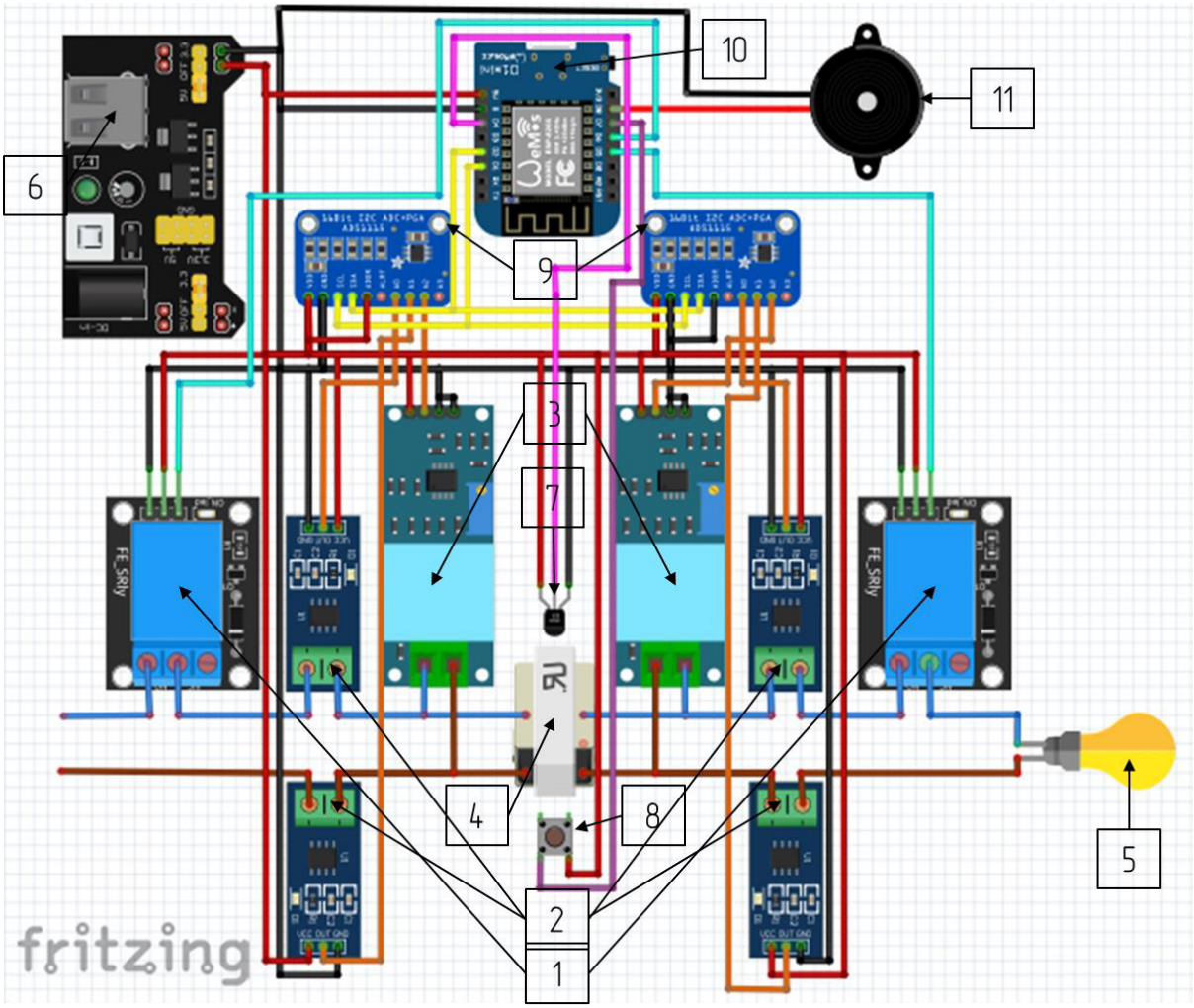


Рис. 1. Монтажная схема макета цифровой подстанции

Для внедрения разработанной универсальной системы цифровизации электрической подстанции в реальные подстанции можно пользоваться монтажной схемой макета цифровой подстанции, с учётом того, что реальные подстанции обычно трёхфазные, и датчики тока и напряжения подключаются ко вторичным обмоткам соответствующих измерительных трансформаторов, как описано выше.

Для отображения в реальном времени оператору электрических параметров, дискретных состояний коммутационных аппаратов, наличия повреждений и отклонений от нормальных режимов работы, температуры оборудования и прочей информации о работе подстанции, а также возможности удалённого управления подстанцией, включая управление коммутационными аппаратами и изменение уставок релейной защиты и автоматики подстанции в ручном режиме, была разработана интерактивная система дистанционного мониторинга и управления. Она представляет собой одностраничный сайт, написанный на языке разметки гипертекста HTML5, языке разметки векторной масштабируемой графики SVG, каскадных таблицах стилей CSS, и языке программирования JavaScript. Двухсторонняя связь в реальном времени системы дистанционного мониторинга и управления с микропроцессором организована по сети интернет через сторонний веб-сервер на протоколе связи WebSocket.

Интерфейс системы разработан в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56303-2014 [3]. Интерфейс разработанной системы дистанционного мониторинга и управления для макета цифровой подстанции представлен на рисунке 2.

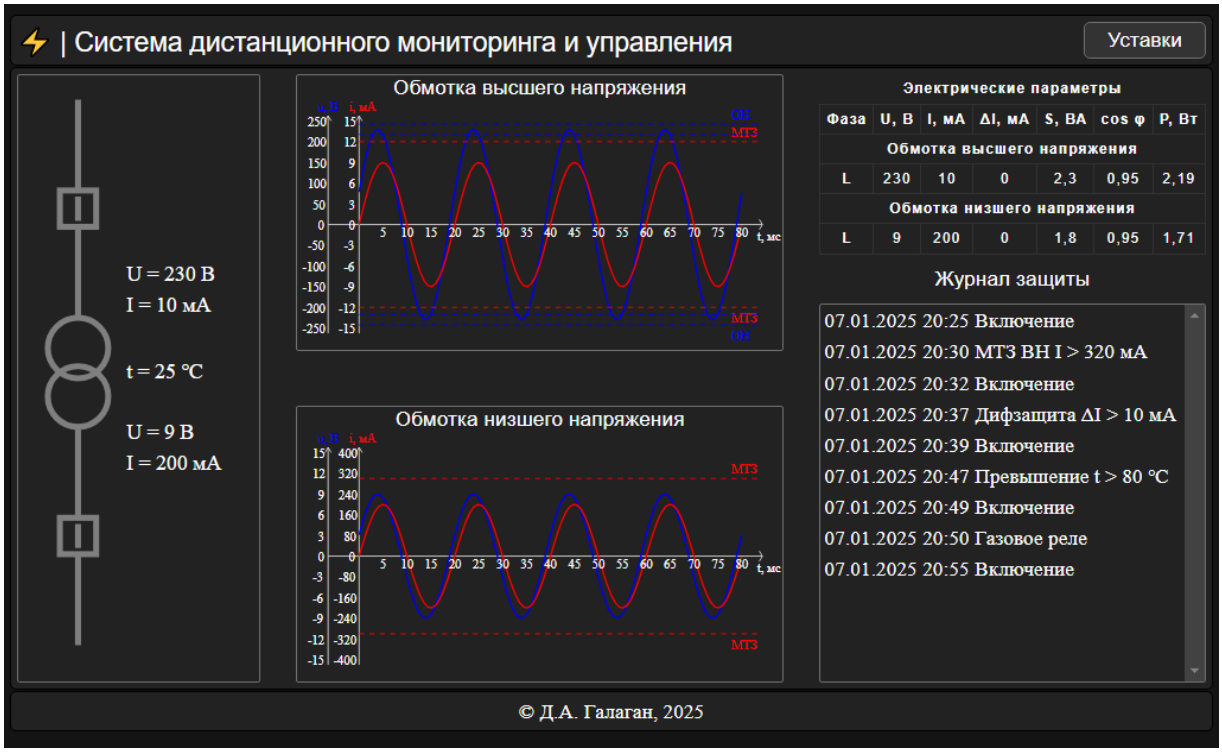


Рис. 2. Разработанная система дистанционного мониторинга и управления

В верхнем колонтитуле расположен логотип и название системы, а также кнопка вызова менеджера уставок. Ниже слева представлена схема подстанции, с изображёнными на ней выключателями и трансформатором, рядом с которым отображаются текущие параметры напряжений и токов обмоток трансформатора, и его температура. Вертикальная черта обозначает включенное состояние выключателей, а горизонтальная – выключенное [3]. Управление выключателями осуществляется нажатием на них левой кнопкой мыши, с последующим подтверждением действия во всплывающем диалоговом окне. Далее следуют графики напряжений и токов обмотки высшего и низшего напряжения соответственно, с отображением значений некоторых уставок. Затем таблица электрических параметров первичной и вторичной обмотки трансформатора. После этого следует журнал срабатывания релейной защиты и автоматики, а также команд оператора.

Система дистанционного мониторинга и управления электрооборудованием подстанции, как и системы защиты и автоматики работают корректно. Функции защиты и автоматики срабатывают при перегрузке, имитации различных видов повреждений и замыканий. Информация о работе подстанции, всех измеренных величинах и текущих повреждениях передаётся и отображается в системе дистанционного мониторинга и управления. Команды включения и отключения выключателей, а также изменения уставок защиты, передаваемые макету подстанции с системы дистанционного мониторинга и управления, выполняются. Разработанная система обладает такими преимуществами, как дешевизна, модульность, компактность, гибкость настройки и конфигурации, отсутствие необходимости использования дорогостоящего совместимого оборудования.

В заключение хочется сказать, что разработанная универсальная система цифровизации электрической подстанции и система дистанционного мониторинга и управления вполне пригодны для использования. Применение разработанных систем не ограничивается только подстанциями, они также могут эффективно использоваться для цифровизации, дистанционного мониторинга и управления, защиты и автоматики промышленного и бытового электрооборудования, при их соответствующей конфигурации и настройке.

Литература

1. СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС : стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» : издание

официальное : утверждён и введён в действие Приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 26 января 2020 г. № 68 : введён впервые : - Москва : ПАО «ФСК ЕЭС», 2020. – 122 с. – Текст : непосредственный.

2. ГОСТ Р 59279-2020. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электрические сети. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств от 35 до 750 кВ подстанций. Типовые решения. Рекомендации по применению : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 декабря 2020 г. № 1375-ст : введён впервые : - Москва : Стандартинформ, 2021. – 150 с. – Текст : непосредственный.

3. ГОСТ Р 56303-2014. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики. Общие требования к графическому исполнению : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2014 г. № 1984-ст : введён впервые : - Москва : Стандартинформ, 2015. - 16 с. - Текст : непосредственный.

УДК 519.718.2

Разработка дерева отказов для системы охлаждающей воды ответственных потребителей атомной станции с реактором ВВЭР-1200

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная физика и технологии»;
Иленев Семен Александрович, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье проводится анализ надежности системы охлаждающей воды ответственных потребителей с использованием дерева отказов. Производится расчет для каждой ветки дерева, определяющей вероятность возникновения отказа в соответствующей подсистеме, приводящего к отказу канала системы. Результаты

расчета демонстрируют вероятность отказа технологического канала при отсутствии реализованных организационно-технических мер, направленных на ликвидацию отклонения.

Расчет надежности системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ удобнее проводить с использованием дерева отказов, что является наиболее эффективным для анализа надежности сложных технологических систем.

Дерево отказов позволяет представить логику возникновения отказа системы РЕ в виде графической модели, что отображает, как именно взаимодействуют различные компоненты и события, приводя к общему отказу. Применительно к системе РЕ, дерево отказов учитывает не только отказ отдельных элементов оборудования или оборудования в целом, но и внешние факторы, в том числе и влияние окружающей среды на технологические параметры системы и целостность оборудования брызгальных бассейнов 11,12UUR.

Вершиной дерева отказов для технологического канала системы охлаждающей воды ответственных потребителей РЕ является авария на данном канале, появляющаяся при возникновении следующих событий:

– возникновение предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR;

– возникновение предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации насосного агрегата 10PEC11(12,21,22,31,32,41,42)AP01;

– возникновение предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации водоочистных вращающихся сеток 10PEA10(20,30,40)AT101;

Дерево отказов позволяет провести качественный анализ возможного возникновения комбинации событий, приводящей к аварии технологического канала системы РЕ, а также количественный анализ, для вычисления вероятности отказа канала на основе вычисленных вероятностей отказов его компонентов и наступления нежелательных событий, связанных с внешними факторами [1].

Дерево отказов для технологического канала системы РЕ учитывает разные типы связей, такие как последовательное и параллельное соединения элементов.

На рисунке 1 представлена часть дерева отказов для брызгального бассейна 11,12URR.

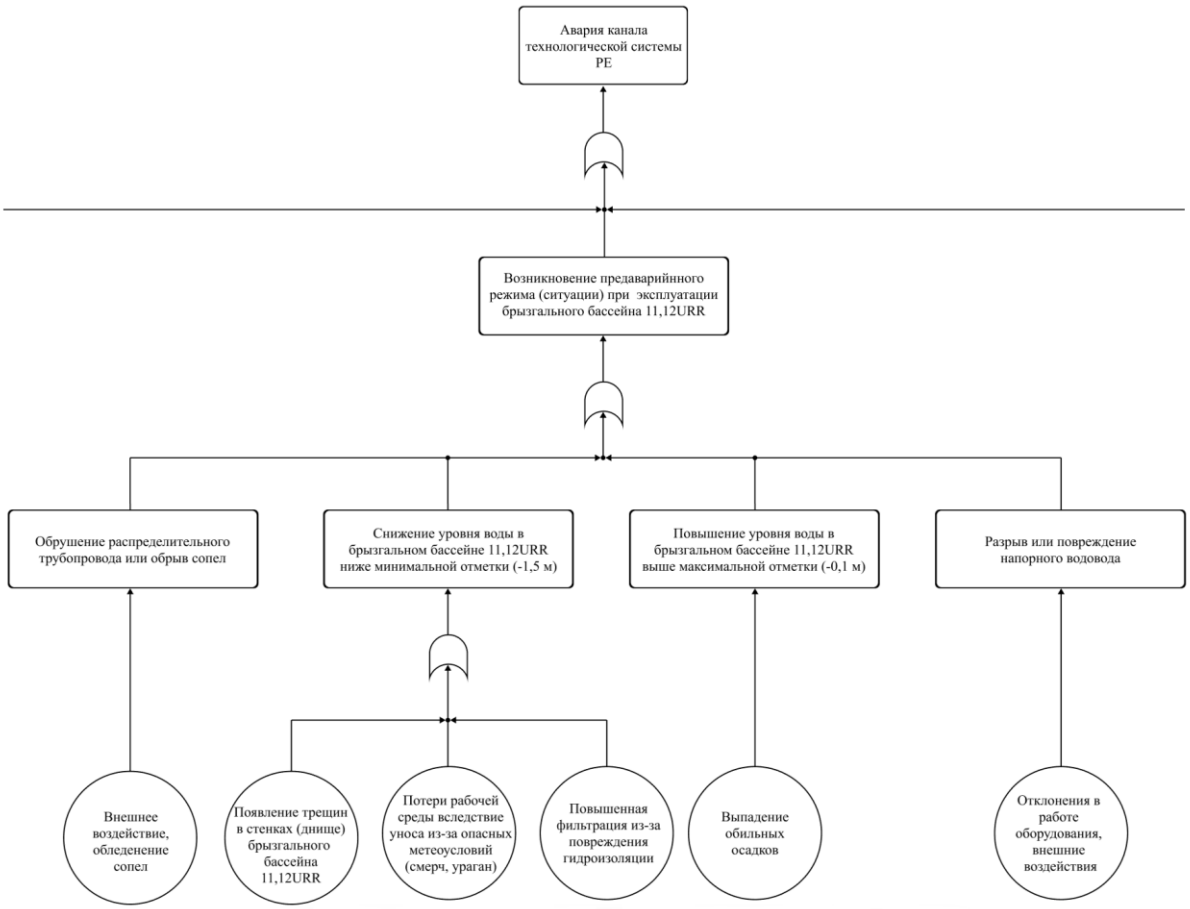


Рис. 1. Часть дерева отказов для брызгального бассейна 11,12URR

Для вычисления вероятности возникновения предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR, необходимо оценить вероятность появления каждого из нежелательных событий, расположенных на листьях дерева отказов технологического канала системы PE.

Обрушение распределительного трубопровода или обрыв сопел может быть связано с внешним воздействием со стороны окружающей среды или с возможным обледенением сопел, при эксплуатации системы PE в зимний период. Обледенение сопел может произойти при совпадении нескольких факторов, таких как пониженная температура воздуха в зимний период (ниже 0 ºС), высокая влажность (дождь, конденсация), наличие ветра (усиление охлаждения через эффект ветра), температура воды в соплах значительно ниже температуры окружающего воздуха. Вероятность обледенения сопел рассчитывается по формуле:

$$P_{обледенение} = P_{\downarrow t0} \cdot P_{\uparrow влажность} \cdot P_{ветер} \cdot P_{t1>t2}; \quad (1)$$

где $P_{\downarrow t0}$ – вероятность температуры воздуха менее 0 ºС; $P_{\uparrow влажность}$ – вероятность высокой влажности (дождь или конденсация); $P_{ветер}$ – вероятность усиления охлаждения

за счет эффекта ветра; $P_{t1>t2}$ – вероятность наличия температуры охлаждающей воды в соплах ниже температуры окружающего воздуха.

Зададим значения $P_{\downarrow t0}$, $P_{\uparrow влажность}$, $P_{ветер}$ с учетом субъективной оценки наличия воздействия данных факторов на сопла системы РЕ. Тогда, $P_{\downarrow t0} = 0,8$, $P_{\uparrow влажность} = 0,25$, $P_{ветер} = 0,7$. Температура охлаждающей воды системы РЕ в зимний период при эксплуатации всегда имеет температуру больше, чем температура воздуха (15 ºС в «зимнем режиме»), из-за чего вероятность наличия температуры охлаждающей воды в соплах ниже температуры окружающего воздуха очень низкая, относительно других вероятностей, учитываемых при расчете вероятности обледенения сопел и равна $P_{t1>t2} = 0,01$. После подстановки числовых значений вероятностей в формулу (1), получаем вероятность обледенения сопел $P_{обледенение} = 0,8 \cdot 0,25 \cdot 0,7 \cdot 0,01 = 0,0014.$

Появление трещин в стенках или днище брызгального бассейна 11,12URR определим исходя из срока его эксплуатации. В промышленности дефекты в железобетонных конструкциях чаще всего проявляются из-за ошибок в проектировании и эксплуатации. Предположим, что брызгальный бассейн эксплуатируется более 5 лет и является новой конструкцией, эксплуатируемой по стандартам, тогда вероятность появления трещин составляет менее 5%, то есть $P_{трещин} = 0,05$.

Для расчета вероятности уноса охлаждающей воды вследствие урагана будем учитывать вероятность возникновения урагана и вероятность уноса рабочей среды. Вероятность образования урагана в зимний период $P_{урагана} = 0,001$, вероятность уноса рабочей среды $P_{уноса} = 0,2$, тогда общая вероятность потери охлаждающей воды:

$$P_{потери} = P_{урагана} \cdot P_{уноса} \qquad (2)$$

где $P_{урагана}$ – вероятность образования урагана в зимний период; $P_{уноса}$ – вероятность уноса охлаждающей воды из-за образования урагана.

После подстановки числовых значений в формулу (2), получаем значение вероятности потери рабочей среды $P_{потери} = 0,001 \cdot 0,2 = 0,0002$.

Таким образом, вероятность уноса рабочей среды из брызгального бассейна 11,12URR в результате урагана в зимний период составляет около 0,02 %.

Оценка вероятности образования обильных осадков, приводящих к увеличению уровня воды в брызгальном бассейне 11,12URR, зависит от среднего уровня осадков в регионе. Увеличению уровня в брызгальном бассейне 11,12URR способствуют только

сильный дождь (30-50 мм) и ливень (≥50 мм). В регионе с умеренным климатом за 3 месяца случается в среднем 10 ливней и 7 средних дождей, тогда их вероятности появления за 3 месяца $P_{дождь} = \frac{7}{90} = 0,07$, $P_{ливень} = \frac{10}{90} = 0,11$.

Вероятность выпадения обильных осадков, способствующих увеличению уровня в брызгальном бассейне 11,12URR, определяется как вероятность наступления хотя бы одного из двух независимых событий:

$$P_{осадки} = P_{дождь} + P_{ливень} - P_{дождь} \cdot P_{ливень} \quad (3)$$

где $P_{дождь}$ – вероятность среднего дождя за 3 месяца; $P_{ливень}$ – вероятность ливня за 3 месяца.

При подстановке числовых значений в формулу (3) получаем вероятность выпадения обильных осадков $P_{осадки} = 0,07 + 0,11 - 0,07 \cdot 0,11 = 0,17.$

Напорный водовод, который эксплуатируется более 5 лет и является новой конструкцией, эксплуатируемой по стандартам, имеет среднюю интенсивность отказов за год $\lambda_{год} \approx 0,02$ (2%). Интенсивность отказов равномерно распределена по времени, следовательно, за 3 месяца она будет пропорциональная годовой интенсивности $\lambda_{3} = \lambda_{год} \cdot \frac{3}{12} = 0,005$.

Тогда вероятность отказа (повреждения) напорного водовода брызгального бассейна 11,12URR:

$$P_{повр.водовода} = 1 - e^{-\lambda_3 t} \quad (4)$$

где λ_3 – интенсивность отказов напорного водовода за 3 месяца.

После подстановки числовых значений в формулу (4), получаем вероятность повреждения напорного водовода за 3 месяца $P_{повр.водовода} = 1 - e^{-0,005 \cdot 2160} = 2 \cdot 10^{-5}$.

Таким образом, вероятность отказа напорного водовода составляет 0,002 %, что находится в диапазоне вероятности безотказной работы для новых инженерных систем.

Вероятность повышенной фильтрации воды из-за повреждения гидроизоляции зависит от ее состояния, возраста и условий эксплуатации. Исходя из приближенной оценки, вероятность повреждения гидроизоляции, эксплуатируемой более 5 лет, примем равной $P_{гидро.изол} = 0,03$.

Исходя из проведенных расчетов, получаем, что вероятность обрушения распределительного трубопровода или сопел $P_{обруш.сопел} = P_{обледенение} = 0,0014$. Вероятность повышение уровня воды в брызгальном бассейне 11,12URR выше

максимальной отметки (-0,1 м) $P_{\uparrow уровень} = P_{осадки} = 0,17$. Вероятность разрыва или повреждения напорного водовода $P_{повр.разрыв} = 2 \cdot 10^{-5}$. Вероятность снижение уровня воды в брызгальном бассейне 11,12URR ниже минимальной отметки (-1,5 м) рассчитывается исходя из вероятности появления хотя бы одного из трех событий, способствующих этому увеличению. Сложим вероятности отдельных событий:

$$P_{потери} + P_{гидро.изол} + P_{трещин} = 0,0802.$$

Вычтем вероятности попарного пересечения:

$$P_{потери} \cdot P_{гидро.изол} + P_{потери} \cdot P_{трещин} + P_{трещин} \cdot P_{гидро.изол} = 0,00166.$$

Добавим вероятность совместного наступления всех трех событий:

$$P_{потери} \cdot P_{трещин} \cdot P_{гидро.изол} = 3 \cdot 10^{-7}.$$

Тогда вероятность снижение уровня воды в брызгальном бассейне 11,12URR ниже минимальной отметки (-1,5 м) $P_{\downarrow уровень} = 0,08002 - 0,00166 + 3 \cdot 10^{-8} \approx 0,082$.

Возникновение предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR может произойти при наступлении хотя бы одного из четырех независимых событий.

Поскольку события независимы, вероятность того, что не произойдет ни одно из них, равна произведению вероятностей того, что каждое событие не произойдет $P_{11,12URR} = 0,918 \cdot 0,83 \cdot 0,9986 \cdot 0,99998 = 0,7626$.

Таким образом, вероятность возникновения предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR:

$$Q_{11,12URR} = 1 - P_{11,12URR} = 1 - 0,7626 = 0,2374. \quad (5)$$

где $P_{11,12URR}$ – вероятность безотказной работы брызгального бассейна 11,12URR при условии отсутствия принятых мер по устранению предаварийных отклонений.

Следовательно, вероятность возникновения предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR составляет 23,74% при отсутствии действий, направленных на устранение предаварийных отклонений [2].

Аналогичным образом производится расчет вероятностей отказов систем РЕС и РЕА, части общего дерева отказов для которых представлены на рисунках 2 и 3.

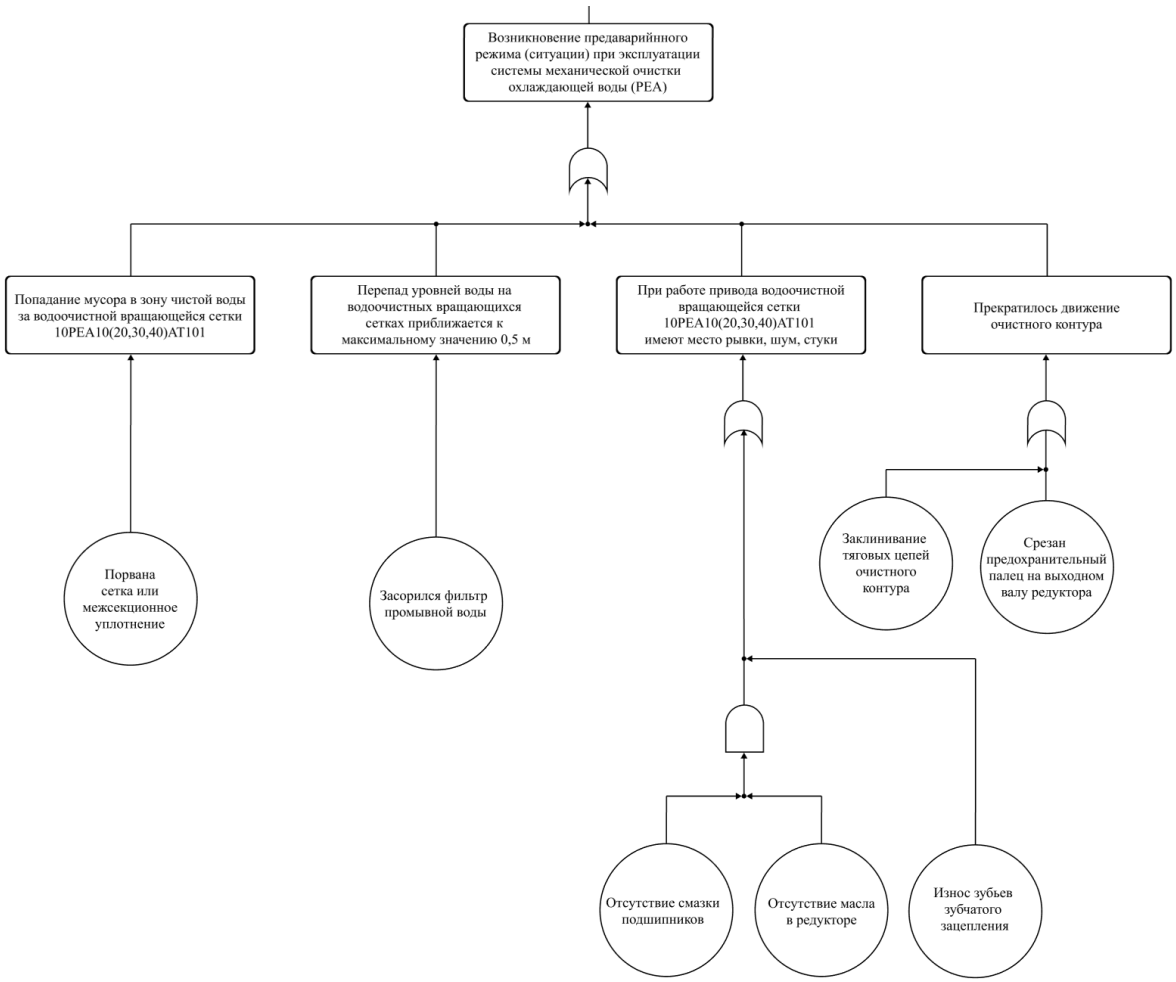


Рис. 2. Часть дерева отказов для системы PEA

Вероятность возникновения предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации водоочистных вращающихся сеток 10PEA10(20,30,40)AT101:

$$Q_{PEA} = 1 - P_{PEA} = 1 - 0,965 = 0,035 \quad (6)$$

где P_{PEA} – вероятностью безотказной работы системы PEA.

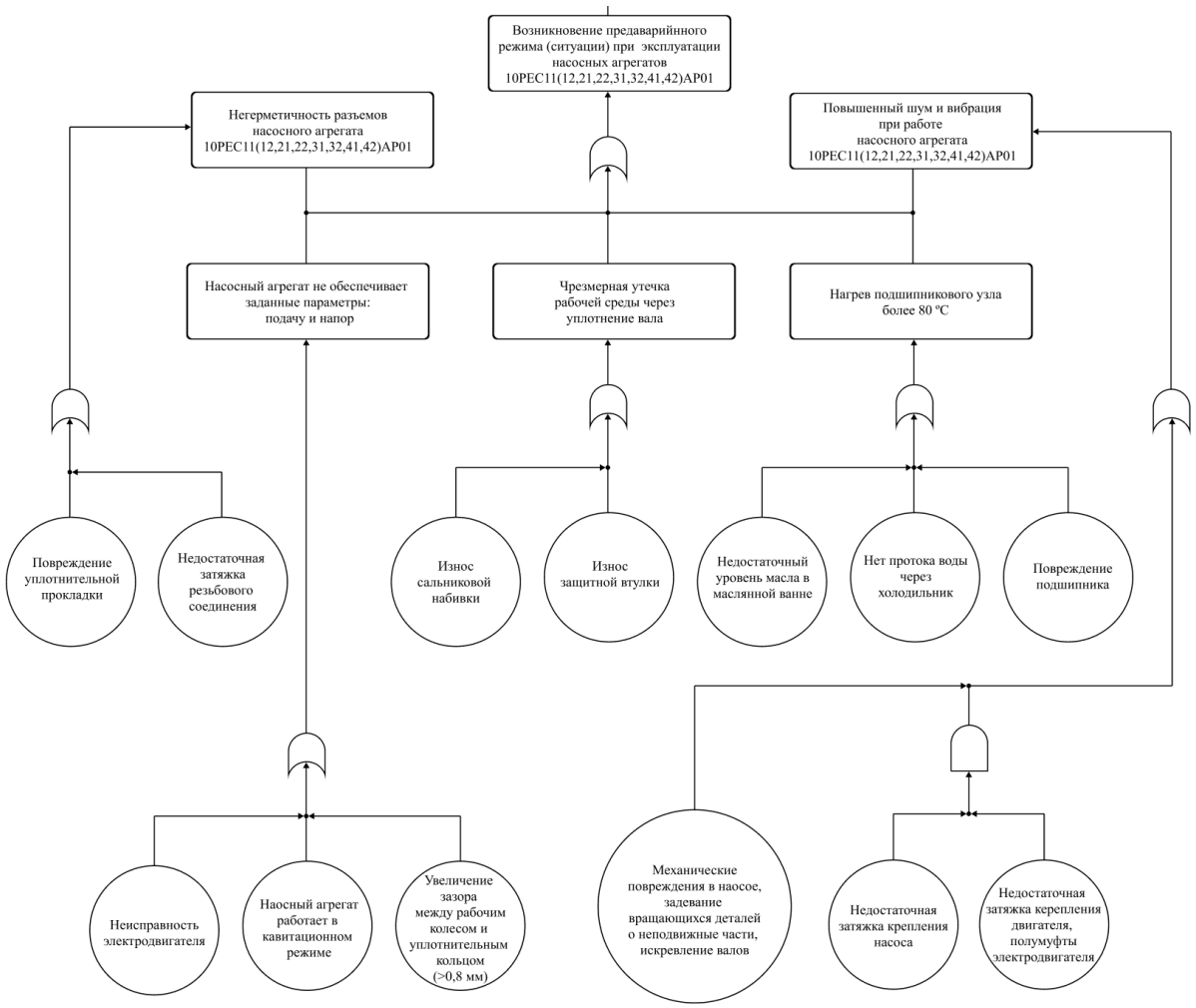


Рис. 3. Часть дерева отказов для системы PEC

Вероятность возникновения предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации системы PEC:

$$Q_{PEC} = 1 - P_{PEC} = 1 - 0,86 = 0,14 \quad (7)$$

где P_{PEC} – вероятность безотказной работы системы PEC.

Вершиной разработанного дерева отказов для системы охлаждающей воды ответственных потребителей PE является авария ее технологического канала. На рис. 4 представлено упрощенное дерево отказов с учетом рассчитанных вероятностей отказа систем PEA, PEC и брызгального бассейна 11,12URR.

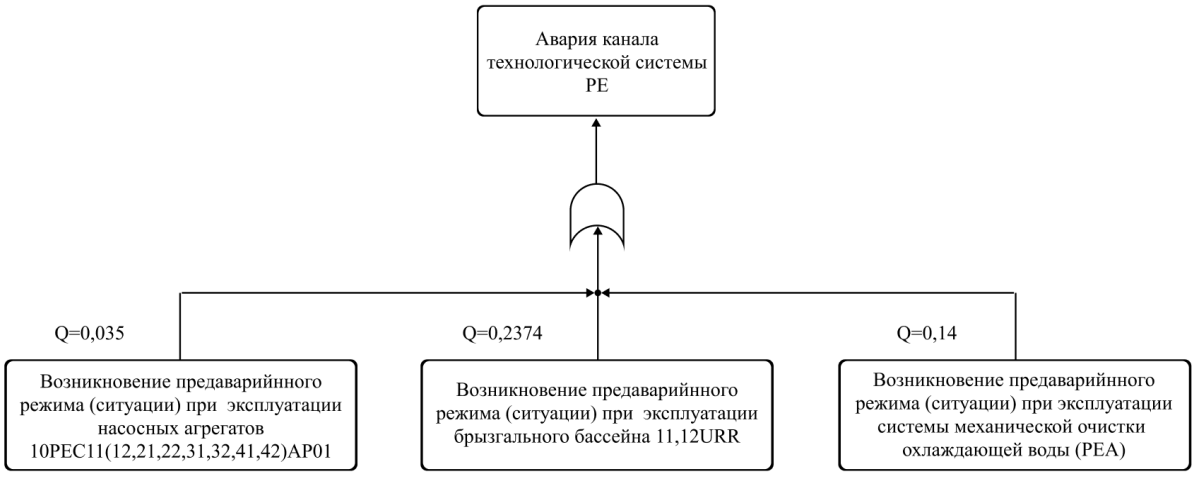


Рис. 4. Упрощенное дерево отказов для системы PE

Авария технологического канала системы PE определяется:

– возникновением предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации брызгального бассейна 11,12URR;

– возникновением предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации системы PEA;

– возникновением предаварийного режима (ситуации) при эксплуатации системы PEC.

Определим вероятность отказа системы охлаждающей воды ответственных потребителей PE. Сложим вероятности всех трех событий:

$$Q_{11,12URR} + Q_{PEC} + Q_{PEA} = 0,2374 + 0,035 + 0,14 = 0,4124 .$$

Вычтем вероятности попарного пересечения всех трех событий:

$$Q_{11,12URR} \cdot Q_{PEC} + Q_{11,12URR} \cdot Q_{PEA} + Q_{PEC} \cdot Q_{PEA} = 0,046 .$$

Вероятность одновременного наступления всех трех событий:

$$Q_{11,12URR} \cdot Q_{PEA} \cdot Q_{PEC} = 0,2374 \cdot 0,035 \cdot 0,14 \approx 0,0012 .$$

Вероятность отказа системы PE:

$$Q_{PE} = 0,4124 - 0,046 + 0,0012 = 0,3676 .$$

Таким образом, при отсутствии предусмотренных организационных и технических мер, направленных на повышение надежности системы охлаждающей воды ответственных потребителей PE, а следовательно, на уменьшение вероятности аварии технологического канала, вероятность отказа системы PE за три месяца эксплуатации составляет 36,76%, для указанных нештатных ситуаций. С вероятностью 63,24% система PE будет исправна в течение трех месяцев.

Литература

1. Викторова, В.С. Модели и методы расчета надежности технических систем / В.С. Викторова. – Москва: Наука, 2014. – 752 с.

2. Шишмарев, В. Ю. Надежность технических систем / В.Ю. Шишмарев. – М.: Academia, 2010. – 304 с.

УДК 004.387

Проектирование шкафа управления системы маслоснабжения главного циркуляционного насоса

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»;
Пестова Евгения Дмитриевна, доцент кафедры «Атомная энергетика»;
Шалаев Владимир Дмитриевич, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье разрабатывается проект шкафа управления для автоматизированной системы маслоснабжения главного циркуляционного насоса Балаковской атомной станции. Маслосистема является системой нормальной эксплуатации, важной для безопасной работы отдельных частей главного циркуляционного насоса. Автоматизация системы проводится для перевода маслоохладителей системы по технической воде, регулирования расхода технической воды и поддержания температуры масла в маслосистеме главного циркуляционного насоса.

Маслосистема предназначена для охлаждения и смазки главного упорного подшипника главного циркуляционного насоса (ГЦН), подшипников и подпятника электродвигателя ГЦН.

Основным требованием, заложенным в проект маслосистемы ГЦН, является обеспечение непрерывной смазки и охлаждения главного упорного подшипника ГЦН, подшипников и подпятника электродвигателя ГЦН [1].

Охлаждение масла в системе маслоснабжения производится с помощью подачи технической воды через маслоохладитель системы. В настоящее время перевод маслоохладителей в системе маслоснабжения ГЦН производят сотрудники АЭС,

используя бланк переключений. Данный процесс перевода требует больших затрат по времени, человеческих ресурсов и не исключает возможных ошибок персонала. Поэтому более целесообразным является создание АСУ ТП по переводу маслоохладителей и поддержания температуры масла в маслосистеме ГЦН.

Актуальность разработки автоматизированной системы заключается в быстром переводе маслоохладителей ГЦН по технической воде ответственных и неответственных потребителей, с целью поддержания температуры масла в заданных пределах, чтобы надёжно отводить тепло и смазывать главный упорный подшипник ГЦН и подшипники с подпятником электродвигателя ГЦН [2].

Создание АСУ ТП включает в себя множество стадий проектирования. Одной из стадий является подбор необходимого оборудования системы. Для этого анализируется оборудование различных фирм и выявляется конкретное, исходя из технических характеристик, а также строится 3D-модель такого шкафа управления с 3D-сборками подобранного оборудования.

При проведении подбора оборудования, остановились на компании Овен. Для автоматизированной системы по переводу маслоохладителей ГЦН, регулирования расхода технической воды и поддержания температуры масла подходит контроллер компании «ОВЕН» ПЛК200, который представляет новую линейку моноблочных контроллеров для малых и средних систем автоматизации со встроенными дискретными и аналоговыми входами/выходами. Для расширения возможностей автоматизированной системы и увеличения количества дискретных входов и выходов, к контроллеру ПЛК-200 через порт Ethernet присоединяется модуль расширения. Для преобразования переменного тока в постоянный в системе используются два блока питания БП15Б-24. Для преобразования канала связи RS-485 в Ethernet используется специальный преобразователь интерфейса МКОН-230. Для связи системы с АРМ оператора по Ethernet необходимо применение коммутатора. Поэтому также был подобран коммутатор КСН210-5 от компании Овен. Силовая часть представляет собой пускатели ПМЛ-1500, ПМЛ-5560ДМ, МСТ-310Р для соответствующих электроприводных управляемых арматур автоматизированной системы [3].

В качестве приходящих сигналов в систему, рассматриваются сигналы от датчика давления Сапфир-22 ДИ, от термометра электроконтактного ТКП-150 и от расходомера типа Метран-150RFA в виде унифицированных токовых сигналов 4…20 мА. Эти сигналы поступают на аналоговые входы ПЛК-200. С БЩУ приходят сигналы на дискретные и на аналоговый входы ПЛК при воздействии ВИУР на БРУ-ТИ. Также в систему приходят сигналы при воздействии на кнопки оператором, находящимся в

помещении со шкафом системы. Данные сигналы приходят на дискретные входы контроллера.

На выходе система реализует сигналы, приходящие на пускатели соответствующих электроприводов арматур, что приводит в работу соответствующие исполнительные механизмы. Данные сигналы поступают в чёткой последовательности, исходя из написанной программы для контроллера ПЛК-200. Также на выходе из системы загорается необходимая световая индикация, которая расположена на двери шкафа системы и на БЩУ. Также система выдаёт сигналы и принимает с ОС по интерфейсу Ethernet [4]. Занесём данные в табл. 1.

Таблица 1

Информационные потоки АСУ

Входные сигналы системы	Выходные сигналы системы
Датчик давления Сапфир-22 ДИ	Пускатель ПМЛ-5560ДМ электропривода МОА 160-40
Датчик температуры Термометр ТКП-150	Пускатель ПМЛ-1500 электропривода ОБ 01У2
Датчик расхода Метран-150RF	Пускатель МСТ-310Р электропривода ОБ 01У2
BRU-TI	BRU-TI
Кнопки на двери шкафа	АРМ оператора через интерфейс связи
Ключи на БПУ	Лампы AD22DS
АРМ оператора	

Исходя из количества входных и выходных сигналов АСУ, можно сделать вывод, что система является маломощной.

Следовательно, для обработки всей информации и формирования управляющих команд будет достаточно использования процессора типа AM3358BZCZ80 ARM-ASerIs с тактовой частотой 800 МГц, установленным в ПЛК-200 компании Owen (рис. 1).

Рис. 1. Микропроцессор AM3358BZCZ80

Электрический шкаф разделяется на силовую и управляющую части. Управляющая часть представляет собой маломощное оборудование: ПЛК-200 (10 Вт), модули расширения МК210-312 (5 Вт), интерфейс связи МКОН-230 RS-485/Ethernet (6

Вт), коммутатор КСН210-5 (4 Вт), также со стороны управляющей части устанавливаются два блока питания БП15Б-24 (15 Вт). С учётом выполнения задач системы процессор не сильно греется, поэтому для узлов управляющей части достаточно естественной циркуляции воздуха из помещения, то есть перфорированных отверстий в корпусе шкафа.

Силовая часть представляет собой пускатели ПМЛ-1500, ПМЛ-5560ДМ, МСТ-310Р. Для обесточивания каждого электропривода, а также всей системы в целом, используются автоматические выключатели фирмы IEK. Значения рассеивающей тепловой мощности для элементов силовой части приведены в табл. 2.

Таблица 2

Тепловая мощность оборудования силовой части шкафа

Наименование оборудования	Значение
Пускатель ПМЛ-1500	6 Вт
Пускатель МСТ-310Р	6 Вт
Пускатель ПМЛ-5560ДМ (4 шт.)	200 Вт
Автоматический выкл. IEK ВА88-32 3Р 12,5А	3 Вт
Автоматический выкл. IEK ВА88-32 3Р 100А	11 Вт
Автоматический выкл. IEK ВА88-40 3Р 630А	35 Вт

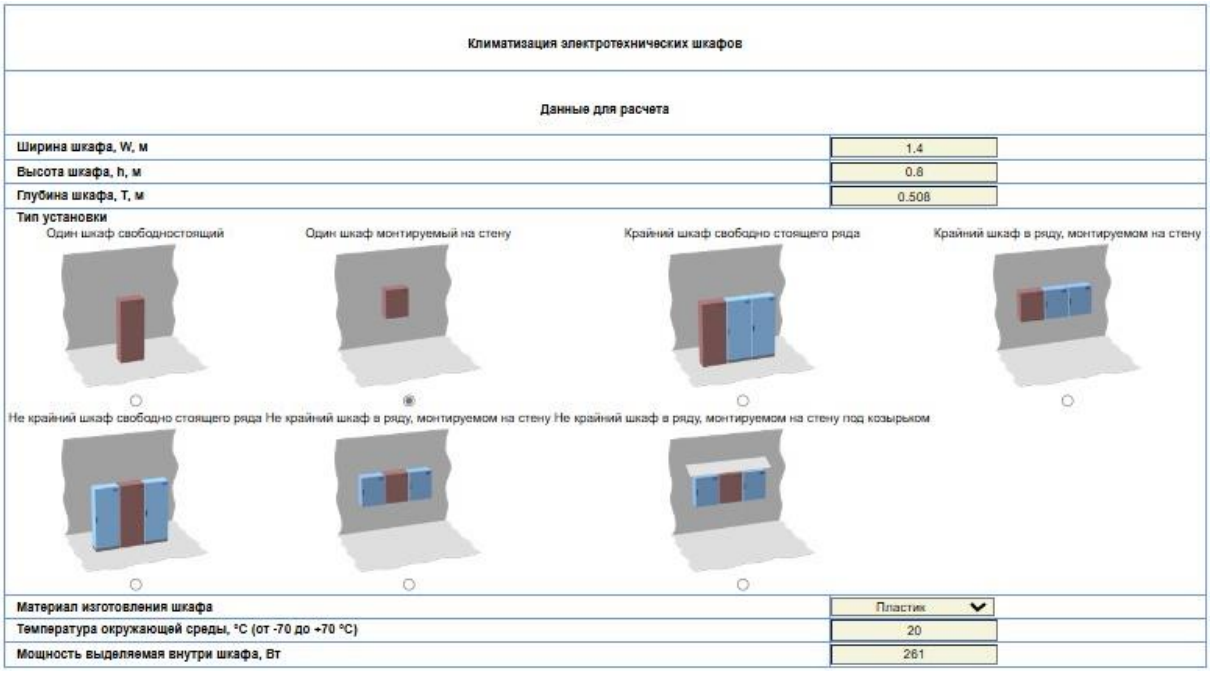


Рис. 2. Расчёт климата проектируемого шкафа

На рис. 2 отображён интерфейс интернет-ресурса, который в соответствии с запрограммированным в него алгоритмом рассчитывает температуру внутри будущего шкафа управления.

В результате подсчётов с помощью интернет-ресурса получили, что температура внутри шкафа равняется 43 ℃.

Учитывая, что в документации на оборудование силовой части (пускатели) шкафа указаны более высокие температурные показатели внешней среды, вентиляция силовой части шкафа не требуется.

Следовательно, на основании проведённого анализа управляющей и силовой частей шкафа, согласно требованиям температурных диапазонов входящего в шкаф оборудования, принудительная вентиляция шкафа не требуется. Для более качественной работы процессора системы, необходима установка решётки на стенку корпуса шкафа со стороны управляющей части [5].

Корпус шкафа представляет собой листовую нержавеющую сталь марки 08Х18Н10. Данная сталь устойчива к коррозионным воздействиям и позволяет защитить оборудование, входящее в шкаф управления. Шкаф разделён стенкой на силовую и управляющую части. Управляющая часть имеет отверстие под установку сетки, для создания естественной циркуляции воздуха и охлаждения контроллера. В нижней части корпуса просверлены отверстия для прокладки кабелей к оборудованию. Лицевая часть шкафа представляет собой двери из листовой стали аналогичной марки корпусу 08Х18Н10. На правой двери управляющей части сверлятся отверстия и устанавливаются кнопки, ключи и лампы. Ключи отвечают за установление режима работы (ручной/автоматический) автоматизированной системы по переводу маслоохладителей ГЦН и поддержания расхода технической воды для контроля температуры масла маслосистемы ГЦН. Кнопки нужны для установления текущего перевода (с VF на VB/ с VB на VF) и для управления электроприводными арматурами (открыть/закрыть) в ручном режиме работы системы. Общий вид внешнего вида шкафа управления представлен на рисунке 3.

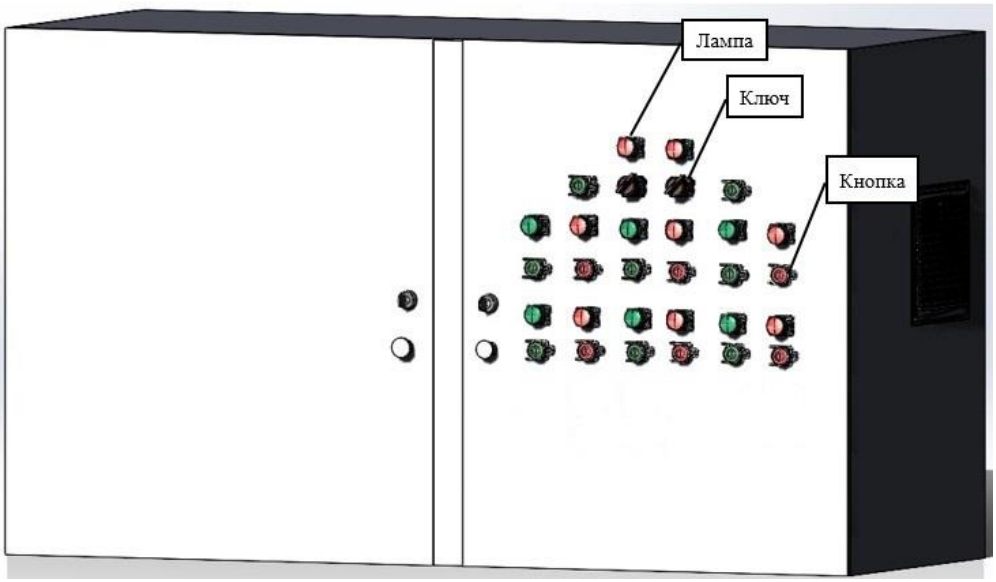


Рис. 3. Общий наружный вид шкафа управления

Если открыть двери шкафа, то увидим входящее в него оборудование, устанавливаемое на рейки и представленное на рисунке 4.

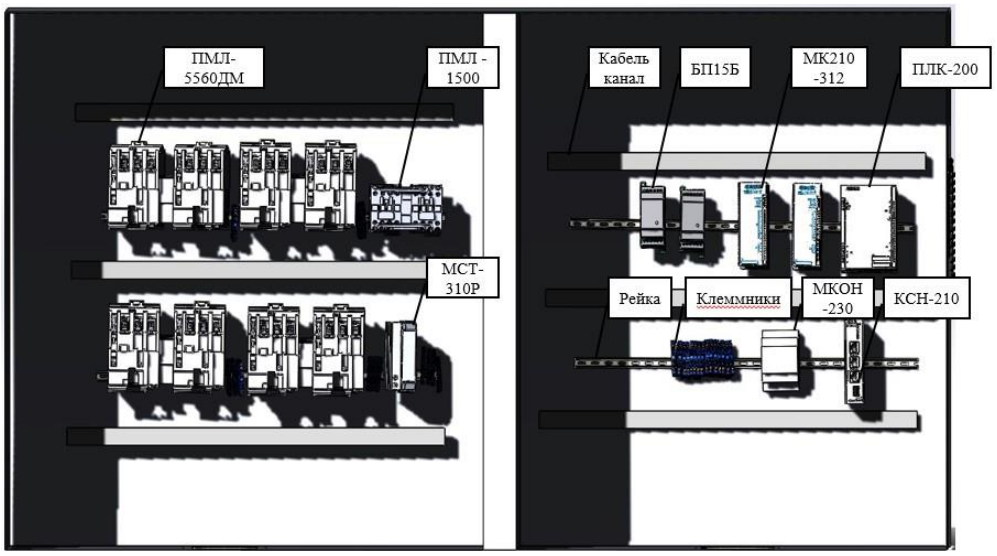


Рис. 4. Общий вид шкафа изнутри

Между оборудованием, входящим в шкаф управления, крепятся кабель каналы для прокладки кабелей [6].

Таким образом, как одна из стадий проектирования автоматизированной системы маслоснабжения ГЦН был произведён подбор необходимого оборудования системы, а также была построена 3D-модель шкафа управления для визуального восприятия подобранного оборудования автоматизированной системы по переводу маслоохладителей ГЦН, регулирования расхода технической воды и контроля давления и температуры масла в маслосистеме ГЦН.

Литература

1. Тевлин, С. А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 / С. А. Тевлин. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2008 – 361 с.

2. Атрошенко, Ю. К., Иванова, Е. В. Автоматизированные системы управления АЭС / Ю. К. Атрошенко, Е. В. Иванова. – Томск: Томский политехнический университет, 2014 – 81 с.

3. Зверков, В. В. Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС / В. В. Зверков. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2012 – 452 с.

4. Коннов, Д. В. Подход SCADA в АСУТП / Д. В. Коннов. – Тамбов: Юконф, 2023 – 92 с.

5. Дудников Е.Г., Левин А.А. Промышленные автоматизированные системы управления. – М.: «Энергия», 1973. – 193 с.

6. Тищенко Н.М. Введение в проектирование систем управления. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Энергоатомиздат», 1986. – 248 с.

УДК 004.584

Оптимизация рабочих процессов на атомных станциях при помощи чат-бота

Жигалина Юлия Васильевна, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
Самойлов Константин Александрович, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Лысяков Михаил Сергеевич, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Щеголев Сергей Сергеевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»;
Мотков Александр Геннадьевич, старший преподаватель кафедры
«Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье рассматривается разработка Telegram-бота для сотрудников атомной отрасли, который направлен на обучение, информирование и оптимизацию

рабочих процессов. Чат-бот будет выполнять автоматизированные задачи, такие как управление, сбор данных и улучшение внутренней коммуникации. Ключевые аспекты разработки включают в себя: выбор технологий, архитектуру и создание базы данных.

Чат-бот – это программа, разработанная для автоматического взаимодействия с пользователями через текстовые или голосовые сообщения. Чат-бот ведет коммуникацию от лица компании или бренда с целью упростить онлайн-общение, а именно предоставить актуальную информацию в наиболее оперативные сроки, используется как альтернатива переписке с живым оператором или звонку менеджеру компании [1].

Telegram-бот – это программа, которая может выполнять автоматизированные задачи и взаимодействовать с пользователями через мессенджер Telegram. Боты могут быть настроены для выполнения различных функций, что делает их универсальным инструментом для различных сфер деятельности.

В ходе данной работы будет создан Telegram-помощник для сотрудников атомной отрасли, основные задачи которого: обучение и информирование персонала, оптимизация рабочих процессов, сбор и анализ данных, увеличение эффективности и качества работы на атомных станциях.

В условиях постоянного технологического прогресса и растущих требований к безопасности и эффективности, внедрение чат-ботов в производственные процессы атомной отрасли становится все более актуальным.

Основные причины и преимущества внедрения чат-бота:

1. Обучение и информирование персонала. Бот может предоставлять доступ к обучающим материалам и инструкциям по безопасности, что будет способствовать повышению уровня подготовки сотрудников.

2. Управление задачами. Чат-бот может помогать в управлении производственными задачами, например, с его помощью можно назначать задачи сотрудникам, а также отслеживать статус выполнения работ и сроков.

3. Упрощение коммуникации. Внедрение чат-ботов будет способствовать улучшению внутренней коммуникации, а именно: быстрые ответы на вопросы сотрудников; обмен информацией между различными подразделениями.

4. Сбор и анализ данных. Боты могут проводить опросы среди сотрудников для сбора мнений о процессе работы и выявления проблемных областей. Это позволит быстро реагировать на возникающие проблемы, а также внедрять улучшения на основе полученных данных.

5. Увеличение эффективности. Автоматизация рутинных задач с помощью чат-ботов позволит сократить время на выполнение операций, что приведет к повышению общей производительности.

Выбор технологий

Первым этапом разработки стало определение подходящего языка программирования. После анализа доступных вариантов был выбран Python. Этот язык отличается лаконичным синтаксисом, большим количеством библиотек и активным сообществом разработчиков, что значительно упрощает процесс разработки.

Для взаимодействия с мессенджером Telegram были изучены три основные библиотеки: python-telegram-bot, aiogram и Telebot. Библиотека Telebot была выбрана благодаря своей простоте, поддержке интерактивных интерфейсов и качественно организованной документации. Она предоставила возможность реализации ключевых функций, таких как отправка и получение сообщений, обработка пользовательских команд, а также создание интерактивной клавиатуры.

Для хранения данных пользователей, документов, тестов и их результатов была выбрана реляционная база данных MariaDB. Данный выбор обусловлен ее высокой производительностью, функциональностью и удобством использования. Для взаимодействия с базой данных из Python использовалась библиотека pymysql.

Архитектура и реализация бота

Telegram-бот был спроектирован как система, реагирующая на команды пользователя. Начальная команда /start инициирует приветствие и предлагает пользователю пройти авторизацию. Предусмотрены два метода авторизации: автоматический (через отправку номера телефона нажатием кнопки) и ручной (ввод номера телефона с клавиатуры). После получения номера телефона бот подключается к базе данных, используя библиотеку pymysql, и выполняет запрос для идентификации пользователя. При успешной авторизации пользователю предоставляется доступ к основному функционалу, представленному в виде интерактивной клавиатуры.

Функциональные возможности бота включают:

1) Контакты: отправка пользователю информации в текстовом формате.

2) Нормативные документы: предоставление документов из базы данных.

3) Должностные обязанности: выборка информации, соответствующей должности пользователя.

Хранение и управление данными

Информация о пользователе, необходимая для взаимодействия с ботом, хранится в оперативной памяти в виде ассоциативных массивов. Во время

тестирования дополнительно сохраняются данные о текущем тесте, включая название теста, список вопросов, текущий номер вопроса и ответы пользователя. После завершения тестирования эти данные сохраняются в базу данных, а из оперативной памяти удаляются. Само тестирование реализовано в виде диалога вопрос-ответ, где пользователю приходит сообщение с тестовым вопросом и вариантами ответов, реализованных в виде интерактивной клавиатуры под сообщением. Получение следующего вопроса возможно после ответа на действующий вопрос. Для этого потребовалось хранить название теста и номер текущего вопроса.

Реализована также функция выхода из учетной записи (logout). При нажатии соответствующей кнопки информация о пользователе удаляется из оперативной памяти, что обеспечивает безопасность и позволяет повторно использовать ресурсы.

Современные веб-приложения требуют эффективного хранения, обработки и управления данными. Выбор системы управления базами данных (СУБД) играет ключевую роль в обеспечении надежности, производительности и масштабируемости проекта. В рамках данного исследования была проведена оценка возможных решений и сделан выбор в пользу MariaDB, как подходящего инструмента для реализации реляционной модели данных корпоративного веб-приложения.

Требования к базе данных

Для разработки проекта были определены следующие требования к СУБД:

1) Реляционная модель данных. Проект предполагает наличие взаимосвязанных таблиц (например, пользователей, должностей и документов).

2) Высокая производительность. База данных должна эффективно обрабатывать сложные запросы и поддерживать работу с большими объемами информации.

3) Удобство разработки. Требуется совместимость с современными инструментами, такими как phpMyAdmin, и возможность локальной настройки.

4) Безопасность. Важны защита данных, управление доступом и поддержка современных протоколов шифрования.

5) Низкие затраты. Использование бесплатного решения с открытым исходным кодом является предпочтительным.

Анализ возможных вариантов

Были рассмотрены следующие популярные СУБД:

1) MySQL. Исторически проверенное решение с реляционной моделью данных. Однако, начиная с версии 8.0, некоторые возможности стали недоступны в бесплатной версии.

2) PostgreSQL. Продвинутая система с поддержкой как реляционной, так и объектно-реляционной модели данных. Подходит для сложных проектов, однако её настройка и администрирование могут быть сложнее.

3) SQLite. Легковесная СУБД для небольших проектов. Не подходит для высоконагруженных приложений и распределенных систем.

4) MariaDB. Форк MySQL, сочетающий простоту и совместимость с улучшенной производительностью и полностью бесплатным доступом.

Обоснование выбора MariaDB

В ходе анализа MariaDB была выбрана в качестве основного инструмента для управления данными проекта. Данное решение имеет следующие преимущества:

1) Совместимость. MariaDB полностью совместима с MySQL, что позволяет использовать существующую экосистему инструментов и документацию. Это упрощает разработку, тестирование и миграцию данных.

2) Высокая производительность. СУБД обладает улучшенными механизмами индексации, оптимизации запросов и кеширования, что делает её подходящей для работы с высокими нагрузками и сложными запросами.

3) Открытый исходный код. MariaDB полностью бесплатна, что снижает финансовые затраты на разработку проекта. Кроме того, открытый код предоставляет возможность внесения изменений под специфические задачи.

4) Удобство интеграции. MariaDB легко интегрируется с популярными инструментами разработки, включая phpMyAdmin, XAMPP и MAMP. Это делает настройку и управление базой данных доступными даже для начинающих разработчиков.

5) Безопасность. Поддержка современных стандартов безопасности, таких как шифрование соединений, управление ролями пользователей и разграничение привилегий, обеспечивает надежную защиту данных.

6) Широкая поддержка сообщества. Большое количество документации, форумов и ресурсов позволяет быстро находить решения для возникающих проблем.

Применение в проекте

В рамках проекта MariaDB используется для хранения структурированных данных, включая: данные о пользователях, взаимосвязи между пользователями и должностями, документы и другие ключевые сущности системы.

Для управления базой данных был выбран инструмент phpMyAdmin, обеспечивающий удобный веб-интерфейс для работы с таблицами, запросами и схемами данных.

MariaDB была выбрана как оптимальное решение для управления данными в разрабатываемом проекте. Её преимущества в производительности, совместимости и безопасности делают её надежным инструментом для корпоративных приложений. Бесплатный доступ и широкая поддержка сообществом разработчиков дополнительно способствуют популярности MariaDB. Настоящий опыт применения подтверждает её актуальность для современных веб-приложений.

Разработка и структура базы данных

База данных для телеграм-бота была реализована с использованием phpMyAdmin, что позволило обеспечить удобное управление данными и их интеграцию с приложением.

Общая структура базы данных

База данных состоит из следующих таблиц:

1) contacts: хранит контактную информацию структур предприятия, включая отделы и службы;

2) documents: содержит перечень нормативной документации с указанием ссылок на неё;

3) job_responsibilities: список должностей с соответствующими должностными инструкциями;

4) tests: таблица тестов, включающая вопросы, варианты ответов и правильные ответы.

Наполнение данных

Таблицы были заполнены данными, которые предоставляют боту доступ к необходимой информации для удобства взаимодействия сотрудников с корпоративной средой.

Взаимодействие телеграм-бота с базой данных

Телеграм-бот взаимодействует с базой данных через SQL-запросы, интегрированные с использованием библиотек для работы с базами данных, таких как pymysql для Python.

Разработанная структура базы данных позволяет эффективно организовать хранение и доступ к информации. Это упрощает использование бота сотрудниками, минимизируя временные затраты на поиск данных и улучшая интеграцию с корпоративной средой.

Внедрение чат-ботов в производственные процессы атомной отрасли представляет собой стратегически важный шаг к повышению безопасности, эффективности и качества работы. Автоматизация процессов, улучшение

коммуникации и сбор данных позволяют не только оптимизировать текущие операции, но и создавать условия для дальнейшего развития и инноваций в отрасли. В условиях быстро меняющегося мира, использование современных технологий, таких как чат-боты, становится необходимостью для обеспечения конкурентоспособности и надежности атомной энергетики.

Литература

1. Аргунеев, Э. П. Основы прикладных лингвистических информационных технологий : учебное пособие / Э. П. Аргунеев. – Оренбург : ОГУ, 2024. – 109 с. – ISBN 978-5-7410-3255-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/437747 (дата обращения: 03.12.2024). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лутц, М. Изучаем Python / М. Лутц. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2020. — 1216 с.

3. Хсу, Л., Латулек, С. Python. К вершинам мастерства / Л. Хсу, С. Латулек. – М.: Эксмо, 2019. – 384 с.

4. Форт, Б. SQL. Базовый курс / Б. Форт. – 10-е изд. – СПб.: Питер, 2019. – 272 с.

5. Мартин, Р. Чистый код. Создание, анализ и рефакторинг / Р. Мартин. – М.: Вильямс, 2019. – 464 с.

6. Telegram. Telegram Bot API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://core.telegram.org/bots/api (дата обращения: 02.12.2024).

7. pyTelegramBotAPI. GitHub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/eternnoir/pyTelegramBotAPI (дата обращения: 02.12.2024).

8. MariaDB Foundation. Официальная документация MariaDB [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mariadb.com/kb/en/ (дата обращения: 02.12.2024).

УДК 681.5

Модели для динамической идентификации объектов управления

Кирсанов Иван Александрович, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
Мефедова Юлия Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье обсуждаются актуальные модели динамической идентификации объектов управления, которые нацелены на получение передаточных функций различных элементов, описываемых апериодическими звеньями первого и второго порядков. Особое внимание уделяется использованию программного обеспечения SimInTech для реализации этих моделей. Результаты исследования подчеркивают возможность улучшения процессов обучения управлению в технических системах, что создает новые возможности для практического использования методов динамической идентификации.

Для разработки эффективных автоматических систем управления теплоэнергетическим оборудованием важно учитывать динамические и статические характеристики объекта управления (ОУ). Разработка теоретических математических моделей является сложным и ресурсозатратным процессом, при этом реальные объекты могут существенно отличаться от проектных решений. Это подчеркивает важность проведения экспериментальных исследований и получения эмпирических данных непосредственно на функционирующем объекте регулирования.

Экспериментальная идентификация объекта управления заключается в изменении по заранее заданному закону входных переменных, получении в графическом или табличном виде реакций объекта на его выходах, обработке полученных данных и анализе их с целью получения математических моделей. Для анализа и синтеза систем автоматического управления математическая модель должна иметь вид передаточных функций.

В данной работе осуществляется идентификация объектов с самовыравниванием, которые описываются передаточными функциями апериодического звена первого и второго порядка.

Рассмотрим идентификацию объекта управления апериодическим звеном 1 порядка, передаточная функция (ПФ) которого имеет вид:

$$W(s) = \frac{k}{Ts+1}, \qquad (1)$$

где k – коэффициент усиления; T – постоянная времени.

С помощью программной среды SimInTech построены модели (рис. 1), позволяющие:

– на основании экспериментальных данных, занесённых в блок «кусочно-линейная», получить график кривой разгона ОУ;

– построить график аппроксимирующей ПФ, выполненный ручным способом;

– вывести график оптимизированной ПФ, автоматически рассчитанной программой на основании интегрального квадратичного критерия:

$$I = \int_0^t (y_Э - y_P)^2 \, dt \to min, \qquad (2)$$

где $y_Э$ – значения выходной переменной объекта, полученные экспериментально, y_P – значения выходной переменной, полученные в результате расчета средствами среды динамического моделирования SimInTech [1].

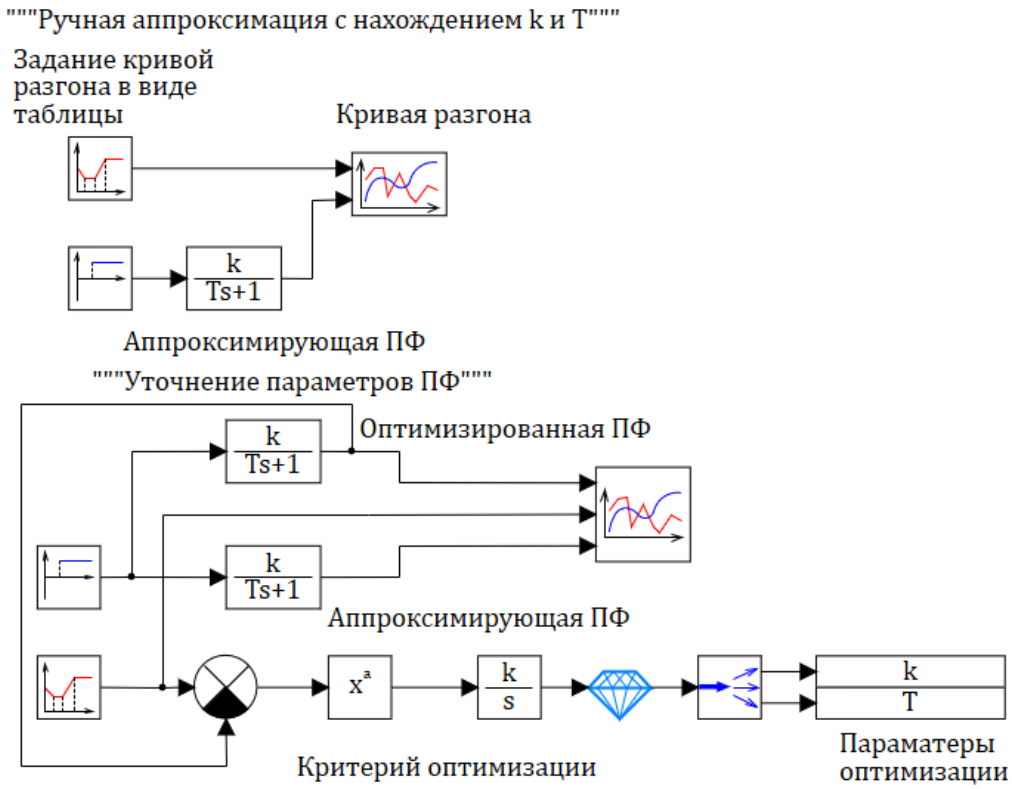


Рис. 1. Модели для идентификации ОУ апериодическим звеном 1 порядка

Результат моделирования представлен на рис. 2.

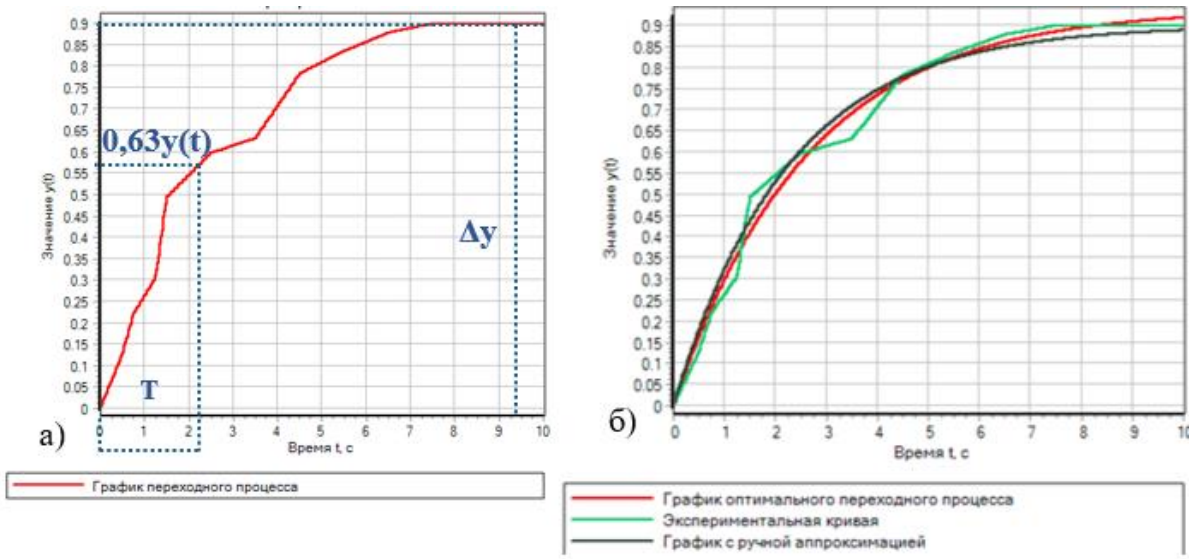


Рис. 2. Графики выходной величины ОУ апериодического звена 1 порядка: а) – ручная аппроксимация; б) – сравнение трех вариантов

Из графика 2а) вручную определены:

– коэффициент усиления: $k=\Delta y/\Delta x=0.9/1=0.9$;

– постоянная времени: T=2,25 с.

Данные параметры ПФ объекта использованы как стартовые для работы блока Оптимизатор, основные настройки которого приведены в таблице 1.

Таблица 1

Настройки блока Оптимизатор для апериодического звена 1 порядка.

Название	Имя	Формула	Значение
Максимальные значения входных критериев оптимизации	umax	0.003	[0.003]
Минимальные значения входных критериев оптимизации	umin	0	[0]
Тип суммарного критерия оптимизации	usumtype		Квадратичный
Начальное приближение выходов блока	x0	[0.9,2.25]	[0.95 , 1.52]
Максимальные значения выходов блока	ymax	[0.99,2.7]	[0.99 , 2]
Минимальные значения выходов блока	ymin	[0.8,2.1]	[0.1 , 0.1]
Абсолютная точность подбора значений выходов	yabserror	[0.001,0.001]	[0.001 , 0.001]

В результате работы блока Оптимизатор по интегральному квадратичному критерию, величина которого не превышает 0,003, получена передаточная функция, наиболее точно описывающая объект:

$$W(s) = \frac{0,94}{2,62s + 1}. \qquad (3)$$

Рассмотрим идентификацию ОУ апериодическим звеном 2 порядка, передаточная функция которого имеет вид:

$$W(s) = \frac{k}{T_1 s + 1} \cdot \frac{1}{T_2 s + 1}, \qquad (4)$$

где k – коэффициент усиления; T_1 и T_2 – постоянные времени.

В среде SimInTech построены модели (рис. 3), позволяющие:

– на основании экспериментальных данных получить график кривой разгона ОУ;

– построить график производной для определения точки перегиба кривой;

– построить график аппроксимирующей ПФ, выполненный ручным способом;

– вывести график оптимизированной ПФ, автоматически рассчитанной программой на основании интегрального квадратичного критерия (2).

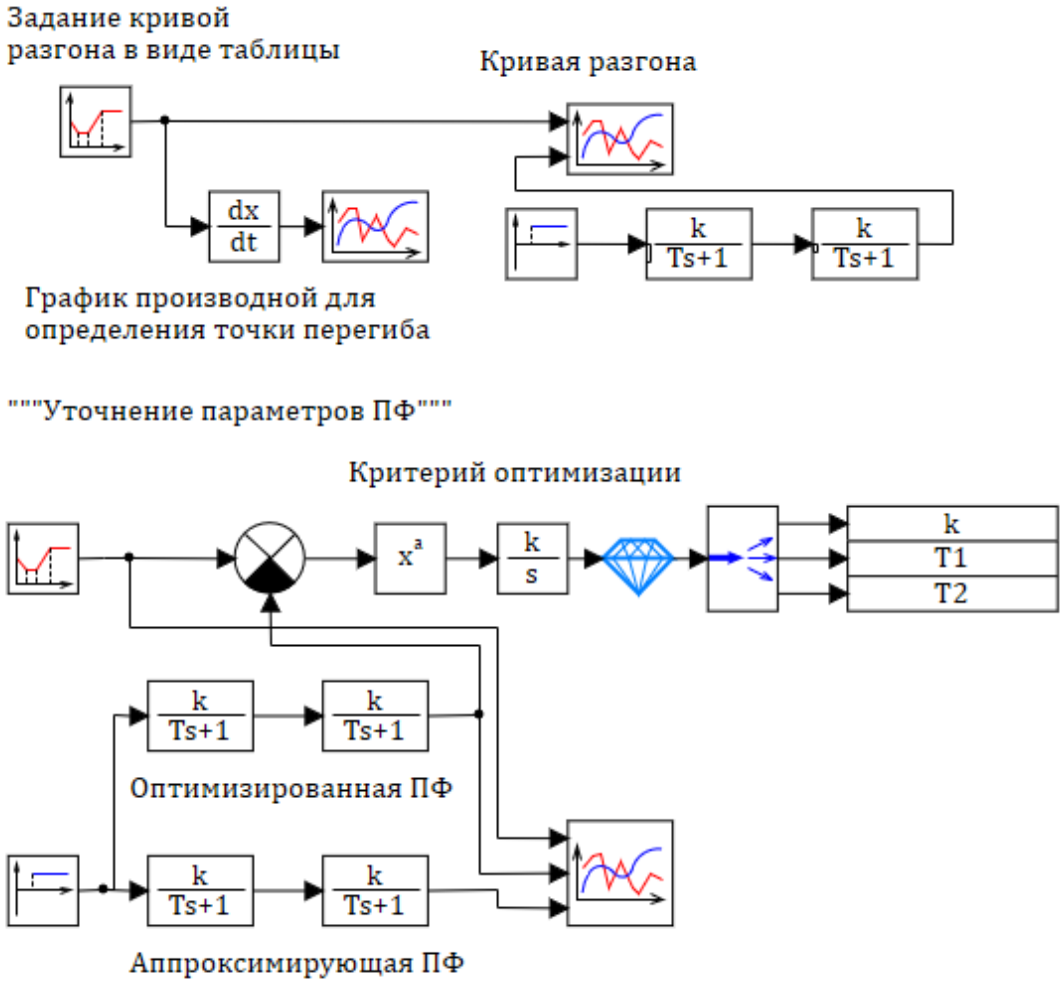


Рис. 3. Модели для идентификации ОУ апериодическим звеном 2 порядка

Результат моделирования представлен на рис. 4.

Ручная аппроксимация кривой выполнена с использованием номограмм Ольденбурга и Сарториуса, для чего предварительно определены координаты точки η перегиба, в которой производная dy(t)/dt максимальна [2]. По графику (рис. 4а) найдены величины: Ta=41,25 с; Tc=33,85 с, а далее определены постоянные времени T_1 и T_2 по номограммам для отношения Tc/Ta= const=0,82. Тогда передаточная функция, аппроксимированная ручным способом примет вид:

$$W(s) = \frac{7,9}{31,05s+1} \cdot \frac{1}{24,05s+1}. \qquad (5)$$

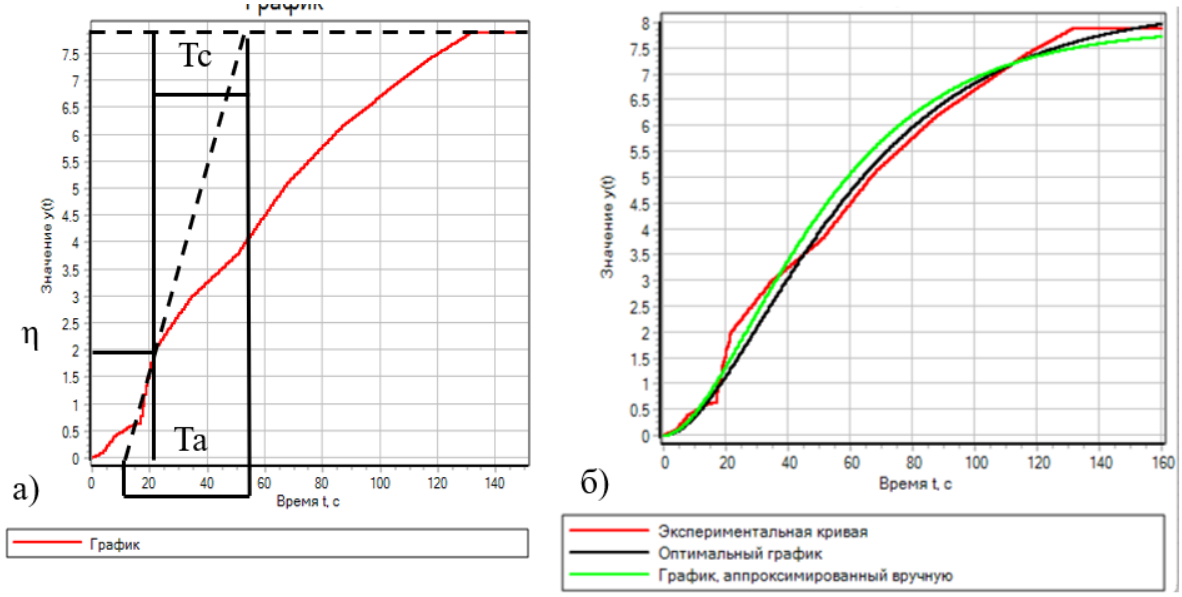


Рис. 4. Графики выходной величины ОУ апериодического звена 2 порядка: а) – ручная аппроксимация; б) – сравнение трех вариантов

Выполняя оптимизацию параметров ПФ при помощи блока Оптимизатор и интегрального квадратичного критерия аналогично предыдущим действиям, получено следующее выражение:

$$W(s) = \frac{8}{29,54s+1} \cdot \frac{1}{30s+1}. \qquad (6)$$

Таким образом, полученные модели позволяют максимально точно определить параметры передаточных функций элементов, обладающих инерционностью 1-го и 2-го порядка, и могут быть использованы для динамической идентификации объектов управления.

Литература

1. Ляшенко, А.И. Проектирование одноконтурной САР в SimInTech: учебно-методические указания к курсовому проекту по ТАУ. / А.И. Ляшенко, Н. В. Маслова, А. Г. Лопатин. – Новомосковск: ФГБОУ ВО Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Новомосковский институт (филиал), 2022. – 120 с.

2. Новиков, С.И. Практическая идентификация динамических характеристик объектов управления теплоэнергетического оборудования: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 64 с.

УДК 681.51

Система регулирования температуры теплоносителя промышленного предприятия

Коломина Полина Сергеевна, студент специальности
«Управление в технических системах»;
Грицюк Светлана Николаевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрен принцип построения системы регулирования температуры теплоносителя промышленного предприятия, представлена функциональная схема системы. Описаны структурные компоненты измерительного прибора и их функциональные характеристики. Обосновано использование устройства совместно со SCADA-системами, что позволит дистанционно контролировать технологические параметры системы регулирования температуры теплоносителя.

Одной из приоритетных задач в настоящее время является энергоресурсосбережение, а именно – повышение энергоэффективности во всех отраслях промышленности. Внедрение энергосберегающих технологий на различных предприятиях, а также в бытовой сфере позволяет решить такие экологические проблемы как загрязнение атмосферы, изменение климата и другие.

Необходимость разработки надежных и энергоэффективных систем автоматического регулирования температуры теплоносителя обусловлена требованиями к повышению точности, надежности и экономичности современных

систем отопления. Использование SCADA-систем для мониторинга и управления процессами позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики систем, повышая их адаптивность и удобство управления [4].

Измерительная аппаратура на базе микропроцессорных устройств обладает улучшенными характеристиками (точностью, надежностью, экономичностью).

Преимущества измерительных приборов, построенных на базе микропроцессорных устройств:

– упрощение управления за счет уменьшения числа органов управления на панели прибора;

– возможность проведения различных математических преобразований над результатами измерений;

– получение статистических характеристик измеряемых величин (математическое ожидание, дисперсия, коэффициент корреляции взаимозависимых случайных переменных и прочее);

– миниатюризация и экономичность аппаратуры за счет уменьшения числа компонентов в схеме прибора;

– повышение надежности прибора;

– сокращение сроков разработки за счет использования типовых структурных решений и типовых прикладных программ [1].

Микропроцессорные средства измерений возможно подключать к стандартной интерфейсной шине, что позволяет осуществлять дистанционное управление измерительными приборами, организовывать их в информационно-измерительную систему. Кроме того, в процессе проектирования и эксплуатации возможно расширение функциональности разрабатываемого устройства за счет дополнительных унифицированных блоков.

Измерительное устройство формирует сигнал измерительной информации и преобразовывает исследуемый сигнал к виду, удобному для сравнения. Еще одной функцией устройства является программное управление прибором, то есть выполнение программы, хранимой в ПЗУ и частично в ОЗУ микропроцессорного устройства.

Система регулирования температуры теплоносителя выполняет следующие функции: контроль температуры прямой и обратной воды в системе отопления; регулирование температуры теплоносителя в заданных диапазонах; возможность формирования и выдачи управляющих сигналов; возможность подключения к SCADA-системам. Система характеризуется легкостью в настройке и эксплуатации,

минимизацией энергетических и экономических затрат. Для реализации перечисленных функций в систему включен микроконтроллер, выполняющий основные функции управления, регулирования и выдачу управляющих сигналов [5].

Для построения системы регулирования температуры теплоносителя выбран микроконтроллер фирмы Atmel семейства Mega Atmega8. Микроконтроллер обладает техническими характеристиками, достаточными для реализации измерительного устройства системы регулирования: RISC-архитектура; набор команд, выполняемых за один такт; 32 8-разрядных регистра общего назначения; энергонезависимая память программ и данных; встроенные периферийные устройства [2].

Схема системы регулирования температуры теплоносителя (рисунок 1) включает два блока: помещение с местным отоплением и измерительный прибор. В помещении с местным отоплением расположены насос (1), электронагревательный котел (2), радиатор (3), трубопровод (4), датчики температуры. Измерительный прибор включает микроконтроллер, преобразователь интерфейсов, блок реле, стабилизатор напряжения, жидкокристаллический индикатор. Питание устройства осуществляется напряжением 220 В, частота 50 Гц.

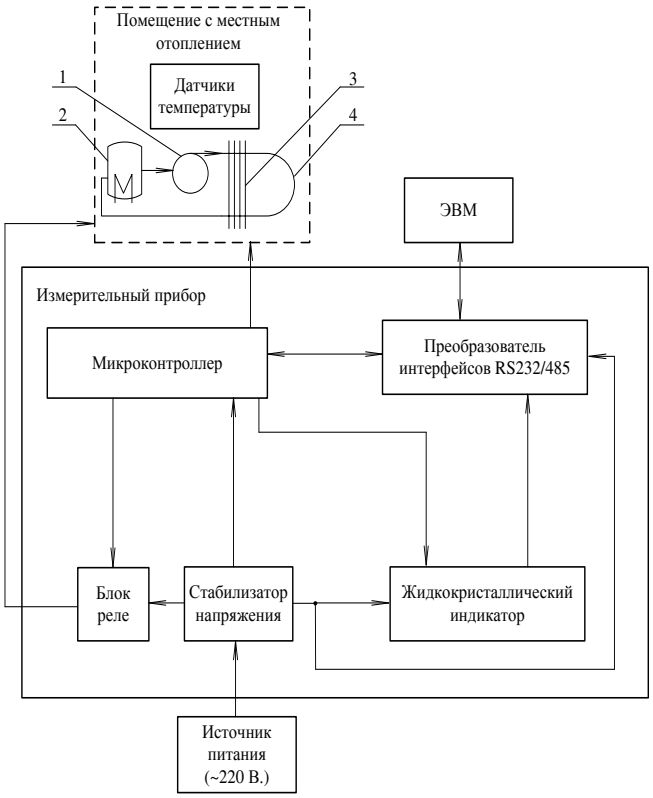


Рис. 1. Схема системы регулирования температуры теплоносителя

Измерительный прибор представляет собой конструктивно законченный узел и содержит платы управления и индикации. Устройство может использоваться совместно со SCADA- системами, имеющими поддержку протокола ModBus RTU [3].

С помощью SCADA-систем можно управлять технологическими процессами, обрабатывать данные в реальном масштабе времени, настраивать сигнализации и отслеживать состояние оборудования. Мониторинг работы автоматизированных объектов и возможность своевременного реагирования на неисправности оборудования является основной задачей SCADA-систем [3].

Одной из отечественных моделей SCADA-систем является Trace Mode – интегрированная среда, содержащая все необходимые средства для создания проекта управления промышленным производством и АСУ ТП [4].

На рисунке 2 представлен пример совместного использования устройства регулирования температуры теплоносителя и SCADA-системы Trace Mode.

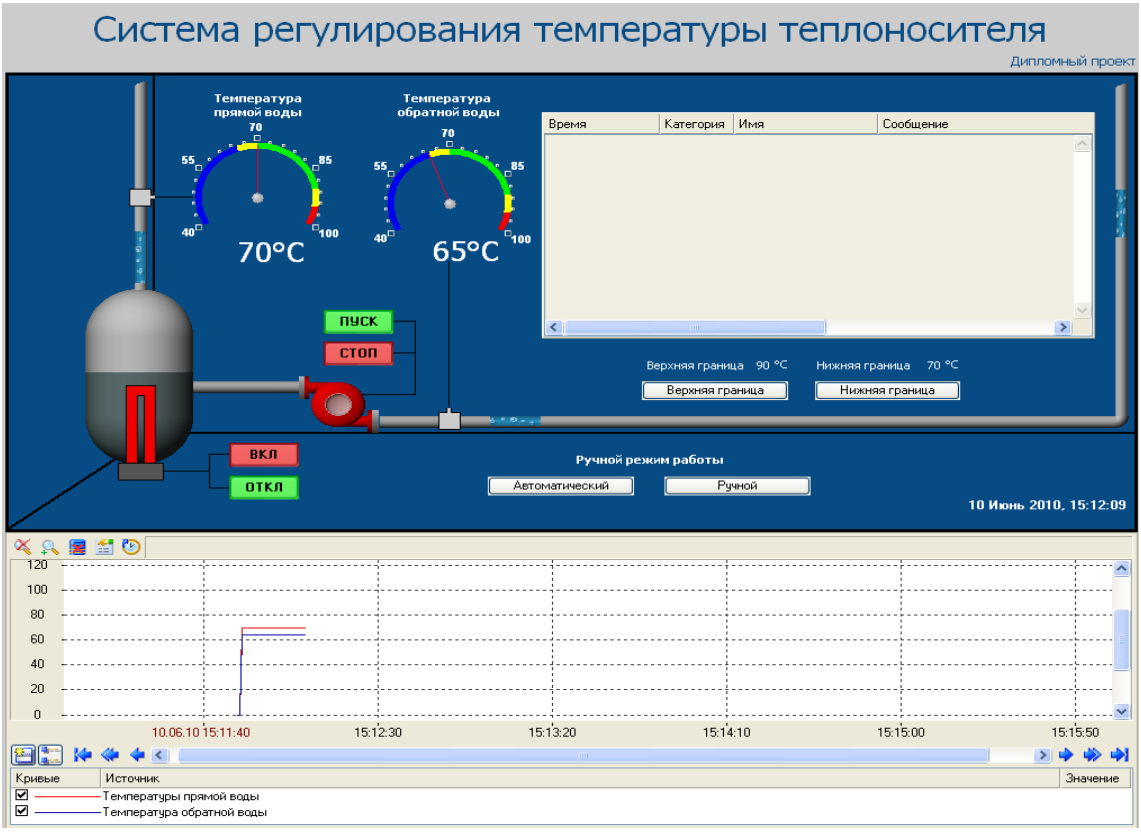


Рис. 2. Совместное использование устройства регулирования температуры теплоносителя и SCADA-системы Trace Mode

Экран представляет собой упрощенную мнемосхему, включающую основные узлы системы регулирования температуры теплоносителя. С помощью основного

экрана можно наблюдать реальные значения основных технологических параметров, контролировать работу системы.

Помимо обязательных для любой SCADA-системы функций, Trace Mode имеет особенности, выделяющие ее из аналогичных программных продуктов класса SCADA. Прежде всего, это единая интегрированная среда разработки. В Trace Mode можно создавать связи между узлами распределенной системы управления, источниками данных SCADA и каналами и т.п. Принцип единого проекта для распределенной системы управления позволяет осуществлять взаимосвязь между компонентами разных узлов [3].

SCADA в составе системы выполняет функции сбора и отображения данных о текущем состоянии системы (температура, аварийные сигналы), предоставляет возможность дистанционного управления параметрами в реальном времени, обеспечивает хранение данных для дальнейшего анализа и оптимизации работы системы [3].

Применение системы регулирования температуры теплоносителя с интеграцией SCADA обеспечивает надежное и точное управление параметрами технологического процесса, способствует повышению энергоэффективности, снижает эксплуатационные затраты.

Литература

1. Бойко, В.И. Схемотехника электронных систем. Микропроцессоры и микроконтроллеры / В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 464 с.

2. Васильев, А.Е. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений / А.Е. Васильев - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 304 с.

3. Кангин, В.В. Разработка SCADA-систем: Учебное пособие. /В.В. Кангин, М.В. Кангин, Д.Н. Ямолдинов. – Москва: Инфра-Инженерия, 2023. – 564 с.

4. Пьявченко, Т.А. Проектирование АСУ ТП в SCADA-системе: Учебное пособие / Т.А. Пьявченко. – Таганрог: ТРТУ, 1997. – 78 с.

5. Юсупов, Р.Х. Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами. /Р.Х. Юсупов. - Москва: Инфра-Инженерия, 2018. – 132 с.

УДК 621.039.61

Радиационное охлаждение пучков заряженных частиц: механизм и его реализация

Кудашева Ирина Олеговна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»;
Костин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлена информация о радиационном охлаждении пучков заряженных частиц. Авторами описываются механизм и физические процессы данного метода, которые заключаются в уменьшении амплитуды поперечных колебаний заряженных частиц в фокусирующих магнитных полях циклического ускорителя. Также приведены сферы использования описываемого метода.

Развитие ядерной физики требует всё более сложных и глубоких методов исследования в данной области. Чаще всего в этих целях используются пучки заряженных частиц. Основные требования, которые в большинстве случаев предъявляются к данным пучкам – это монохроматичность и хорошая коллимированность. Из этих требований следует, что пучки должны обладать малой скоростью и низкой температурой. Поэтому возникает необходимость охлаждения пучка заряженных частиц, т.е. уменьшения занимаемого им шестимерного фазового объёма с одновременным повышением фазовой плотности. Данный объём имеет числовую характеристику, называемую эмиттансом.

Основными методами охлаждения пучков частиц на сегодняшний день являются: радиационное, ионизационное, электронное и стохастическое. В данной статье рассмотрен первый метод, имеющий, на данный момент, самое широкое распространение.

Радиационное охлаждение (или радиационное затухание) - уменьшение амплитуды поперечных колебаний частиц в фокусирующих магнитных полях циклического ускорителя. Радиационное охлаждение также направлено на уменьшение эмиттанса пучка.

Данный метод основан на явлении радиационного трения. Радиационное трение – сила, вызванная электромагнитным излучением движущейся частицы, и действующая на неё же, что вызвано неравномерностью её движения. В случае циклических

ускорителей неравномерностью движения частицы является её криволинейная траектория с радиусом кривизны R. Такое излучение называется синхротронным.

Тормозящую силу радиационного излучения можно получить уравниванием мощности торможения и мощности, уносимой излучением. Тогда мощность тормозящей силы P_{SR} в однородном постоянном магнитном поле с напряженностью H примет вид:

$$P_{SR} = \frac{2}{3}\frac{e^2 c}{R^2}\gamma^4 = \frac{2}{3}\frac{e^4}{m^4 c^7}E^2 H^2, \qquad (1)$$

где e - заряд частицы, m - масса частицы, γ - релятивистский фактор, E - энергия частицы.

В переменных магнитных полях производится усреднение квадрата напряжения $<H^2>$, что позволяет использовать в расчётах правую часть формулы (1) с учётом изменения длины характерной волны данной частицы.

Если рассматриваемые частицы не образуют сгустков, то, в среднем для пучка итоговая мощность торможения равна сумме торможения каждой частицы. Это означает, что замедление частицы в среднем вызвано создаваемым ею электромагнитным полем, а влияние взаимных излучений частиц пренебрежительно. При формировании сгустков радиационное торможение каждой частицы увеличивается на значение, равное числу частиц в сгустке. Однако данное изменение тормозящей силы в первом приближении не влияет на общее замедление пучка.

Рассмотрим пучок заряженных частиц в накопителе с плоской равновесной замкнутой орбитой, то есть такой орбитой, на которой период обращения частиц равен или кратен периоду ускорения частицы (на практике – это электрическое или электромагнитное поля). Энергия частицы на такой орбите, соответственно, будет называться равновесной. В указанных условиях разобьем отклонение частицы от равновесного состояния на три составляющие: координатные составляющие x и z, перпендикулярные направлению скорости пучка и характеризующие пространственное отклонение с постоянной энергией от равновесной орбиты, и на энергетическую составляющую E, показывающую изменение энергии от равновесной.

Данное разбиение позволяет разбить характерные величины радиационного замедления, а именно время затухания τ и декремент δ, на указанные выше составляющие. Время затухания являются величинами, обратными к декрементам. Из этого следует, что время затухания – время, за которое частица потеряет всю свою энергию только за счёт радиационного трения. На данный момент эта величина изменяется в пределах от секунд до миллисекунд.

Декремент затухания δ определяет изменение амплитуды колебания в целом. Исходя из этого, получены следующие выражения:

$$\begin{aligned}
\delta_z &= \frac{P_{SR}}{E} \\
\delta_x &= \frac{\varepsilon}{E}\left(1-\left(1+\frac{R}{\varepsilon}\cdot\frac{dR}{dE}\right)\frac{E}{R}\cdot\frac{dR}{dE}\right), \\
\delta_E &= \frac{P_{SR}}{E}\left(\frac{E}{P_{SR}}\frac{dP_{SR}}{dE}+\frac{E}{R}\frac{dR}{dE}\right)
\end{aligned} \tag{2}$$

где ε - энергия, уносимая синхротронным излучением пучка.

В результате, для синхротронного излучения получена теорема о сумме декрементов, т.е. указывающая на природу затухания амплитуды колебаний для частиц:

$$\delta_z + \delta_x + \delta_E = 4\frac{P_{SR}}{E}\ . \tag{3}$$

Из данного выражения можно делать вывод о независимости декремента затухания от структуры магнитного накопителя.

Для симметричного относительно z накопителя, т.е. для такой конфигурации накопителя, при которой δ_z=1, хватает лишь одной характеристики – показателя спада магнитного поля, которая определяется:

$$n = -\frac{R}{H}\frac{dH}{dR}\ . \tag{4}$$

С учётом выражения (4) переопределим выражения (2). Получим:

$$\begin{aligned}
\delta_x &= \frac{\varepsilon}{E}\frac{n}{1-n} \\
\delta_E &= \frac{\varepsilon}{E}\frac{3-4n}{1-n}
\end{aligned}, \tag{5}$$

Делаем вывод, что при n<3/4 энергетические колебания δ_E затухают. В ином случае колебания растут экспоненциально.

Самой простой, но не единственной конструкцией накопителя, сочетающей в себе высокую жесткость фокусировки, которая необходима для устойчивости координатных отклонений, и нормальное радиационное затухание для всех типов отклонений, является система с разделенными функциями. В этой системе поворотные участки имеют однородную структуру и почти не влияют на фокусировку поперечных отклонений, тогда как фокусирующие (или дефокусирующие) участки представлены квадрупольными линзами с магнитным полем, равным нулю на равновесной орбите. В

этом случае резкая зависимость координатных декрементов δ_x и δ_z от изменения магнитных полей на функциональных участках, что приводит к перераспределению данных отклонений относительно равновесной орбиты, из-за чего её радиус может стать сильно меньше собирательной способности линзы.

При правильно подобранной магнитной структуре накопителя отклонения от равновесного движения у частицы, излучающей синхротронное излучение, постепенно затухают, причем эмиттанс пучка уменьшается примерно в 2,5 раза за время, необходимое для излучения полной энергии.

Однако существуют факторы, которые ограничивают сжатие пучка. К ним могут относиться внешние диффузионные эффекты, такие как многократное рассеяние на атомах остаточного газа или сверхтонкой внутренней мишени, а также так называемые эффекты встречи (для встречных пучков).

На сегодняшний день для получения интенсивных электронных и позитронных пучков с низким эмиттансом применяются накопительные кольца.

Чтобы сократить время затухания и иногда перераспределить декременты затухания между δ_x и δ_z отклонениями, в затухательные кольца часто устанавливаются излучающие вигглеры — сильнополевые магнитные элементы, которые многократно увеличивают потери энергии частиц на излучение.

Затухательные кольца и кольца-охладители широко используются как в ускорительных комплектах для экспериментов по физике высоких энергий, для подготовки интенсивных пучков для циклических и линейных коллайдеров, так и для экспериментов с выведенными пучками, а также в качестве источников синхротронного излучения.

На данный момент радиационное охлаждение является широко используемым методом, особенно для накопления больших электронных и позитронных токов, а также для проведения экспериментов на встречных пучках. Однако использование этого метода ограничивается тем, что радиационное торможение имеет сильное влияние для лёгких релятивистских частиц, однако не играет никакой роли для тяжёлых, таких как, например, адроны.

Литература

1. Скринский, А. Н., Пархомчук, В. В.. Методы охлаждения пучков заряженных частиц / А. Н. Скринский, В. В. Пархомчук // «Физика элементарных частиц и атомного ядра», том 12, вып. 3 - г. Новосибирск: институт ядерной физики СО АН СССР, 1981.

2. Andy Wolski, The Accelerator Physics of Linear Collider Damping Rings// USPAS Course on Linear Colliders - Santa Barbara: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2003.

3. Очелков, Ю.П. и др. Релятивистская кинетика и гидродинамика. М.: Атомиздат, 1979.

4. Кузьменков, Л.С., Поляков П.А., Подосенов П.Б. - ВМУ, 1982, сер.3, 23, № 6, с.62.

УДК 629.5.083.5

Влияние условий эксплуатации на износ корпусных конструкций судов арктического класса: анализ на основе неразрушающего контроля

Петрова Наталья Евгеньевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры судовых энергетических установок и судоремонта;
Павлов Александр Николаевич, аспирант кафедры
«Судовых энергетических установок и судоремонта»;
Зефиров Игорь Евгеньевич, аспирант
кафедры «Судовых энергетических установок и судоремонта»
ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск

Статья посвящена анализу износа корпусных конструкций судна арктического класса Arc4, эксплуатируемого в условиях Арктики. Исследование основано на данных ультразвуковой диагностики (УЗД), проведенной в 2019 и 2022 годах. В работе рассматриваются факторы, влияющие на скорость износа. Анализ данных позволяет оценить влияние этих факторов на долговечность корпусных конструкций. Работа актуальна для обеспечения безопасности и эффективности эксплуатации судов в арктических условиях.

Коррозионный износ, гидроэрозия и истирание являются основными факторами, определяющими утонение толщин корпусных конструкций судов, особенно в условиях суровых морских сред [1]. Для судов, эксплуатируемых в арктических регионах, эти факторы приобретают критическое значение из-за сочетания низких температур, агрессивной морской воды и значительной ледовой нагрузки. Понимание механизмов износа и разработка эффективных методов прогнозирования остаточного ресурса корпусных конструкций имеют решающее значение для обеспечения безопасности и экономической эффективности эксплуатации судов арктического класса. Настоящая работа посвящена анализу износа корпусных конструкций судна арктического класса

Arc4, основанному на данных ультразвуковой диагностики (УЗД), и оценке влияющих факторов.

Неразрушающий контроль (НК), в частности УЗД, является широко используемым методом оценки состояния металлоконструкций [2]. УЗД позволяет с высокой точностью определить толщину металла, обнаружить дефекты, такие как трещины, каверны и раковины, и оценить степень коррозионного износа. Данные УЗД, полученные в результате доковых осмотров, освидетельствований и экспертиз, позволяют отслеживать динамику износа во времени и прогнозировать остаточный ресурс конструкции. Однако интерпретация полученных данных требует учета множества факторов, включая тип стали, условия эксплуатации и климатические условия.

Влияние ледовой нагрузки на износ корпусных конструкций является предметом широких исследований [3]. Механизм взаимодействия корпуса судна со льдом является сложным и включает в себя удары, вибрацию и абразивное трение. Эти факторы способствуют ускорению коррозионного процесса и появлению механических повреждений. Выбор материала корпуса и конструкция корпуса являются критическими параметрами, влияющими на сопротивляемость ледовой нагрузки. Кроме того, температура морской воды влияет на скорость коррозии, а содержание в ней растворенных солей и газов усугубляет этот процесс.

В данной статье рассмотрен износ корпусных конструкций судна, в частности, обечаек бортовых и днищевых патрубков судна. Исследуемая судостроительная сталь для судовых корпусных конструкций марки А32 [4]. Судно находится в эксплуатации с декабря 2016 года, имеет арктический класс Arc4 и в основном осуществляло плавание в Баренцевом, Карском, Норвежском, Гренландском морях. Эпизодически осуществляло самостоятельное плавание в колотом разреженном льду толщиной до 80 см. Судно проходило доковый осмотр и ремонт в 2019 и в 2022 годах. В период стоянки в доке производилась ультразвуковая диагностика (далее – УЗД) подводной части корпуса судна (таблица 1, 2).

Таблица 1

Результаты УЗД, проведенные в 2019 году

Назначение трубопровода	Толщина построечная	Замеры в сечениях				Толщина остаточная средняя	Средний износ	
							мм	%
Забор воды к пожарному насосу № 1	14,0	13,2	13,1	13,1	13,3	13,2	0,8	5,7

Система охлаждения забортной водой ЭУ	8,0	7,7	7,5	7,5	6,4	7,3	0,7	8,8
Осушительная система	9,0	8,7	8,7	8,8	8,7	8,7	0,3	3,3
Балластная система	9,0	8,9	8,8	8,8	8,9	8,8	0,2	2,2
Водоотливная система	8,0	7,7	7,8	7,6	7,3	7,7	0,3	3,8

Таблица 2

Результаты УЗД, проведенные в 2022 году

Назначение трубопровода	Толщина построечная	Замеры в сечениях				Толщина остаточная средняя	Средний износ	
							мм	%
Забор воды к пожарному насосу № 1	14,0	13,2	13,1	13,1	13,1	13,1	0,9	6,4
Система охлаждения забортной водой ЭУ	8,0	7,6	7,5	7,4	6,4	7,2	0,8	10
Осушительная система	9,0	8,4	8,5	8,7	8,7	8,6	0,4	4,7
Балластная система	9,0	8,6	8,6	8,8	8,8	8,7	0,3	3,3
Водоотливная система	8,0	7,4	7,7	7,6	7,3	7,6	0,4	5,0

При постройке и в эксплуатации осуществляются меры по защите корпуса от коррозии в соответствии с действующими стандартами и иными действующими нормативными документами [5, 6].

Запас на износ ΔS, мм, принимается для конструкций, планируемый срок службы которых превышает 12 лет, и определяется по формуле:

$$\Delta S = u(T - 12), \quad (1)$$

где u – среднегодовое уменьшение толщины металл, мм/год, вследствие коррозионного износа или истирания;

T – планируемый срок службы конструкции, годы; если срок службы специально не

устанавливается, следует принимать $T = 25$.

Для конструкций, у которых планируемый срок службы меньше 12 лет, $\Delta S = 0$.

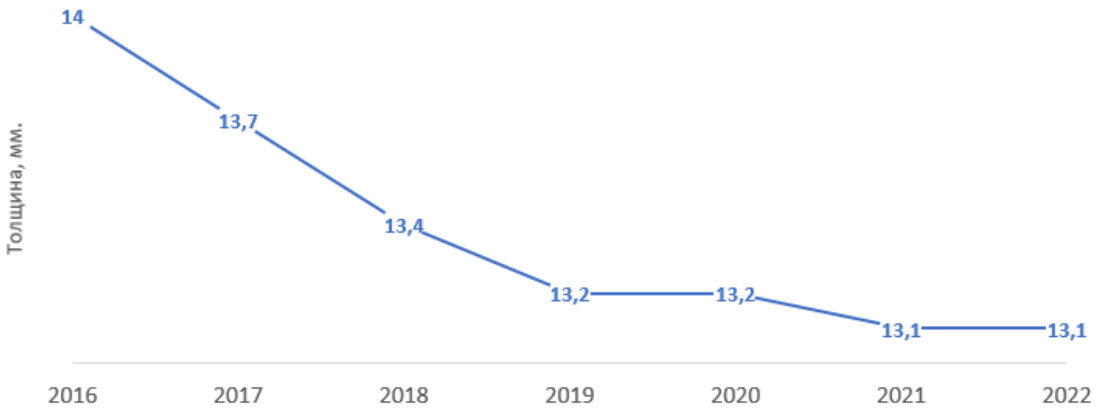


Рис. 1. График износа на примере бортовых патрубков системы забора воды к пожарному насосу № 1.

Для анализа износа и утонения корпусных конструкций судна был построен график износа на примере бортовых патрубков системы забора воды (рис. 1), по которому можно сделать вывод, что скорость износа имеет нелинейный характер, и зависит от различных факторов таких, как интенсивность эксплуатации судна, условия района плавания, гидрометеорологические условия, ледовая обстановка. Но имея данные, полученные в период докования судна в 2019 и в 2022 годах, возможно вычислить среднегодовое уменьшение толщины металла u (мм/год), вследствие коррозионного износа или истирания.

Таблица 3

Рассчитанное среднегодовое уменьшение толщины металла различных систем судна в период с 2019 до 2022 годов

Наименование системы	Среднегодовое уменьшение толщины металла, мм/год
Забор воды к пожарному насосу № 1	0,033
Система охлаждения забортной водой ЭУ	0,033
Осушительная система	0,033
Балластная система	0,033
Водоотливная система	0,033

Таблица 4

Рассчитанное среднегодовое уменьшение толщины металла различных систем судна в период с 2016 до 2019 годов

Наименование системы	Среднегодовое уменьшение толщины металла, мм/год
Забор воды к пожарному насосу № 1	0,27
Система охлаждения забортной водой ЭУ	0,23
Осушительная система	0,1
Балластная система	0,067
Водоотливная система	0,1

Исходя из расчётных данных, указанных в таблицах № 3 и № 4, видно, что износ металла обечаек и днищевых патрубков происходил в 4,5 раза интенсивнее в период с 2016 по 2019 годов, чем с 2019 по 2022 год. На скорость износа, как было указано выше, влияют различные факторы. Это свидетельствует о нелинейном характере износа, который зависит не только от интенсивности эксплуатации, условий плавания и ледовой обстановки, но и от достоверности построечной и отражённой в конструкторской документации толщины металла.

Таким образом, представленные результаты ультразвуковой диагностики и произведенных расчетов износа металла обечаек бортовых и днищевых патрубков судна показывают значительное влияние условий эксплуатации на скорость износа корпусных конструкций судна арктического класса. Более интенсивный износ в начальный период эксплуатации (2016-2019 гг.) вероятно связан с более агрессивными условиями плавания и, возможно, неточностями в начальных замерах толщины металла. Данные УЗД подтверждают необходимость регулярного контроля за состоянием корпуса для своевременного обнаружения износа и планирования ремонта. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение влияния ледовой нагрузки и других факторов на скорость износа, а также на разработку более точных методов прогнозирования остаточного ресурса корпусных конструкций.

Литература

1. Петрова Н. Е. Вероятностная оценка технического состояния корпуса судна / Н. Е. Петрова, Л. С. Баева // Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Мурманский гос. технический ун-т». – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009. – 98 с.

2. Науменко А.П. Методы технической диагностики / А. П. Науменко // учебное пособие. – Омск: ОмГТУ, 2016. – 125 с.

3. Зиневич, А. Н. Анализ зависимостей скоростей износа наружной обшивки судов от интенсивности ледовой нагрузки / А. Н. Зиневич, М. В. Китаев, О. Э. Суров // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее : сборник статей XIV Международной научно-практической конференции в 3 частях, Часть 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 90-93.

4. ГОСТ 5521-93 Прокат стальной для судостроения. Технические условия : Межгосударственный стандарт: дата введения 1996-01-01 / Межгосударственный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 14 с.

5. НД № 2-020101-152 Правила классификации и постройки морских судов часть II. Корпус / Российский морской регистр судоходства, 2023. – 337 с.

6. ГОСТ 34667.9-2021 Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем. Часть 9 : Межгосударственный стандарт: дата введения 2022-03-01 / Межгосударственный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Российский институт стандартизации, 2021. – 29 с.

УДК 62.50

Влияние автоматизации на эффективность энергопроизводства АЭС

Пояркина Ксения Игоревна, студент специальности
«Управление в технических системах»;
Корнилова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной научной статье представлено исследование, посвященное изучению влияния автоматизации на работу и производительность атомных станций. Рассмотрены особенности, недостатки и виды автоматизации.

Автоматизация в любой отрасли представляет собой внедрение специальных средств, различных технических и технологических решений в производственный процесс, которые позволяют заменить человеческий труд или значительно сократить его участие в создании продукции. Цель автоматизации заключается в повышении

эффективности, снижении затрат, улучшении качества продукции и обеспечении безопасности рабочих условий.

Автоматизация включает в себя использование различных технических устройств, таких как роботы, станки с числовым программным управлением, конвейеры и другие, а также может охватывать отдельные операции производственного процесса или весь процесс целиком.

Основные цели автоматизации:

1. Увеличение производительности.
2. Снижение производственных расходов.
3. Повышение качества продукции.
4. Обеспечение безопасности производства.
5. Освобождение человека от выполнения рутинных и опасных операций.

Существует несколько видов автоматизации, включая частичную, полную и комплексную. Частичная автоматизация заменяет человеческую работу компьютерными системами, тогда как комплексная подразумевает функционирование всего предприятия как единого автоматизированного комплекса. Полная автоматизация включает передачу всех функций контроля и управления автоматическим системам.

Автоматизация на атомных станциях необходима для обеспечения безопасности, эффективности и стабильности работы ядерных реакторов. Она позволяет оперативно контролировать критически важные параметры, такие как температура, давление и уровень радиации, что снижает вероятность человеческих ошибок и повышает надежность процесса. Современные системы автоматизации оснащены множеством датчиков и программируемых устройств, которые обеспечивают непрерывный мониторинг состояния реактора и оперативное реагирование на любые отклонения от норм.

Комплексная автоматизация представляет собой единство, которое функционирует как высокоорганизованный автоматизированный организм. Механизм такого единства работает по строго заданным алгоритмам или по саморегулируемым программам. Роль человека в этой системе сводится к наблюдению, к контролю над тем, чтобы машины выполняли свои задачи должным образом.

Полная автоматизация производства достигается в тот момент, когда все аспекты управления и контроля возлагаются на автоматические системы. Здесь мы имеем дело с вершиной эволюции производственных технологий. Применение полного уровня автоматизации возможно исключительно в условиях, когда это экономически

целесообразно, а также, когда использование человеческого труда невозможно или даже вредно для здоровья и жизни работников.

Автоматизация на атомных станциях необходима для обеспечения безопасности, эффективности и стабильности работы ядерных реакторов. Она позволяет:

1. Контролировать и регулировать процессы: автоматизированные системы непрерывно отслеживают параметры работы реактора, такие как температура, давление, уровень радиации и другие. В случае отклонения от нормы система может автоматически скорректировать работу реактора или остановить его, предотвращая возможные аварии.

2. Повысить эффективность: автоматизация позволяет оптимизировать процессы, снизить энергопотребление и уменьшить количество ошибок, связанных с человеческим фактором. Это способствует более эффективному и безопасному производству энергии.

3. Улучшить управление: автоматизированные системы предоставляют операторам станции информацию в реальном времени о состоянии реактора и других процессах. Это позволяет оперативно реагировать на изменения и принимать обоснованные решения.

4. Снизить риски: автоматизация снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, таких как неправильная настройка параметров или несвоевременное реагирование на аварийные ситуации. Это повышает безопасность работы станции.

5. Соблюдать нормы и стандарты: автоматизация позволяет точно соблюдать требования и стандарты безопасности, установленные регулирующими органами. Это важно для обеспечения надёжной и безопасной работы станции.

6. Упростить обслуживание: автоматизированные системы могут выполнять рутинные задачи, такие как контроль параметров или управление процессами, без участия человека. Это позволяет операторам сосредоточиться на более сложных задачах и повысить эффективность работы.

7. Повысить уровень мониторинга: автоматизация обеспечивает постоянный мониторинг не только внутренних процессов реактора, но и внешних факторов, таких как сейсмическая активность или погодные условия. Это позволяет заранее выявлять потенциальные угрозы и принимать меры для их нейтрализации.

8. Обеспечить поддержку в обучении: автоматизированные системы могут использоваться для обучения нового персонала. Симуляторы и тренажёры, интегрированные с автоматизацией, позволяют операторам изучать возможные

сценарии и отрабатывать действия в экстренных ситуациях, что увеличивает их готовность к реальной работе.

9. Способствовать интеграции новых технологий: автоматизация на атомных станциях создаёт гибкую платформу для внедрения новых технологий, таких как искусственный интеллект и анализ больших данных. Это открывает новые горизонты для повышения безопасности и эффективности, адаптации к меняющимся условиям и требованиям.

Таким образом, автоматизация на атомных станциях является важным инструментом для обеспечения безопасности, эффективности и стабильности работы ядерных реакторов. Она позволяет снизить риски аварий, повысить эффективность производства энергии и упростить обслуживание станции. Однако автоматизация также может быть источником рисков. Поэтому важно тщательно планировать и реализовывать проекты по автоматизации на атомных станциях.

Автоматизация на атомных станциях призвана повысить безопасность и эффективность работы, но, как и любая другая технология, она не является безошибочной и может представлять определённые опасности. Вот некоторые из них:

– Технические сбои. Как и любое другое оборудование, автоматизированные системы могут давать сбои. Это может привести к неправильной работе оборудования, потере контроля над процессами или даже к авариям.

– Человеческий фактор. Несмотря на наличие автоматизированных систем, решение критически важных вопросов часто остается за операторами. Недостаточная квалификация или ошибки персонала при работе с автоматизированными системами могут привести к серьезным последствиям. Поэтому необходима регулярная подготовка и обучение сотрудников для эффективного взаимодействия с новыми технологиями.

– Непредвиденные обстоятельства. Автоматизация не может предусмотреть все возможные ситуации, которые могут возникнуть на атомной станции. Например, природные катастрофы или террористические атаки могут привести к сбоям в работе автоматизированных систем.

– Зависимость от технологий. Слишком большая зависимость от автоматизации может привести к потере навыков и знаний персонала, что может снизить способность станции справляться с непредвиденными ситуациями.

– Сложность системы. Чем сложнее система автоматизации, тем больше вероятность возникновения ошибок или сбоев. Это может затруднить диагностику и устранение неполадок.

– Проблемы с программным обеспечением. Программное обеспечение, используемое в автоматизированных системах, может содержать ошибки или уязвимости, которые могут быть использованы злоумышленниками.

– Потеря контроля. В некоторых случаях автоматизация может привести к потере контроля над процессами, что может привести к авариям или другим негативным последствиям.

– Киберугрозы. Автоматизация на атомных станциях делает их более уязвимыми для кибератак. В случае успешного вторжения злоумышленников может произойти несанкционированный доступ к системам управления, что потенциально может привести к авариям или выбросам радиации. Таким образом, кибербезопасность является важным аспектом при внедрении автоматизации.

– Недостаточная интеграция. При создании автоматизированных систем необходимо учитывать их совместимость с существующими технологиями. Плохо интегрированные системы могут вызывать сбои в работе и увеличивать время реакции на нештатные ситуации.

В целом, автоматизация на атомных станциях является важным шагом в повышении безопасности и эффективности работы. Однако автоматизация требует значительных финансовых вложений на разработку, установку и обслуживание систем управления. Также существует риск сбоев и отказов в работе автоматизированных систем, что может привести к негативным последствиям. Кроме того, полная автоматизация приведет к уменьшению роли человека в управлении станцией, что может вызвать опасения относительно контроля над процессом и возможностью вмешательства в случае необходимости.

Автоматизация на атомных станциях является важным шагом в повышении безопасности и эффективности работы. Однако необходимо учитывать все возможные риски и недостатки, связанные с автоматизацией, и принимать меры для их минимизации.

Литература

1. Аксенов, В.Р. Автоматизированные системы управления технологическим процессом атомных электростанций. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та , 2007. – 309 с.

2. Человек и машина: сайт / РАСУ. – URL: https://automatization.tass.ru/ (дата обращения: 16.12.2024).

3. Системы автоматического управления и контроля для атомных электростанций / Control Engineering Russia. – URL: https://controlengrussia.com/ (дата обращения: 18.12.2024).

4. Как умные технологии могут изменить работу на атомных энергоблоках / Страна Росатом. – URL: https://strana-rosatom.ru/2022/09/08/kak-umnye-tehnologii-mogut-izmenit-r/ (дата обращения: 18.12.2024).

УДК 621.161

Способы предпускового прогрева паровых машин

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Атомная энергетика»;
Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»;
Толоконников Михаил Алексеевич, студент направления
«Теплоэнергетика и теплотехника»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье описываются различные способы предпускового прогрева паровых машин. Также объясняется принцип работы паровой машины на паровозе на холостом ходу.

Прежде чем запустить машину, необходимо прогреть её. Для этого следует подготовить паропровод свежего пара: продуть и прогреть его. Чтобы прогреть машину, поршень устанавливают в «мёртвое» положение. Затем открывают продувочные краны и слегка приоткрывают пусковой вентиль, подавая пар в цилиндр. Через некоторое время вентиль закрывают и, повернув кривошип в противоположную «мёртвую» точку, повторяют прогрев другой полости цилиндра. Эту процедуру повторяют несколько раз, пока цилиндр не прогреется полностью.

Если машина многократного расширения, то одновременно с цилиндром высокого давления прогревают и остальные цилиндры. Время прогрева зависит от состояния машины и её размера. Прогрев считается достаточным, когда из продувочных кранов перестаёт течь вода (конденсат) и начинает идти чистый пар. Во время прогрева необходимо внимательно осмотреть всю установку. Нужно убедиться,

что нет посторонних предметов рядом с движущимися частями, проверить крепление деталей, которые могут ослабнуть, и убедиться, что все приборы на месте и не повреждены.

Затем следует заполнить механические, капельные и другие маслёнки, проверить их работу и отрегулировать подачу масла. После прогрева машины и заполнения маслёнок её устанавливают в рабочее положение. Для этого кривошип цилиндра высокого давления переводят через одну из «мёртвых» точек на 25–30 градусов. Затем дают сигнал о начале работы машины и медленно открывают пусковой вентиль, запуская машину на холостом ходу. Когда убеждаются, что машина прогрелась, продувочные краны закрывают. Постепенно увеличивают число оборотов до нормального, прислушиваясь к работе машины. Если появляются стуки, необычный шум, нагреваются трущиеся детали, приборы показывают ненормальные значения или возникают другие проблемы, машину нужно остановить, выяснить причину и устранить её.

Убедившись, что машина работает нормально, её можно нагружать. После этого нужно проверить, плавно ли работает машина, подаётся ли смазка и всё ли в порядке. Если в машине есть смешивающий конденсатор, то запуск начинают с выпуска пара в атмосферу. Когда число оборотов достигает примерно половины нормального, пар переключают на конденсатор. Если в машине есть поверхностный конденсатор, то отработанный пар направляют в конденсатор, в трубы которого заранее должна подаваться вода. Если в паровую машину попадают частицы накипи или окалины, это может привести к проблемам. Например, поршень может застрять, на штоке поршня могут появиться задиры, а металлическое лабиринтное уплотнение штока может перестать плотно прилегать.

После прогрева и продувки паропроводов устанавливают снятый участок коммуникации перед пусковым вентилем. Затем прогревают цилиндры паровой машины. С помощью ручного поворотного устройства маховик поворачивают так, чтобы поршень оказался в нижней «мёртвой» точке. Через перепускной вентиль заполняют паром паропровод и водоотделитель, открывают вентиль на автомат-водоотводчик и закрывают коренной вентиль. Затем постепенно открывают пусковой вентиль на четверть или треть оборота шпинделя. Через 2–3 минуты закрывают пусковой вентиль, поворачивают маховик так, чтобы поршень оказался в верхней «мёртвой» точке, и снова открывают пусковой вентиль на четверть или треть оборота шпинделя. Прогревать цилиндр нужно до тех пор, пока из индикаторных кранов не начнёт выходить «сухой» пар. В начале прогрева и в конце его нужно каждые 2–3

минуты поворачивать маховик, чтобы равномерно прогреть переднюю и заднюю полости цилиндра. Время прогрева зависит от размеров машины и конструкции цилиндра. Примерно для паровой машины мощностью 500–800 лошадиных сил время прогрева составит 3–4 часа.

Во время прогрева нужно нагреть цилиндровое масло в количестве одной-двух ёмкостей лубрикаторов до температуры 70–80 градусов. Затем нужно заправить лубрикаторы маслом и прокачать его вручную, проверив по нагреву маслопроводов, поступает ли масло ко всем точкам смазки горячих частей паровой машины. После прогрева цилиндра паровую машину устанавливают в исходное положение (рис. 1). Затем надёжно закрепляют рычаг поворотного устройства маховика и открывают вентиль ретурного пара (пуск паровой машины на противодавление). Если у паровой машины есть регулятор, который позволяет изменять число оборотов на ходу, то нужно поставить регулятор на минимальные обороты. За 30 минут до запуска паровой машины нужно предупредить о запуске ответственных за работу котельной и механизмов, которые приводятся в движение паровой машиной.

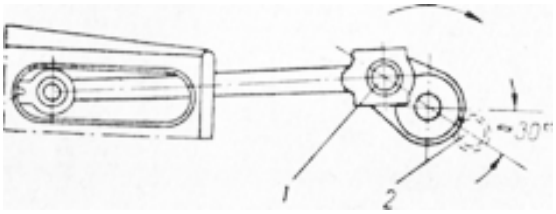


Рис. 1. Установка паровой машины «на ход»: 1 и 2— центры пальца шатуна

Работа паровоза на холостом ходу происходит следующим образом: когда паровоз уже набрал скорость, машинист отключает подачу пара в цилиндр. В результате паровая машина работает, не затрачивая пар.

Для обеспечения работы на холостом ходу используется клапан холостого хода. При следовании паровоза без пара разрежение, образующееся в цилиндре, заставляет клапан подняться под давлением атмосферы, и тогда воздух, проходя через прорезы, будет засасываться в цилиндр. Одновременно в камере также наступает разрежение, и оставшуюся в золотниковой коробке часть воздуха и пара поршень выталкивает при своём движении.

Также на паровозах используется дымовытяжная установка. Она представляет собой конус, расположенный прямо под дымовой трубой. После каждого рабочего такта отработанный пар, всё ещё обладающий достаточной энергией, выбрасывается через этот конус в дымовую трубу, создавая в ней разрежение и, соответственно,

искусственно усиливая тягу. Так как дымовая труба соединена с топкой, возникшее разряжение высасывает дымовые продукты сгорания из топки и усиливает горение.

На основании вышеизложенного делается вывод о необходимости предусмотреть систему прогрева на прорабатываемой паровой поршневой машине. Кроме того, проанализировать работу этой системы в зимний период времени, с особым вниманием обратить на процесс конденсации пара в конденсаторе радиаторного типа.

Литература

1. Электронная библиотека: сайт / URL: https://stroy-technics.ru/article/rabota-para-v-tsilindre-i-vzaimodeistvie-chastei-parovoi-mashiny (дата обращения: 15.11.2024).
2. Электронная библиотека: сайт / URL: http://vdvizhke.ru/parovi-mashiny/ekspluatacija-parovoj-mashiny/zapusk-parovoj-mashiny-v-hod.html (дата обращения: 15.11.2024).
3. Электронная библиотека: сайт / URL: https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/738116/ (дата обращения: 16.11.2024).
4. Электронная библиотека: сайт / URL: https://patents.su/2-34002-klapan-kholostogo-khoda-dlya-parovozov.html (дата обращения: 17.11.2024).

УДК537.63

Проблемы видеозахвата в мощном магнитном поле

Романова Анастасия Александровна, старший преподаватель кафедры «Технических систем контроля и управления»;
Сивков Степан Игоревич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технических систем контроля и управления»
Технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Лесной

В статье рассматриваются проблемы, возникающие при использовании систем видеозахвата в условиях сильного магнитного поля. Описываются физические эффекты, влияющие на работу оптических компонентов и электронных схем видеокамер, а также предлагаются методы минимизации этих эффектов для обеспечения стабильной работы оборудования. Рассматриваются также вопросы экранирования и защиты видеокамеры от воздействия электромагнитных помех.

Результаты исследования могут быть полезны при разработке видеооборудования для использования в экстремальных условиях, таких как ядерная энергетика, медицина и научные эксперименты.

В последние десятилетия производство камер и получение качественных изображений значительно повысилось, что позволило использовать их в самых разнообразных сферах деятельности человека – от научных исследований до медицины и промышленности. Однако, несмотря на значительные достижения в этой области, существуют определенные ограничения, связанные с эксплуатацией систем видеозахвата в условиях сильных магнитных полей.

Магнитные поля могут оказывать значительное влияние на работу различных узлов, включая камеры и другие компоненты систем видеосвязи. Это связано с тем, что магнитное поле может изменять ориентацию электронов в материалах, из которых изготовлены элементы этих систем. Такие изменения могут привести к искажению изображения, ухудшению качества сигнала и даже к полной потере работоспособности оборудования.

Основные проблемы

1. Искажение изображения

Одним из наиболее очевидных эффектов воздействия магнитного поля является искажение изображения. Мощное магнитное поле может вызывать смещение электронов внутри светочувствительных элементов матрицы камеры, что приводит к изменению яркости и цвета пикселей. Это явление особенно заметно при использовании камер с высоким разрешением, где каждый пиксель имеет небольшие размеры и высокую чувствительность к внешним воздействиям.

Кроме того, сильные магнитные поля могут приводить к возникновению так называемых «магнитных шумов» – случайных флуктуаций электрического тока в контроллерах и драйверах матрицы, которые вызывают появление полос на изображении, мерцание экрана. Эти шумы могут быть особенно заметны при съемке в условиях низкой освещенности, когда сигнал от источника света слаб и подвержен влиянию внешних факторов. Также возможно влияние на электрические цепи питания и управления подсветкой, что может вызвать неравномерность яркости или цвета.

2. Ухудшение качества сигнала

Сильные магнитные поля могут также негативно сказываться на качестве передаваемого видеосигнала. Например, изменение электрических характеристик кабеля под воздействием магнитного поля. Провода, используемые для передачи видеоинформации, обычно изготавливаются из материалов с высокой

электропроводимостью, таких как медь или алюминий. Однако эти материалы подвержены воздействию магнитных полей, что может привести к ухудшению качества передаваемого сигнала.

3. Наводки и помехи в электронных схемах

Некоторые камеры используют электромоторы и датчики для автофокусировки и стабилизации изображения, что приводит к сбоям в работе камеры или ухудшению качества изображения. Современные камеры часто оснащены датчиками положения и гироскопами для стабилизации изображения и определения ориентации камеры. Магнитные поля могут мешать нормальной работе этих датчиков, что также может сказаться на качестве снимков.

4. Потеря синхронизации

При работе в условиях сильного магнитного поля возможно нарушение синхронизации между различными элементами системы видеозахвата. Например, магнитное поле может повлиять на работу кварцевых генераторов, используемых для генерации тактовых импульсов, необходимых для синхронизации работы камеры и других компонентов системы. Нарушение синхронизации может проявляться в виде пропусков кадров, рассогласования цветового сигнала и других аномалий, приводящих к некорректному отображению информации. Это особенно критично в тех случаях, когда требуется высокая точность и надежность видеоданных.

5. Влияние магнитного поля на оптические свойства среды

Мощное магнитное поле может оказывать существенное влияние на оптические свойства среды, такие как показатель преломления и дисперсию света. Это приводит к аберрации оптической системы и, как следствие, к искажению изображения.

Методы решения проблем

1. Использование экранирования

Одним из наиболее действенных методов защиты систем от воздействия магнитных полей является использование специализированных экранов. Экранирование помогает уменьшить уровень внешнего магнитного поля, влияющего на электронные элементы системы.

Существует несколько видов экранов, подходящих для этой задачи:

Электромагнитные экраны

Эти устройства представляют собой металлические корпуса, которые окружают чувствительные части системы. Они эффективно блокируют внешние магнитные поля, не позволяя им проникнуть внутрь устройства.

Ферромагнитные экраны

Эти экраны изготовлены из материалов с высокой магнитной проницаемостью, таких как железо или сплавы на основе никеля. Ферромагнитные экраны захватывают магнитные линии и перенаправляют их вокруг защищаемых компонентов, тем самым минимизируя их воздействие.

Комбинированные экраны: они объединяют свойства как электромагнитных, так и ферромагнитных экранов, что обеспечивает максимальную защиту от внешних факторов.

2. Применение специальных материалов

Использование материалов с пониженной восприимчивостью к магнитным полям также может способствовать улучшению устойчивости систем видеозахвата. Например, вместо традиционных меди и алюминия можно применять композитные материалы, обладающие меньшей индуктивностью и более стабильными электрическими характеристиками.

3. Оптимизация конструкции

Изменение конструктивных узлов систем видеозахвата может существенно снизить негативное влияние магнитных полей. К примеру, размещение чувствительных элементов на значительном расстоянии от источников магнитного излучения или внедрение распределенных архитектур, при которых различные элементы системы находятся далеко друг от друга, поможет сократить вероятность возникновения помех.

Кроме того, использование схем параллельной обработки сигналов и резервных каналов передачи данных может обеспечить дополнительную защиту системы от сбоев, вызванных внешними воздействиями. Такие меры позволят создать более устойчивую систему, способную выдерживать различные негативные факторы, тем самым увеличивая надежность работы.

Заключение

Проблема эксплуатации систем видеозахвата в условиях сильных магнитных полей представляет собой серьезную задачу, требующую комплексного подхода к ее решению. Основными проблемами являются искажение изображения, ухудшение качества сигнала, наводки и потери в токопроводящих цепях системы и потеря синхронизации. Для преодоления этих трудностей предлагается использовать методы экранирования, специальные материалы и оптимизацию конструкции систем.

Литература

1. Соколов Е.Г., Морозов Б.Н. Воздействия внешних электромагнитных полей на компьютеры // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Том 11. №11. С. 52–56.

2. Что экранирует магнитное поле? Материалы, методы. / [Электронный ресурс]URL:https://neokip.ru/blog/chto-ekraniruet-magnitnoe-pole-materialy/(дата обращения: 17.12.2024).

Обзор основных характеристик оборудования для систем видеонаблюдения/ [Электронный ресурс]URL:https://redan-guard.ru/stati/1147-obzor-harakteristik-oborudovaniya-sistem-videonablyudeniya (дата обращения: 16.12.2024).

УДК 621.17.013

Паропоршневая энергетическая установка на биоэтаноле

Свирский Данила Владимирович, студент специальности
«Теплоэнергетика и теплотехника»;
Алексеев Никита Евгеньевич, студент специальности
«Теплоэнергетика и теплотехника»;
Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Научная статья посвящена исследованию двигателей, работающих на биоэтаноле в качестве альтернативного топлива. Рассматриваются экологические преимущества биоэтанола, такие как нейтральность к парниковым газам и положительный энергетический баланс. Кроме того, обсуждаются недостатки, включая производственные проблемы и влияние на продовольственные ресурсы. Это исследование направлено на разработку более эффективных методов использования энергетической эффективности биоэтанола в современных системах энергоснабжения и его значение для устойчивого развития.

Цель работы заключается в комплексном анализе двигателей на биоэтаноле, выявлении их преимуществ и недостатков, возможности замены общепринятых двигателей внутреннего сгорания на паропоршневой двигатель, работающий на

биоэтаноле, рассчитав его стоимость, а также выгоду от использования такого типа топлива вместо дизельного и оценке потенциала для устойчивого развития.

Первая из современных паровых машин была изобретена в Англии в начале XVIII века и ознаменовала начало промышленной революции. Сегодня мы возвращаемся к энергии пара. Из-за разницы в конструкции и процессе сгорания паровой двигатель дает меньше загрязнений, чем обычный двигатель внутреннего сгорания. Паровая машина сжигает топливо во внешней камере сгорания [1]. В результате тепло превращает воду в сжатый пар, который входит в цилиндры, толкает поршни, вращает коленчатый вал, приводящий в движение зубчатую передачу двигателя.

Поскольку паровой двигатель не сжигает топливо внутри цилиндров, как это делает обычный двигатель автомобиля, он может работать на любом топливе или топливной смеси с меньшим количеством выхлопов. Используют любые виды топлива, даже отходы, такие как отработанное моторное масло и использованное растительное масло из фритюрниц в ресторанах. Подойдет практически все, что горит. Топливо сгорает при низком давлении, а не при высоком, как в бензиновом или дизельном двигателе. Это означает, что горение идет на производство пара, создавая гораздо меньше парниковых газов. Такой паровой двигатель может давать энергию разным механизмам, от автомобилей и кораблей до электрогенераторов.

Биоэтанол — это возобновляемый источник топлива, производимый из биомассы [2], такой как сахарный тростник, кукуруза или целлюлоза. Он является жидким топливом, аналогичным бензину, и может использоваться в качестве альтернативы ископаемому топливу. Он производится путем ферментации сахаров, содержащихся в биомассе, дрожжами или бактериями. В процессе ферментации сахара превращаются в этанол, который затем очищается и концентрируется.

Преимущества использования биоэтанола:

1) Возобновляемый: биоэтанол производится из возобновляемых источников, таких как растения, что делает его устойчивым источником топлива.

2) Снижение выбросов парниковых газов: биоэтанол выделяет меньше парниковых газов, чем ископаемое топливо, что помогает бороться с изменением климата.

3) Независимость от ископаемого топлива: биоэтанол может снизить зависимость от импортируемого ископаемого топлива и повысить энергетическую безопасность.

4) Поддержка сельского хозяйства: производство биоэтанола создает рабочие места и поддерживает сельскохозяйственный сектор.

Недостатки использования биоэтанола:

1) Конкуренция за землю: производство биоэтанола требует значительных площадей земли, что может привести к конкуренции с производством продуктов питания и вырубке лесов.

2) Пищевая безопасность: использование сельскохозяйственных культур для производства биоэтанола может привести к повышению цен на продукты питания и проблемам с продовольственной безопасностью.

3) Низкая энергоэффективность: производство биоэтанола требует много энергии, что снижает его общую энергоэффективность.

Мы рассмотрим получение биоэтанола с помощью топинамбура. Топинамбур — многолетнее травянистое растение семейства «Астровые». Средний урожай топинамбура в центральных областях России составляет от 20 – 45 тонн клубней на 1 гектар, а также от 20 до 75 тонн на 1 гектар зелёной массы. Взяв усреднённые показатели 30 тонн на 1 гектар клубней и 45 тонн на 1 гектар зелёной массы, получим, что с 1 гектара будет вырастать 75 тонн продукта. Согласно исследованиям, из 1 тонны клубней получается 98 ± 1,0 литр спирта, из 1 тонны стеблей и листьев получается 65 ± 1,0 литр спирта. Следовательно, получаем, что с одного гектара выход спирта будет равен 5865 литрам. В зависимости от условий норма посадки колеблется в пределах от 0,6 – 0,7 и до 2 т/га.

Проанализировав существующие технологии и конструкции двигателей, за основу для дальнейших расчетов был взят двигатель тракторов «Кировец» модели К-424 — это мощный дизельный двигатель, используемый в различных сельскохозяйственных и строительных машинах. Вот основные характеристики двигателя К-424 [3]:

Таблица 1

Характеристики двигателя К-424

Тип двигателя	Дизельный, рядный, четырехтактный
Количество цилиндров	6 цилиндров
Рабочий объем, литр	Примерно 14.86 литров (14860 см³)
Максимальная мощность, кВт	176,5 кВт (240 л.с.)
Максимальный крутящий момент, Н·м	1,200 Н·м при 1,200 об/мин
Система охлаждения	Жидкостная система охлаждения
Топливная система	Система непосредственного впрыска дизельного топлива
Система смазки	Принудительная система смазки с фильтрацией масла
Пусковая система, об/мин	Около 800-900 об/мин

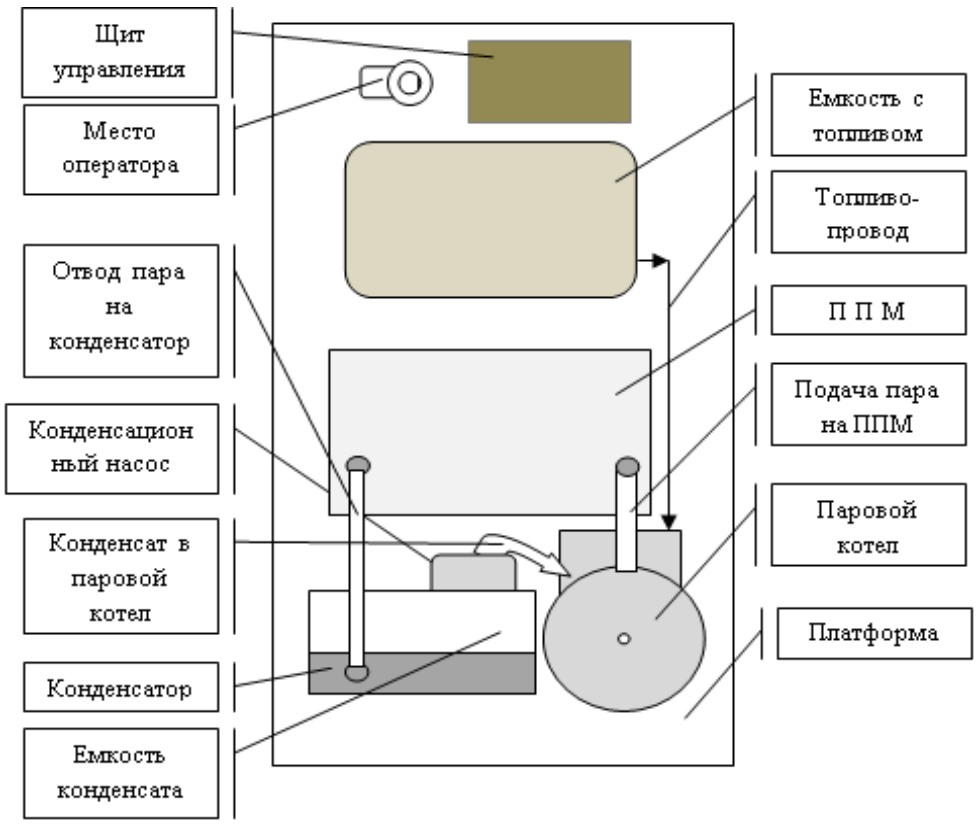


Рис. 1. Вариант компоновки ППМ (электропривод) на платформе (вид сверху)

Все оборудование расположить в одном примерно 9-метровом контейнере, что позволит всю энергоустановку собрать и испытать в заводских условиях (это способствует стабильности качества и минимального времени пуска ее в эксплуатации).

Установка на единой раме (платформе) позволит использовать ее в качестве основания для передвижных энергоустановок с паровой тягой. Привод колес передвижной платформы от мотор – колес.

Данный вариант принимается за основу проработки передвижных энергоустановок с учетом конкретного назначения.

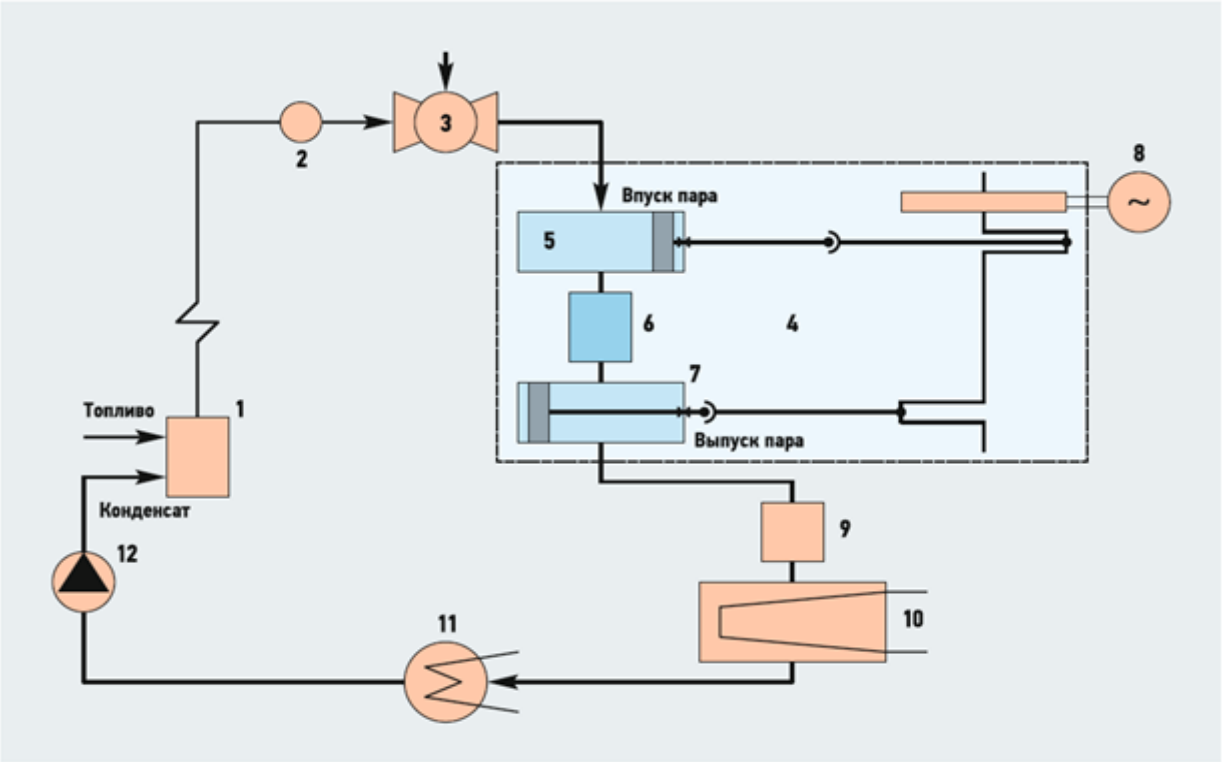


Рис. 2. Типовая схема энергетического комплекса:
1 – паровой котел; 2 - расходомер пара; 3 - регулятор давления пара; 4 – паровая поршневая машина; 5 – цилиндр высокого давления; 6 – ресивер; 7 – цилиндр низкого давления; 8 – электрический генератор; 9 – маслоотделитель; 10 – система отопления потребителя; 11 – конденсатор; 12 – конденсационный насос

В установке будет использоваться паровой котёл Clayton E(SE)-125 – высокоэффективный паровой котёл, разработанный для быстрого производства пара, использующий водотрубную конструкцию, что позволяет ему эффективно работать при высоких давлениях и температурах. Он отличается компактными размерами и высокой эффективностью, что делает его подходящим для ограниченных пространств. Технические характеристики данного котла приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики парового котла Clayton E(SE)-125

Топливо	газ, сжиженный газ, жидкое топливо, биотопливо		
Номинальная паропроизводительность, т/ч	1,96		
Рабочее давление воды, МПа	3		
Габариты: длина (глубина) - ширина - высота, мм	E-125: 2230(газ)/1400/2405 SE-125: 2230(газ)/1400/2700		
Масса, кг	E-125:1695(газ), 1650 (легкое масло) SE-125:1950(газ), 1905 (легкое масло)		
КПД, %	91% без экономайзера		
Удельный расход пара, кг/(кВт*ч)	12,58		
Сводная таблица комплектующих для МЭКа			
Наименование	Модель	Вес, кг	Стоимость, тыс. руб.
Паровой отел	Clayton, SE-125	1980	800
Объем воды в котле, литр		235	
ППМ с генератором	ППМ - 150	~ 800	~ 550
Водяной насос	Grundfos CR 3-21	40,6	140
Конденсатор (калорифер)	КПСк 3-11	206	60
Вентилятор с крыльчаткой	для калорифера, $G_{возд}$= 25 000 кг/ч		
Выхлопная труба	Д = 457 мм	~ 100	~ 6
Регулятор подачи пара		~ 20	~ 50
Система управления	СУппм-150	~ 150	~ 200
Трубы обвязки	$Д_{вн}$ = 80 мм 5 метр	9,5 кг/м 47,5	60 т.р /т 3
Кабели (силовые, управления)			~ 50
Емкость для конденсата		~ 100	10
Емкость (бункер) для топлива			
Отдел аккумуляторный	АКБ, ~ 280 а/ч	4 шт, 80	6 т.р./шт 24
Итого		~ 3 530 ~ 3 600	~ 1893 ~ 2 000

Продолжение таблицы 2

Габаритные размеры оборудования				
Наименование	Модель	Длина, мм	Высота, мм	Ширина, мм
Паровой котел	Clayton, SE-125	2030	2700	1300
ППМ с генератором	ППМ - 150	4500	600	4200
Водяной насос	Grundfos CR3-21	250	750	220
Конденсатор (калорифер)	КПСк 3-11	1074	1780	180
Выхлопная труба	Д = 457 мм		~ 2 000	
Регулятор подачи пара		200	200	100
Система управления		300	800	800
Трубы обвязки (вода, пар)	~ 5 метр		5 000	$Д_н$ - 89
Кабели (силовые, управления)				
Емкость для конденсата	После конденсатора	1000	400	400
Емкость (бункер) для топлива				
Отдел аккумуляторный				

Таблица 3

Сравнительная таблица характеристик двигателей

Название	Кировец К-424	Кировец-ППМ
Мощность двигателя, кВт	176	165
Тип топлива	Дизель	Биоэтанол
Расход, л/ч	47	43
Номинальная частота вращения, об/мин	1300-1600	1500
Вес, кг	650	3600
Цена, млн. р.	~1,7	~2
Стоимость эксплуатации (топлива) в сутки, руб.	73320	46440
Стоимость эксплуатации по топливу за полгода, руб.	879840	557280
Срок окупаемости, год		~1,1

Таким образом, пароэнергетическая установка на биоэтаноле является эффективным, экономически выгодным и экологически чистым способом производства пара и электроэнергии. Благодаря использованию биоэтанола в качестве топлива,

установка позволяет сократить выбросы вредных веществ в атмосферу и снизить зависимость от нефти и природного газа. Это инновационное и перспективное решение для агропромышленного комплекса, стремящегося к устойчивому и энергосберегающему производству.

Литература

1. Современные паровые машины и энергосбережение в малой энергетике: [сайт]. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5530 (дата обращения: 06.12.2024). − Текст: электронный.

2. Биоэтанол: технологии получения из возобновляемого растительного сырья и области применения: [сайт]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bioetanol-tehnologii-polucheniya-iz-vozobnovlyaemogo-rastitelnogo-syrya-i-oblasti-primeneniya (дата обращения: 06.12.2024). − Текст: электронный.

3. Кировец К-424: технические характеристики: [сайт]. – URL: https://tractorreview.ru/traktory/ptz/kirovets-k-424-tehnicheskie-harakteristiki.html#2 (дата обращения: 07.12.2024). − Текст: электронный.

УДК 621.181

Расчет вертикального парогенератора без экономайзерного участка для реактора ВВЭР-1000

Табакова Екатерина Дмитриевна, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
Грицюк Светлана Николаевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт − филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлены результаты расчета вертикального парогенератора без экономайзерного участка для реактора ВВЭР-1000. Приведена тепловая схема вертикального парогенератора, рассчитаны коэффициент теплопередачи на входе и выходе теплоносителя в парогенератор, площадь теплообмена и средняя длина трубок, проведен тепловой расчет. Анализ результатов расчета показывает, что отсутствие экономайзера приводит к снижению степени использования тепла, выделяющегося в ходе сжигания топлива, что, в свою очередь, снижает общую эффективность оборудования.

На атомных электростанциях используются парогенераторы, выдающие пар на турбину для выработки электроэнергии. Существуют различные схемные и конструктивные подходы к созданию парогенераторов – вертикального и горизонтального типов, каждый из которых имеет достоинства и недостатки, выявляемые при эксплуатации. Оба типа парогенераторов близки по тепловой эффективности и по массогабаритным характеристикам. С помощью экономайзера можно повысить КПД установки, но наличие экономайзера для вертикального и горизонтального типов парогенераторов может привести к снижению надежности [1].

Расчет вертикального парогенератора без экономайзерного участка представляет собой сложную задачу, требующую учета множества факторов, определяющих эффективность и надежность оборудования. Основным элементом данного устройства является вертикальная трубчатая конструкция, которая обеспечивает максимальную поверхность теплообмена. При этом важно правильно выбирать материалы для изготовления парогенератора, чтобы гарантировать устойчивость к высоким температурам и давлениям [2].

Процесс парообразования в вертикальном парогенераторе осуществляется за счет передачи тепла от горячих газов к воде, что приводит к её нагреву и последующему образованию пара. Важно учитывать скорость потока, вектор движения и температуру газов, поступающих в парогенератор, а также давление, необходимое для его работы [2].

В ходе выполнения данных расчетов необходимо установить изменения при переходе от горизонтального парогенератора к вертикальному с сохранением всех исходных параметров. Экономайзерный участок в данном варианте отсутствует. Нагрев питательной воды до температуры насыщения производится за счет конденсации части пара, как в серийном парогенераторе типа ПГВ-1000М – вертикальный с ширмовой теплообменной поверхностью. Тепловая схема парогенератора (ПГ) представлена на рис. 1 [3].

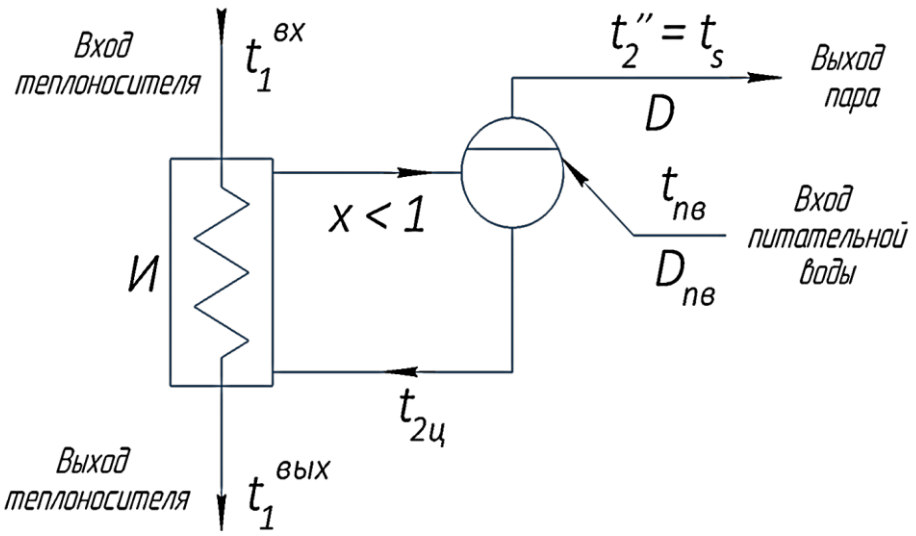


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема вертикального парогенератора без экономайзерного участка

Расчет тепловой схемы ПГ проводится с целью определения расхода пара на турбоустановку и показателей тепловой экономичности турбины и энергоблока при заданных параметрах. Задача теплового расчета – определение площади теплообменной поверхности, которая рассчитывается с учетом количества теплоты, передаваемой теплоносителем рабочему телу. Расчет проводится по методике, изложенной в [3].

Исходные данные:

– температура теплоносителя на входе в парогенератор $t_1^{вх}$, °С	320
– температура теплоносителя на выходе из парогенератора $t_1^{вых}$, °С	289
– давление теплоносителя p_1, МПа	15,69
– давление генерируемого пара p_2, МПа	6,28
– паропроизводительность D, кг/с	408,3
– температура питательной воды на входе в парогенератор $t_{пв}$, °С	220
– число теплообменных трубок $n_{тр}$, шт	11000
– материал теплообменных труб	сталь 08Х18Н10Т
– наружный диаметр $d_н$, м	0,016
– толщина стенки δ, м	0,0015
– внутренний диаметр $d_в$, м	0,013

В табл. 1 приведены результаты теплового расчета парогенератора.

Таблица 1

Результаты теплового расчета вертикального парогенератора

Величина	Обозначение	Значение
Энтальпия теплоносителя на входе, кДж/кг	$h_1^{\text{вх}}$	1453
Энтальпия теплоносителя на выходе, кДж/кг	$h_1^{\text{вых}}$	1279
Энтальпия сухого насыщенного пара, кДж/кг	h_2''	2781
Энтальпия кипящего рабочего тела, кДж/кг	h_2'	1229
Энтальпия питательной воды, кДж/кг	$h_{\text{пв}}$	945
Расход продувочной воды, кг/с	$D_{\text{пр}}$	2,0
Тепловая мощность парогенератора, МВт	$Q_{\text{ПГ}}$	750,6
Расход теплоносителя, кг/с	G	4409,6

На рис. 2 представлена tQ-диаграмма вертикального парогенератора без экономайзерного участка.

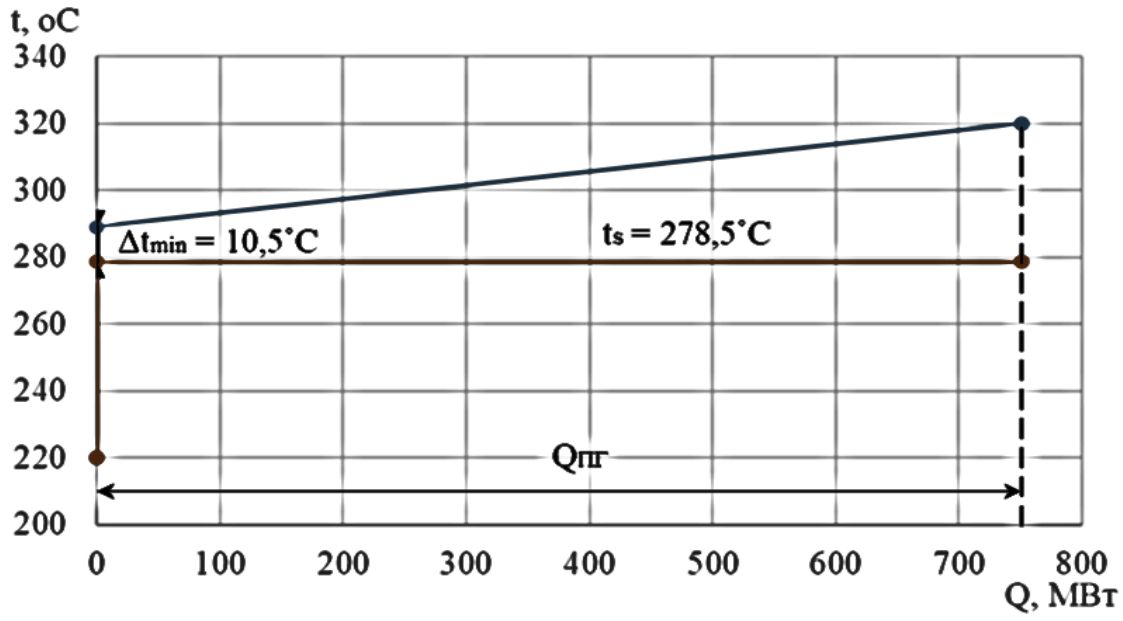


Рис. 2. tQ-диаграмма вертикального парогенератора без экономайзерного участка

Результаты расчета коэффициента теплопередачи на входе и выходе теплоносителя в парогенератор представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета коэффициента теплопередачи на входе и выходе теплоносителя в парогенератор

Величина	Обозначение	Значение	
		на входе теплоносителя	на выходе теплоносителя
Теплофизические свойства теплоносителя:			
плотность, $кг/м^3$	$\rho_{1ПГ}^{вх}$	680,7	748,4
динамическая вязкость, $Па \cdot с$	$\mu_{1ПГ}^{вх}$	$8{,}06 \cdot 10^{-5}$	$9{,}29 \cdot 10^{-5}$
теплопроводность, $Вт/(м \cdot °C)$	$\lambda_{1ПГ}^{вх}$	0,522	0,582
критерий Прандтля	$Pr_{1ПГ}^{вх}$	0,951	0,837
Скорость теплоносителя, $м/с$	$w_{1ПГ}^{вх}$	4,44	4,04
Критерий Рейнольдса	$Re_{1ПГ}^{вх}$	$4{,}87 \cdot 10^5$	$4{,}23 \cdot 10^5$
Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя, $Вт/(м^2 \cdot °C)$	$\alpha_{1ПГ}^{вх}$	$2{,}93 \cdot 10^4$	$2{,}76 \cdot 10^4$
Удельный тепловой поток, $Вт/м^2$	q	270055	52330
Температура окисной пленки со стороны теплоносителя, °С	$t_{ок1}$	310,8	287,1
Температура стенки со стороны теплоносителя, °С	$t_{ст1}$	308,1	286,6
Температура стенки со стороны рабочего тела, °С	$t_{ст2}$	286,7	282,4
Температура окисной пленки со стороны рабочего тела, °С	$t_{ок2}$	284,0	281,9
Теплопроводность стали 08Х18Н10Т, $Вт/(м \cdot °C)$	$\lambda_{ст}$	18,97	18,84
Коэффициент теплоотдачи к рабочему телу, $Вт/(м^2 \cdot °C)$	${\alpha_{2ПГ}}^{вх}$	49222	15605
Коэффициент теплопередачи, $Вт/(м^2 \cdot °C)$	$k_{ПГ}^{вх}$	6513,5	5002,5

Результаты расчета площади теплообмена и средней длины трубок представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расчет площади теплообмена и средней длины трубок

Величина	Обозначение	Значение
Среднее значение коэффициента теплопередачи испарительного участка, $Вт/(м^2 \cdot °C)$	$k_{ПГ}$	5758,0
Температурные напоры испарительного участка:		
больший, °С	$\Delta t_б$	41,5
меньший, °С	$\Delta t_м$	10,5
среднелогарифмический, °С	Δt	22,5
Расчетная площадь теплообмена парогенератора, $м^2$	$F_Р$	5790,7
Площадь теплообмена с учетом запаса, $м^2$	F	6080,2
Средняя длина трубок, м	$L_{тр}$	11,00

Таким образом, несмотря на ограничения, связанные с отсутствием экономайзера, полученные расчетные данные позволяют достичь приемлемых показателей производительности и надежности парогенератора в современных энергетических системах.

По результатам проведенных расчетов можно разработать систему мероприятий, направленных на повышение интенсивности тепломассообмена и паропроизводительности, улучшение температурного режима поверхностей, уменьшение накопления продуктов коррозии в теплообменных трубах.

Литература

1. Лукасевич, Б.И. Парогенераторы реакторных установок ВВЭР для атомных электростанций / Б.И. Лукасевич, Н.Б. Трунов, Ю.Г. Драгунов, С.Е. Давиденко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 391 с.

2. Трунов, Н.Б. Парогенераторы – горизонтальные или вертикальные (каким быть парогенератору АЭС с ВВЭР?)/ Н.Б. Трунов, Б.И. Лукасевич, Д.О. Веселов, Ю.Г. Драгунов // Атомная энергия. - 2008. – Т.105. – Вып.3. – С.127–135.

3. Рассохин, Н.Г. Парогенераторные установки АЭС: Учеб. пособие для вузов / Н.Г. Рассохин. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 384с.

УДК 621.9

Разработка структуры методики проектирования операций обработки деталей на основании выведенных математических моделей расчета увода оси отверстий

Токарев Артем Сергеевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии машиностроения»
Трехгорный технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Трехгорный.

В данной статье рассмотрена структура методики проектирования операций обработки отверстий осевым режущим инструментом. Данная методика разработана на основании математических моделей, которые учитывают новые геометрические параметры режущего инструмента, а также погрешности предыдущих операций и переходов. Данные математические модели были разработаны для таких инструментов как монолитные и сборные сверла со сменными многогранными пластинами, монолитные и сборные зенкера со сменными многогранными пластинами. Используя разработанную методику проектирования операций, инженер сможет значительно снизить время на технологическую подготовку производства, а также рационально использовать режущий инструмент.

При обработке глубоких, свыше 5 диаметров, и сверхглубоких отверстий, свыше 8 диаметров, очень часто приходится использовать специальный режущий инструмент, технологическое оборудование или оснастку, для того, чтобы добиться необходимой точности, которую предъявляют к поверхностям обрабатываемых деталей. Слишком стремительное развитие режущего инструмента и технологического оборудования не позволяет использовать данные атрибуты на полную мощность, что приводит к простоям и экономическим потерям. Для раскрытия потенциала современных металлорежущих станков, режущего инструмента необходимо разрабатывать математические модели, которые будут учитывать их особенности [1, 3, 4, 6].

Учет погрешности обработки на предыдущих этапах и операциях сможет значительно повысить точность обработки отверстий концевым мерным инструментом [2, 5, 7, 8]. После разработки математических моделей расчета увода оси отверстий при обработке осевым инструментом, которые были доработаны в программе с удобным интерфейсом, необходимо составить структуру методики проектирования операций.

Перед началом работы необходимо определиться, какие математические модели будут необходимы в соответствии с разработанным технологическим процессом, а затем действовать по следующим этапам:

1. Выбор математических моделей в соответствии с разработанным технологическим процессом.

2. Выбор математических моделей в соответствии с геометрическими особенностями режущего инструмента.

3. Ввод исходных данных.

4. Расчет основных параметров математической моделью (сил резания, результирующей сил резания, увода оси отверстия).

5. Сравнение полученных расчетных данных с заданными.

6. Если полученное значение удовлетворяет условиям, предъявляемым к поверхностям отверстия, применяются параметры, вводимые в математические модели, если нет, то возвращаемся в п. 3 и начинаем варьировать данными, для получения желаемого результата.

На рис. 1 показана структурная схема методики проектирования операций сверления, рассверливания или зенкерования отверстий. Используя информационно-справочную базу, вводятся исходные данные.

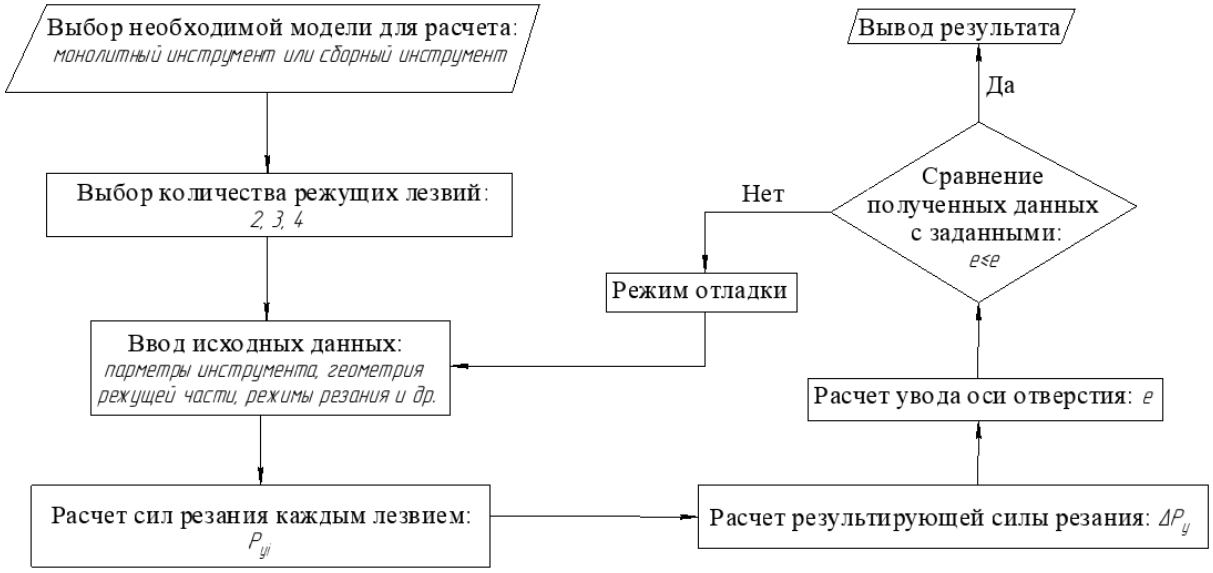


Рис. 1. Структура методики проектирования операций

По окончании расчетов погрешностей обработки по математическим моделям, производится сравнение расчетных значений с заданными (допустимыми) параметрами точности. Если расчетные значения превышают допустимые погрешности, то производится отладка расчётных значений путем корректировки ввода исходных данных.

Данная методика позволит значительно снизить время на написание технологических процессов обработки отверстий, уменьшить трудоемкость и повысить производительность машиностроительных предприятий.

Литература

1. Дерябин И.П., Гузеев В.И., Токарев А.С. Экспериментальные исследования технологического наследования погрешностей расположения оси отверстий при применении трехлезвийных инструментов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2023. Т. 21. №3. С. 114–122. https://doi.org/ 10.18503/1995-2732-2023-21-3-114-122

2. Дерябин И.П., Токарев А.С. Экспериментальное исследование адекватности математических моделей расчета увода оси при рассверливании отверстий двухлезвийным сверлом // Вестник МГТУ «Станкин». – 2024. – № 1 (68). – С. 96 –107. DOI 10.47617/2072-3172_2024_1_

3. Дерябин И.П., Токарев А.С. Экспериментальное исследование адекватности математической модели расчета увода осей отверстий при обработке двузубыми зенкерами // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2024. Т. 22. №2. С. 111-119

4. Токарев А.С. Причины возникновения осевого смещения вершин режущих кромок пластин друг относительно друга у сборных зенкеров с многогранными неперетачиваемыми пластинами / А.С. Токарев // Наука ТТИ НИЯУ МИФИ – 2023: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – С. 147–150

5. Токарев А.С. Погрешности, возникающие при обработке отверстий концевыми мерными инструментами и их возможные причины / А.С. Токарев // V Отраслевой научный форум студенческой молодежи «Дни российской науки – 2023»: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2023. – 31–34.

6. Токарев А.С., Блохин М. А., Миниханова Д.А. Исследование формообразования отверстий двухлезвийными сверлами /XXIII всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2023». Посвящается 120-летию со дня рождения И. В. Курчатова и 75-летнему юбилею ФГУП «ПО «Маяк»: Сборник статей. Озёрск, 19 - 21 апреля 2023 г. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2023 – 290 с.

7. Токарев А.С., Блохин М. А., Миниханова Д.А. Исследование формообразования отверстий двухлезвийными спиральными сверлами при засверливании под углом / НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ – 2024: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2024 .- 139 с.

8. Токарев А.С., Пикан Д.С., Гатин Р.М. Увод оси возникающий из-за деформации осевого режущего инструмента под действием различных сил резания / НАУКА ТТИ НИЯУ МИФИ – 2024: Сборник научных трудов. – Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2024 . – 139 с.

УДК 004.925.83

Применение ПО «КОМПАС-3D» в образовании и инженерных компетенциях

Тушинский Олег Сергеевич, студент специальности
«Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
Сарычев Юрий Викторович, преподаватель кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье исследуются положительные и отрицательные стороны применения ПО «КОМПАС-3D» в образовании, чемпионатах профессионального мастерства и в разработке новых технологий. Произведён сравнительный анализ различных сред 3D-моделирования, опыт использования данного ПО в различных ситуациях и создана 3D-модель ПГВ-1000М для АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000.

В современном мире для обеспечения безопасности и эффективности применяется моделирование, которое позволяет ещё на этапе проектирования отследить возможные риски и устранить их. Одним из видов моделирования является 3D-моделирование, выполняющееся с помощью прикладного ПО. На данный момент одной из лучших сред 3D-моделирования является «КОМПАС-3D».

Таблица 1

Сравнение некоторых распространённых сред 3D-моделирования

Среда 3D-моделирования	Страна-разработчик	Цена	Сложность работы и освоения	Набор функций
«КОМПАС-3D»	Российская Федерация	Бесплатно для студентов, преподавателей, учебных заведений	Освоение считается сложным, но существуют официальные обучающие материалы	Позволяет создавать трёхмерные модели любой сложности, а также автоматически генерировать чертежи и спецификации для них. Есть библиотека ГОСТов

Продолжение таблицы 1

«Autodesk AutoCAD»	США (не доступно в РФ)	25000 руб/месяц	Сложное освоение работы в 3D. Курсы являются платными	Возможность создавать полноценные трехмерные модели с использованием твердотельного полигонального и поверхностного моделирования
«NanoCAD»	Российская Федерация	Бесплатно для студентов, преподавателей, учебных заведений	Сложное освоение работы в 3D. Существуют бесплатные обучающие материалы	Имеет ограниченный функционал в области 3D-моделирования в сравнении с другим ПО
«CATIA Dassault Systèmes»	Франция	37500 руб/месяц	Очень сложное освоение. Необходим опыт работы в других ПО	Позволяет разрабатывать трёхмерные модели изделий, ассоциативные чертежи деталей и сборочных единиц, поддерживает работу с большими сборками, ассоциативные связи между моделью и её проекциями на чертежах
LibreCAD	Австралия	Бесплатно	Простое для освоения приложение	Очень ограниченный функционал в 3D

Для обоснования целесообразности использования ПО «КОМПАС-3D» был проведён сравнительный анализ некоторых наиболее распространённых сред с целью определения наиболее удобных и доступных для образовательных организаций программ, результаты которого приведены в табл. 1. На основании приведенных данных можно сделать вывод, что по соотношению качества и доступности наиболее перспективной программой среди приведённых является именно «КОМПАС-3D».

Эти результаты подтверждаются повышенным спросом на данное ПО со стороны предприятий и образовательных организаций, а также его использованием на чемпионатах профессионального мастерства. Среди случаев внедрения «КОМПАС-3D» на предприятиях можно отметить представленные ниже:

Нижегородское «ОКБМ Африкантов» (входит в машиностроительный дивизион Госкорпорации «Росатом») начало внедрение российской САПР КОМПАС-3D для создания цифровых моделей и конструкторской документации [1]. Также в КОМПАС-3D моделируют корпуса насосов АЭС, а затем применяют систему прочностного анализа APM FEM. Она позволяет, не выходя из окна КОМПАС-3D, автоматически сгенерировать конечноэлементную сетку и провести предварительные расчёты [2]. Ещё

в 2021 году региональный центр «АСКОН-Волга» разработал приложение для проектирования в КОМПАС-3D по заказу АО «Атомэнергоремонт». Оно помогает создать вокруг модели производственной установки, которая требует ремонта или обслуживания, 3D-модель сборки конструкции строительных лесов [3]. Кроме того, модели «КОМПАС-3D» могут быть напечатаны на большинстве 3D-принтеров (с учётом масштаба), которые могут быть использованы для построения демонстрационных стендов.

Среди случаев внедрения «КОМПАС-3D» на чемпионатах профессионального мастерства можно отметить следующие:

На чемпионате AtomSkills-2023 компания АСКОН выступила официальным партнёром и задействовала программные решения практически во всех компетенциях, где в заданиях присутствовало 3D-моделирование. С помощью системы проектирования КОМПАС-3D участники создавали трёхмерные модели и конструкторскую документацию на детали и сборки [4]. Также КОМПАС-3D применяли в компетенции «Математическое моделирование» для изменения геометрии конструкции, которую затем передавали в расчётный пакет для решения задач прочности и теплогидравлики [5]. Кроме того, на чемпионате AtomSkills-2022 специалисты, выбравшие для решения конкурсных задач КОМПАС-3D, одержали победу в основных инженерных машиностроительных компетенциях. В августе 2024 года на финале третьего чемпионата рабочих и инженерных профессий «Время первых» Государственной корпорации «Ростех» в восьми компетенциях конкурсанты работали с КОМПАС-3D. Цифровые инструменты помогали инженерам проектировать сложные конструкции, создавать трёхмерные модели, чертежи деталей и планировки цехов, готовить модели для 3D-печати. [6] Также в октябре 2024 года на корпоративном чемпионате профессионального мастерства «Молодые профессионалы Роскосмоса» в Калининграде АСКОН, постоянный партнёр чемпионата, поддержал пять компетенций, в том числе «Инженерия космических систем», «Изготовление прототипов», «Инженерный дизайн CAD», «Инженер-технолог машиностроения», «Аддитивное производство». Победу в трёх ключевых дисциплинах одержали инженеры, выбравшие для работы «КОМПАС-3D» от АСКОН. [7].

Широкое использование данного ПО обусловлено широким функционалом, который позволяет создавать сложные модели и обеспечивает удобную работу с ними. Для примера была создана 3D-модель парогенератора ПГВ-1000М для АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000:

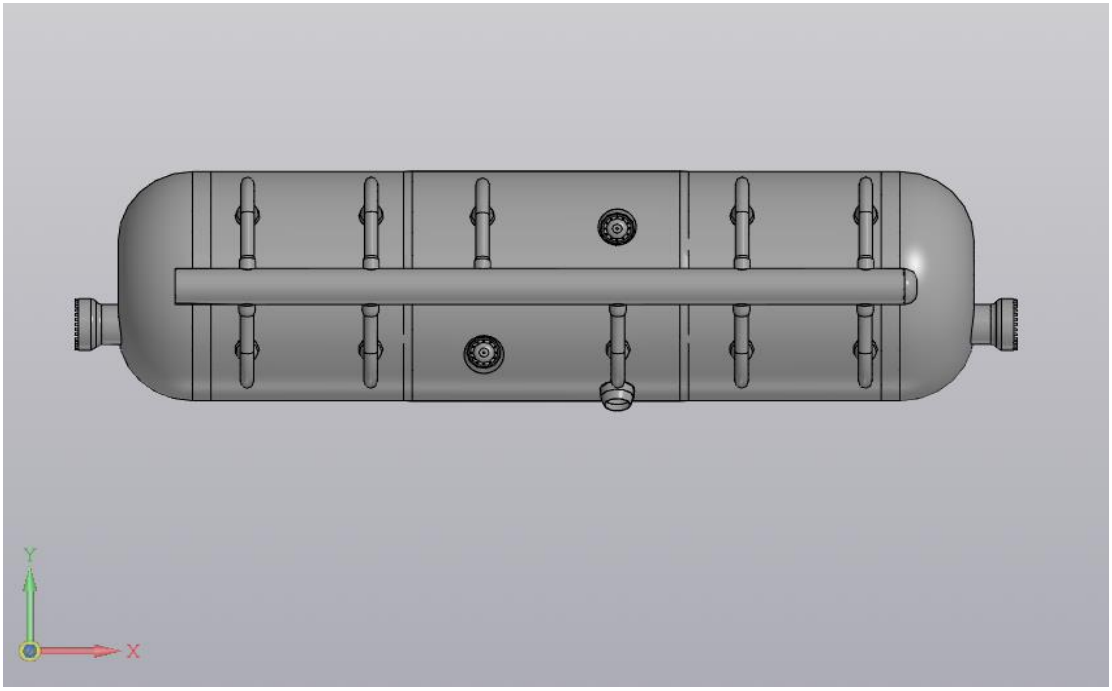


Рис. 1. Проекция OXY

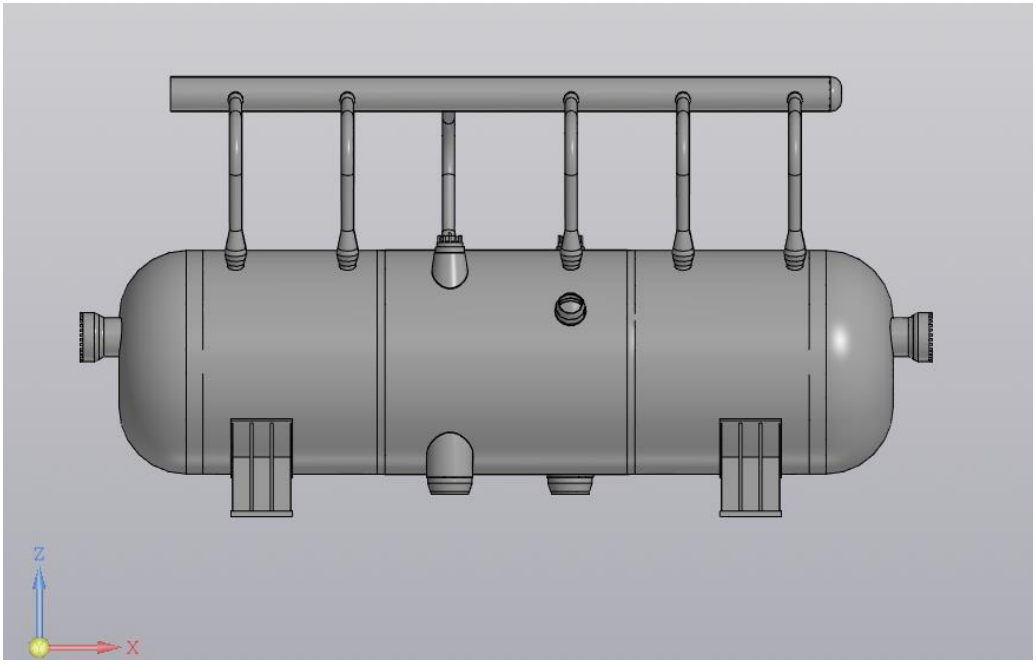


Рис. 2. Проекция OXZ

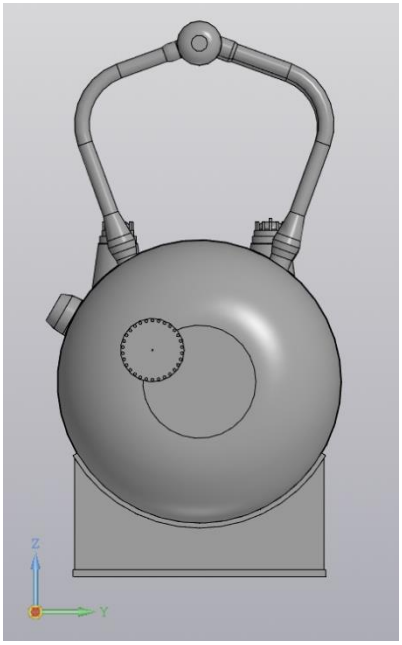


Рис. 3. Проекция OYZ

Таким образом, была создана представленная модель использованием функций, которые предоставляет для пользователя данная среда моделирования.

Литература

1. ГК «Росатом»: официальный сайт. – Москва. – 2023. – URL: https://www.rosatom.ru/journalist/news/na-baze-ao-okbm-afrikantov-otkrylsya-tsentr-additivnykh-tekhnologiy-rosatoma/?sphrase_id=3705352 (дата обращения: 17.11.2024)

2. Расчеты на прочность и сейсмостойкость насосов АЭС с использованием российской CAE-системы APM WinMachine и библиотеки APM FEM для КОМПАС-3D / Владимир Шелофаст, Ризван Шахбанов, Алексей Сухоручко // САПР и графика. – 2017. – спецвыпуск. – С. 1-5.

3. ООО «АСКОН»: официальный сайт. – Санкт-Петербург. – 2021. – URL: https://ascon.ru/news/2021/10/12/askon-razrabotal-kastomizirovannoe-sapr-prilozhenie-dlya-atomehnergoremont/ (дата обращения: 17.11.2024)

4. ООО «АСКОН»: официальный сайт. – Санкт-Петербург. – 2023. – URL: https://ascon.ru/news/2023/06/27/askon-stal-partnerom-chempionata-profmasterstva-goskorporacii-rosatom-atomskills-9-kompetencij-v-kompas-3d-i-renga/ (дата обращения: 17.11.2024)

5. Международный чемпионат профессионального мастерства «Atomskills»: официальный сайт. – Екатеринбург. – 2023. – URL:

https://atomskills.ru/news/vpervye_na_chempionate_atomskills_2023_proshli_sorevnovaniya_po_matematicheskomu_modelirovaniyu/ (дата обращения: 17.11.2024)

6. ООО «АСКОН»: официальный сайт. – Санкт-Петербург. – 2024. – URL: https://ascon.ru/news/2024/09/04/chempionat-profmasterstva-goskorporacii-rostekh-8-kompetencij-v-kompas-3d/ (дата обращения: 17.11.2024)

7. ООО «АСКОН»: официальный сайт. – Санкт-Петербург. – 2024. – URL: https://ascon.ru/news/2024/10/09/chempionat-roskosmosa-kompas-3d-pomogaet-inzheneram-pobezhdat/ (дата обращения: 17.11.2024)

УДК 004.5

Применение IT-технологий в науке и образовании

Холодова Валерия Петровна, студент специальности
«Управление в технических системах»;
Корнилова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной научной статье представлено исследование, которое посвящено применению IT-технологий в мире. Рассмотрены особенности их влияния на науку и образование, преимущества и недостатки, а также перспективы дальнейшего развития.

В современном мире информационные технологии (IT) играют ключевую роль во всех сферах человеческой деятельности. Наука и образование не являются исключением. В последние десятилетия наблюдаются значительные изменения в подходах к обучению и научным исследованиям, вызванные внедрением новых технологий. IT-технологии не только меняют способы передачи знаний, но и открывают новые горизонты для научных открытий.

Рассмотрим применение IT-технологий в образовании:

1. Дистанционное обучение.

Одним из самых заметных изменений в образовательной среде стало внедрение дистанционного обучения в школах, вузах и не только. Пандемия COVID-19 ускорила этот процесс, заставив учебные заведения по всему миру перейти на онлайн-форматы.

Платформы, такие как Zoom, Microsoft Teams и Google Classroom, стали основными инструментами для проведения занятий. Затронуло это и Балаковский инженерно-технологический институт, где дистанционные занятия проводились на платформе Lync Web App, что позволило студентам продолжать обучение, не выходя из дома.

Дистанционное обучение предоставляет множество преимуществ. Во-первых, оно делает образование более доступным для людей из удаленных регионов, где нет возможности посещать традиционные учебные заведения. Во-вторых, студенты могут учиться в удобном для себя темпе, что особенно полезно для работающих людей или тех, кто имеет другие обязательства.

Однако дистанционное обучение также имеет свои недостатки. Одним из основных является недостаток личного общения между преподавателями и студентами, что может негативно сказаться на качестве обучения. Кроме того, не все студенты имеют равный доступ к интернету и необходимым устройствам, что создает дополнительные барьеры.

2. Интерактивные образовательные технологии.

Современные образовательные платформы активно используют интерактивные технологии для повышения вовлеченности студентов. Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) становятся все более популярными в образовательных учреждениях. Эти технологии позволяют создавать иммерсивные учебные среды, где студенты могут взаимодействовать с учебным материалом в интерактивном формате.

Например, в медицинских вузах студенты могут использовать VR для практики хирургических процедур без риска для пациентов. В гуманитарных науках AR позволяет студентам «посетить» исторические места и события, что значительно углубляет их понимание материала.

Геймификация – еще один эффективный метод, который используется для повышения мотивации студентов. Элементы игры, такие как баллы, уровни и награды, делают процесс обучения более увлекательным и способствуют лучшему усвоению информации.

3. Персонализированное обучение.

IT-технологии позволяют создавать адаптивные обучающие системы, которые подстраиваются под индивидуальные потребности студентов. Используя алгоритмы машинного обучения, такие системы могут анализировать успехи учащихся и предлагать им материалы, соответствующие их уровню знаний.

Персонализированное обучение помогает учитывать различные стили обучения и темпы усвоения материала. Например, некоторые студенты лучше воспринимают

информацию через визуальные материалы, в то время как другие предпочитают текстовые источники. Адаптивные системы могут предложить наиболее подходящие ресурсы для каждого студента.

Кроме того, такие системы могут выявлять пробелы в знаниях учащихся и предлагать дополнительные материалы для их устранения. Это позволяет студентам более эффективно справляться с трудностями и достигать лучших результатов.

4. Открытые образовательные ресурсы (OER).

Открытые образовательные ресурсы (OER) представляют собой учебные материалы, которые доступны для свободного использования и распространения. Эти ресурсы включают в себя учебники, лекции, видеоуроки и другие материалы, которые могут быть использованы как преподавателями, так и студентами.

OER способствуют демократизации образования, так как они позволяют людям из разных социальных слоев получать доступ к качественным учебным материалам без финансовых затрат. Это особенно важно в условиях растущих цен на образование.

Существует множество платформ, предлагающих OER, таких как OpenStax, MERLOT и OER Commons. Эти ресурсы помогают преподавателям находить необходимые материалы для своих курсов и адаптировать их под свои нужды.

Применение IT-технологий в науке:

1. Компьютерное моделирование и симуляции.

В научных исследованиях IT-технологии позволяют создавать сложные компьютерные модели и симуляции, которые помогают ученым анализировать сложные системы и процессы. Например, в климатологии используются модели для предсказания изменений климата, а в биологии – для моделирования взаимодействий между организмами.

Компьютерное моделирование позволяет проводить эксперименты в виртуальной среде, что экономит время и ресурсы. Это особенно актуально в тех областях, где физические эксперименты могут быть опасными или дорогостоящими. Например, в медицине ученые могут моделировать воздействие лекарств на организм без необходимости проводить клинические испытания на людях.

2. Анализ больших данных.

С развитием технологий хранения и обработки данных ученые имеют доступ к огромным объемам информации. Анализ больших данных (Big Data) позволяет выявлять закономерности и проводить предсказания на основе фактов. Это особенно важно в таких областях, как геномика, экология и социология.

Использование методов машинного обучения для анализа больших данных открывает новые горизонты для научных исследований. Ученые могут обрабатывать данные быстрее и точнее, что способствует более глубокому пониманию исследуемых явлений.

Например, в медицине анализ больших данных может помочь в выявлении новых заболеваний или предсказании вспышек инфекционных болезней на основе анализа исторических данных о заболеваемости.

3. Коллаборация и открытые научные данные.

IT-технологии способствуют международному сотрудничеству между учеными, позволяя им обмениваться данными и результатами исследований в реальном времени. Платформы для совместной работы, такие как GitHub и ResearchGate, помогают исследователям делиться своими находками и получать отзывы от коллег.

Открытые научные данные становятся все более популярными, что позволяет другим исследователям повторять эксперименты и проверять результаты. Это повышает прозрачность научных исследований и способствует более высокому уровню доверия к научным данным.

Существуют также инициативы по созданию открытых репозиториев данных в различных областях науки, что позволяет ученым легко находить необходимые данные для своих исследований.

4. Научная коммуникация.

Современные IT-технологии изменили способы распространения научных знаний. Научные статьи теперь публикуются в электронном формате, что упрощает доступ к ним для широкой аудитории. Социальные сети и блоги стали популярными платформами для обсуждения научных достижений и их влияния на общество.

Научные журналы начинают использовать открытый доступ (Open Access), что позволяет всем желающим читать статьи без ограничений. Это способствует более широкому распространению знаний и повышает уровень осведомленности общества о научных достижениях.

Несмотря на многочисленные преимущества применения IT-технологий в науке и образовании, существуют также определенные проблемы и минусы:

– Неравенство доступа.

Одной из основных проблем является неравный доступ к технологиям. Не все студенты имеют возможность пользоваться интернетом или необходимыми устройствами для дистанционного обучения или доступа к образовательным ресурсам.

Это создает дополнительные барьеры для обучения и может усугублять социальное неравенство.

– Требования к квалификации преподавателей.

Использование IT-технологий требует от преподавателей новых навыков и знаний. Не все преподаватели готовы адаптироваться к новым методам обучения или использовать современные технологии в своей практике. Это может привести к снижению качества образования.

– Зависимость от технологий.

Существует риск чрезмерной зависимости от технологий в образовательном процессе. Важно помнить о необходимости сочетания традиционных методов обучения с новыми подходами для достижения наилучших результатов.

– Безопасность данных.

С увеличением объема данных возникает необходимость обеспечивать их безопасность и защиту от утечек информации. Учебные заведения должны принимать меры по защите личных данных студентов и исследователей.

В заключение хотелось бы отметить, что применение IT-технологий в науке и образовании открывает новые горизонты для обучения и исследований. Они делают процесс получения знаний более доступным, интерактивным и персонализированным. В то же время эти технологии способствуют более эффективному проведению научных исследований и обмену информацией между учеными.

В будущем можно ожидать дальнейшего интегрирования IT в эти области, что приведет к новым возможностям и достижениям. Однако важно помнить о существующих проблемах и работать над их преодолением для создания более справедливой и эффективной образовательной среды.

Таким образом, применение IT-технологий не только улучшает качество образования и научных исследований, но также способствует развитию общества в целом, открывая новые возможности.

Литература

1. Роль информационных технологий в науке и образовании / CyberLeninka. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-informatsionnyh-tehnologiy-v-nauke-i-obrazovanii-1 (дата обращения: 10.12.24).

2. Дацева, Э. Г. Новые информационные технологии в науке и образовании / Э. Г. Дацева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 49 (287). — С. 478-479. — URL: https://moluch.ru/archive/287/64816/ (дата обращения: 18.12.2024).

3. IT технологии в системе образования / Karma Group. — URL: https://www.karma-group.ru/ (дата обращения: 10.12.24).

4. Что такое IT: виды технологий и сферы их применения / GeekBrains. — URL: https://gb.ru/blog/chto-takoe-it/ (дата обращения: 12.12.24).

УДК 627.728

Дистанционное управление судном

Шкунов Никита Александрович, студент специальности
«Управление в технических системах»
Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,
г. Саратов

В статье рассматриваются современные методы и технологии дистанционного управления автономными кораблями, с акцентом на создание надёжной сетевой топологии. Введение подчёркивает важность автономных систем и необходимость удалённого доступа для оперативного вмешательства и корректировки маршрутов. Основная часть статьи содержит пример топологии сети, включающий серверную на суше, серверную на корабле, магистральный коммутатор и несколько коммутаторов доступа. Визуализация топологии и описание работы системы демонстрируют, как обеспечивается основной и резервный способы управления кораблём. В статье также обсуждаются преимущества и вызовы, связанные с дистанционным управлением, такие как надёжность, гибкость, безопасность и сложность поддержки сети. В заключении подчёркиваются перспективы развития технологий дистанционного управления автономными кораблями и их потенциал для повышения эффективности и безопасности морских операций.

В наше время активно развивается автономность корабельных систем, что позволяет судам выполнять сложные задачи без непосредственного участия человека. Однако, несмотря на значительные достижения в области автономных технологий, иногда возникает необходимость в удалённом доступе для управления корабельным судном. Это может быть вызвано различными факторами, такими как непредвиденные ситуации, требующие оперативного вмешательства, или необходимость внесения корректировок в маршрут и навигационные параметры. В данной статье мы рассмотрим современные методы и технологии дистанционного управления корабельными судами, их преимущества и вызовы, а также перспективы их развития в будущем.

Известно, что автоматизация позволяет частично или полностью освободить человека от исполнения циклических процессов, или задач, выполняющихся по строго

заданному алгоритму. В частности, автоматизация на корабле уменьшает аварийность, улучшает условия труда и быта команды, повышает качество и точность выполнения производственных операций, что, в свою очередь, приводит к более рациональному использованию узлов и агрегатов судна. Мониторинг и визуализация данных оборудования судна позволяет анализировать информацию об операциях с топливом, охлаждающей жидкостью, состоянии техники и быстро реагировать на изменения в показателях. С 60-х годов прошлого века широко применяется судовая автоматика. Уровень автоматизации судна можно разделить на две категории: полный и частичный. При частичной, объектом автоматизации выступают отдельные процессы, обычно, из-за их быстротечности, не поддающиеся регулированию человеком. При полной автоматизации все объекты судна связаны в единую систему. Ещё пятнадцать лет назад большинство судов было частично автоматизировано, но основной тренд в последнее время — это создание комплексной автоматизированной системы. На рис. 1 представлена иерархическая система управления судном. На нижнем уровне находятся системы автоматизированного управления (САУ) каким-либо техническим объектом: двигателями, радиооборудованием и т.д.

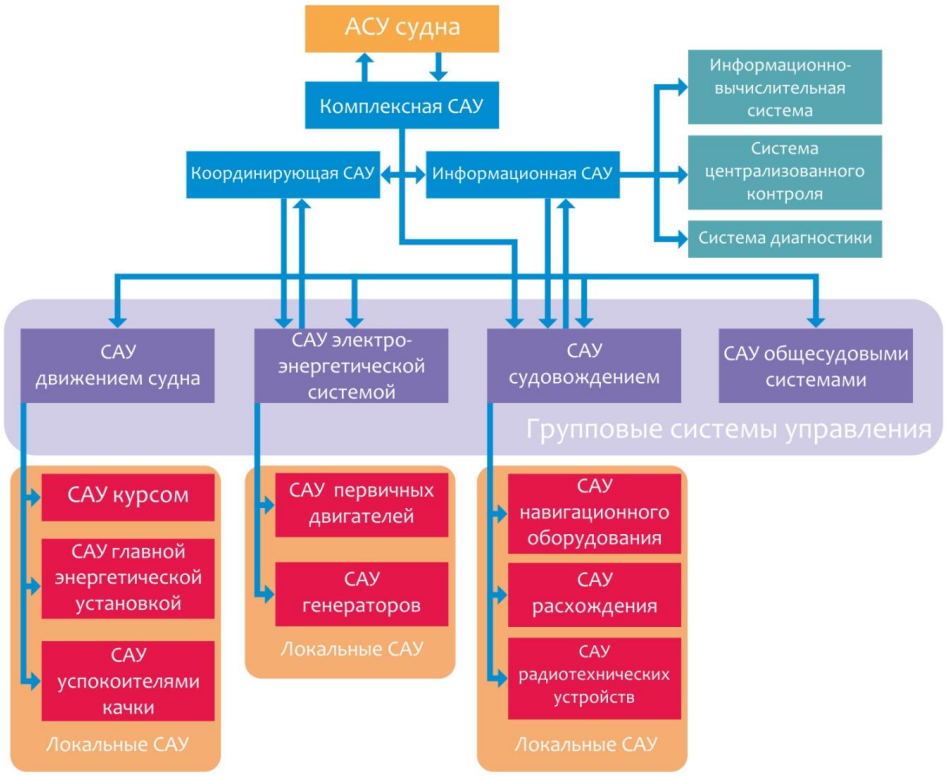


Рис. 1. Структура систем управления судном при комплексной автоматизации

Для обеспечения надёжного и эффективного управления автономным кораблём с удалённого доступа, необходимо создать соответствующую сетевую топологию. В данной статье мы рассмотрим пример топологии, которая включает серверную на суше,

серверную на корабле, магистральный коммутатор на корабле и несколько коммутаторов, отвечающих за оборудование.

Сеть корабля имеет иерархическую структуру, ядром которой является магистральный маршрутизатор судна, объединяющий сегменты сети корабля. В связи с тем, что современные корабли имеют огромные размеры, необходимо использовать повторители для увеличения расстояния сетевого соединения между службами корабля. Соответственно, каждая САУ судна имеет своё адресное пространство и входит в отдельный VLAN. Связь между элементами VLANов обеспечиваются коммутаторами на основе trunk портов. Хранение данных и централизованное управление политиками автоматизированных рабочих мест служб корабля осуществляется центром обработки данных, включающим в себя несколько физических и виртуальных серверов. Серверные операционные системы корабля и судовладельца должны входить в один лес. При этом сетевая структура корабля должна образовывать поддомен леса судовладельца, с односторонними доверительными отношениями.

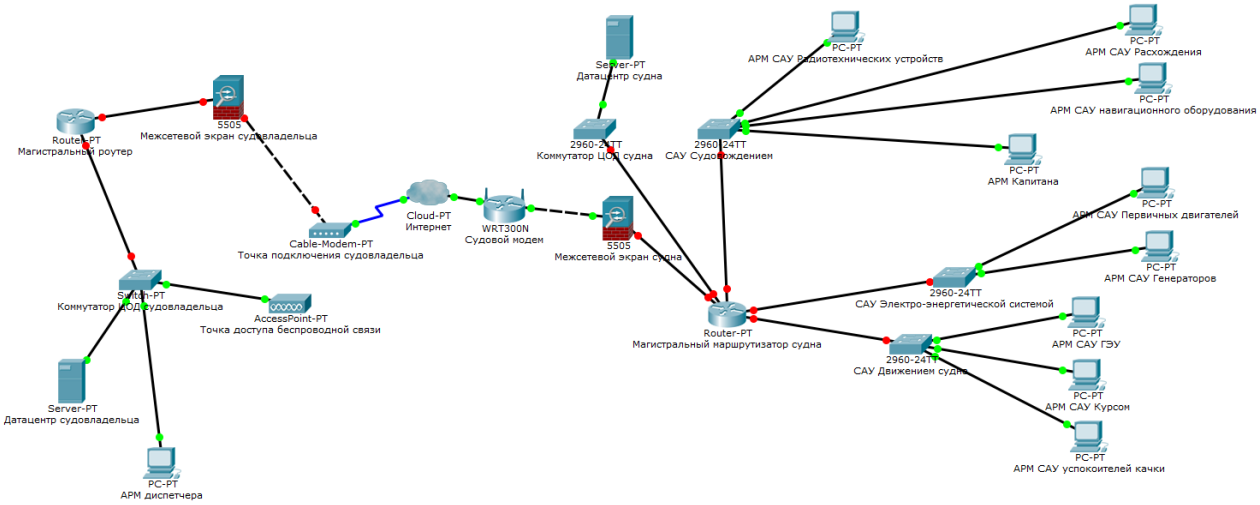


Рис. 2. Топология сети для дистанционного управления автономным кораблём

Можно выделить два режима работы сетевой инфраструктуры. В рабочем режиме серверная компонента корабля обеспечивает выполнение работы автоматизированных подсистем судна. Магистральный роутер и коммутаторы обеспечивают связность подсетей и стабильную работу всех систем. Дублированный режим управления, при возникновении нештатных условий можно обеспечить удалённый доступ через консоль управления с наземной инфраструктуры. Удалённый доступ осуществляется через интернет или спутниковую связь, обеспечивая надёжное соединение даже в условиях ограниченной связи, через установленное на корабле

радиооборудование с ЦОД судовладельца. Получаемые фреймы фильтруются межсетевым экраном судна для защиты от сетевых атак.

Из преимуществ внедрения системы удалённого доступа к управлению судном можно отметить возможность оперативно реагировать на непредвиденные ситуации и корректировать маршрут и навигационные параметры. Использование защищённых соединений и протоколов обеспечит безопасность данных и управления. Использование магистрального и нескольких коммутаторов должно обеспечить систему высокой пропускной способностью.

Из недостатков можно сразу же отметить проблемы со связью. Обеспечение соединения в условиях ограниченной связи может быть сложной задачей. Также нужно не забывать про злоумышленников, стремящихся получить доступ к данным и управлению судном. Критично необходимо максимально защитить канал связи между кораблём и сушей.

Заключение

Современные технологии дистанционного управления автономными кораблями открывают новые возможности для повышения эффективности и безопасности морских операций. Создание надёжной сетевой топологии с использованием магистрального коммутатора и удалённого доступа позволяет обеспечить гибкость и оперативность в управлении кораблём. В будущем, с развитием технологий и улучшением связи, можно ожидать дальнейшего совершенствования методов дистанционного управления автономными кораблями.

Литература

1. Онасенко, В.С. Судовая автоматика: Учебник для мореходных училищ. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1988. — 271 с.

2. Сизых, В.А. Судовая автоматика и аппаратура контроля: Учебник для речных училищ и техникумов. — 2-е изд., перераб и доп — М. Транспорт, 1986. — 280 с.

3. Малахов, И.И. Автоматизированные системы управления судовыми дизельными энергетическими установками. Конспект лекций для студентов специальности 180403 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / И.И. Малахов. – Омск: Омский институт водного транспорта (филиал) ФГОУ ВПО «НГАВТ», 2009. – 103 с.

4. Епихин, А. И. Обзор современных способов автоматического управления судовых энергетических установок / А. И. Епихин // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2018. – № 54. – С. 153-157.

5. Федеральное автономное учреждение «Российское Классификационное Общество» : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: https://rfclass.ru/ (дата обращения: 6.10.2024). – Текст : электронный.

6. НД 2-020101-114 Правила классификации и постройки морских судов : издание официальное. Часть XV АВТОМАТИЗАЦИЯ : издание официальное : утвержден и введен в действие положением Российского Классификационного Общества с 12 мая 2020 года.: дата введения 2012-05-12. – М: Российское Классификационное Общество, 2022. – 90 с. – Текст : непосредственный.

7. Taylor, D.A. Introduction to Marine Engineering, Second Edition / D.A. Taylor. – Elsevier, 1996. – 383 c.

8. Н.В. Львова, М.Н. Тимофеев Мониторинг состояния двигательной установки корабля

9. ГОСТ 10150-2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия URL: https://docs.cntd.ru/document/1200123492 (дата обращения: 15.12.2023).

10. Обозов, А. А., Новиков Р. А. Современные тенденции развития систем управления дизельными двигателями // Транспортное машиностроение. 2018.

СЕКЦИЯ 2
«IT – ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

УДК 004.925.84

Эволюция аддитивных технологий: от 3d к 4d

Ануфриев Егор Александрович, студент направления
«Менеджмент высоких технологий»;
Карачёва Галина Александровна, старший преподаватель кафедры
«Организация и управление наукоёмкими производствами»
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

Наиболее известной и широко применяемой формой аддитивных технологий является 3D-печать, которая позволяет создавать объекты практически любой формы из различных материалов – пластика, металлов, керамики и даже биологических компонентов. В статье рассматриваются 4D-печать и используемые в процессе 4D-печати материалы, приводятся примеры отраслей для успешной и эффективной реализации 4D-печати, анализируются возможные достоинства и недостатки 4D-печати. Глубокое понимание механизмов и потенциала 4D-печати важно для специалистов различных дисциплин, поскольку данная технология способна внести существенные изменения в процессы проектирования, производства и эксплуатации изделий.

Аддитивные технологии, также известные как технологии послойного производства, стали одной из самых значимых инноваций XXI века, изменивших подход к созданию объектов и изделий в различных отраслях. Несмотря на огромный успех и популярность 3D-печати, наука не стояла на месте. Появление 4D-печати стало следующим шагом в развитии аддитивных технологий.

4D-печать – это не просто усовершенствование 3D-печати, а это принципиально новый подход, объединяющий достижения в области материаловедения, аддитивного производства и вычислительных технологий. Материалы являются неотъемлемой частью любой технологии аддитивного производства, и в случае 4D-печати их роль становится еще более критичной. 4D-печать основывается на использовании так называемых умных материалов, которые способны изменять свои физические свойства или форму под воздействием внешних факторов, таких как температура, влажность, свет, электрическое и магнитное поле. Эти материалы обладают свойствами, которые позволяют им адаптироваться или трансформироваться во времени, что придает

объектам, созданным с помощью 4D-печати, их уникальную способность к самоприспособлению. Рассмотрим подробно типы материалов, используемых в 4D-печати, их особенности и области применения [1].

Материалы являются неотъемлемой частью любой технологии аддитивного производства, и в случае 4D-печати их роль становится еще более критичной. 4D-печать основывается на использовании так называемых умных материалов, которые способны изменять свои физические свойства или форму под воздействием внешних факторов, таких как температура, влажность, свет, электрическое и магнитное поле. Эти материалы обладают свойствами, которые позволяют им адаптироваться или трансформироваться во времени, что придает объектам, созданным с помощью 4D-печати, их уникальную способность к самоприспособлению [1]. Рассмотрим подробно типы материалов, используемых в 4D-печати, их особенности и области применения.

1. Материалы с памятью формы.

Память формы – это способность материала возвращаться в свою исходную форму после того, как он подвергается внешнему воздействию, например, теплоте или механическому напряжению. Когда материал с памятью формы подвергается изменениям внешней среды (температуре, влажности и т.д.), он «вспоминает» свою исходную форму и возвращается к ней. Данный тип материалов является ключевым в 4D-печати и находит применение в следующих материалах:

– Полимеры с памятью формы являются самыми популярными материалами для 4D-печати. При изменении температуры они меняют свою форму, что может быть использовано для создания динамичных, адаптивных объектов. Например, в медицине такие материалы могут применяться для создания стентов, которые расширяются при попадании в тело пациента [2].

– Сплавы с памятью формы, такие как никель-титановые сплавы, могут изменять свою форму при температурных колебаниях. Они нашли широкое применение в аэрокосмической и робототехнической отраслях, где требуется высокая степень надежности и адаптивности материалов [1].

2. Гидрогели.

Гидрогели – это высоковлажные материалы, которые могут изменять свою форму и размер при изменении влажности или кислотности среды. Гидрогели являются перспективными материалами, которые широко используются в биомедицинской и экологической 4D-печати, так как они могут эффективно реагировать на изменения внешней среды, а также обладают биосовместимостью [2].

3. Фоточувствительные материалы.

Фоточувствительные материалы изменяют свои свойства под воздействием света, в частности ультрафиолетового света. Эти материалы могут быть использованы для создания объектов, которые изменяют свою форму, цвет или другие свойства при воздействии светового потока [1].

4. Электрически активные материалы.

Электрически активные материалы изменяют свои физические свойства при приложении электрического поля. Такие материалы находят применение в устройствах, которые требуют точного управления с помощью электрических сигналов [1].

Материалы для 4D-печати – это важнейший элемент, который определяет успех и область применения технологии. Они позволяют создавать изделия, которые могут адаптироваться к внешним условиям, тем самым открывая новые горизонты для большого числа наукоёмких отраслей. Несмотря на существующие ограничения, такие как высокая стоимость материалов и сложность их массового производства, исследования в области 4D-печати продолжаются, и с развитием новых материалов и технологий можно ожидать значительного расширения применения этой технологии в различных сферах жизни.

Подробно рассмотрим основные отрасли и сферы жизни, в которых применяется и может быть применена 4D-печать:

1. Медицина и биомедицина.

– Имплантаты и медицинские устройства. 4D-печать открывает новые горизонты в создании медицинских имплантатов и устройств, которые могут адаптироваться к физиологическим изменениям организма. Например, стенты, изготовленные из материалов с памятью формы, могут расширяться или сжиматься в зависимости от изменений сосудов пациента, что обеспечивает меньший риск осложнений и более высокую эффективность лечения.

– Протезирование. 4D-технологии позволяют создавать протезы, которые автоматически подстраиваются под изменения окружающих условий или роста тканей.

– Регенеративная медицина. Использование гидрогелей и биосовместимых материалов в 4D-печати позволяет создавать искусственные органы и ткани, способные адаптироваться к биологической среде. Например, тканевые каркасы, напечатанные из умных материалов, могут изменять свои свойства, стимулируя рост клеток.

2. Аэрокосмическая промышленность.

Аэрокосмическая отрасль активно внедряет 4D-печать для создания адаптивных конструкций, которые способны изменять свои характеристики в ответ на изменения внешней среды, такие как давление, температура или нагрузка.

– Самоадаптивные крылья. 4D-печать позволяет создавать элементы конструкции самолётов, таких как крылья, которые изменяют форму для улучшения аэродинамических характеристик в полёте. Это снижает расход топлива и увеличивает манёвренность.

– Космические аппараты. В космосе важно использовать технологии, способные адаптироваться к экстремальным условиям. 4D-печать позволяет создавать структуры, которые разворачиваются при достижении орбиты или изменяют форму для уменьшения воздействия радиации.

3. Робототехника.

4D-печать находит применение в создании мягких роботов, которые могут изменять свою форму и свойства для выполнения различных задач. Это позволяет улучшить функциональность и адаптивность роботизированных систем.

– Гибкие захваты. Мягкие материалы, напечатанные с помощью 4D-технологий, могут изменять свою форму для захвата объектов различного размера и формы, что особенно важно для промышленных роботов.

– Адаптивные движения. Роботы, использующие элементы из 4D-печати, могут приспосабливаться к сложным условиям среды, таким как неровные поверхности или узкие пространства.

4. Энергетическая промышленность.

– Самоадаптивные элементы энергосистем. 4D-печать может быть использована для создания солнечных батарей, которые изменяют угол наклона в зависимости от положения солнца, увеличивая их эффективность.

– Ветроэнергетика. Элементы ветряных турбин, напечатанные с использованием 4D-печати, могут адаптироваться к изменениям направления ветра или скорости, что повышает их долговечность и эффективность.

4D-печать, как передовое направление в области аддитивных технологий, обладает уникальными характеристиками, которые выделяют её среди традиционных методов производства. Однако, несмотря на все свои преимущества, эта технология также имеет ряд ограничений, которые требуют дальнейшего исследования и оптимизации. Рассмотрим более подробно как положительные, так и отрицательные аспекты 4D-печати.

К преимуществам 4D-печати принято относить следующие её аспекты:

1. Адаптивность и самоорганизация.

Одним из ключевых преимуществ 4D-печати является способность напечатанных объектов изменять свои свойства, форму или структуру в ответ на

изменения внешней среды. Такие изменения могут быть вызваны температурой, влажностью, магнитными или электрическими полями, светом и другими факторами. Эта адаптивность открывает новые возможности для создания умных объектов, которые могут самовосстанавливаться, изменять свою конфигурацию или подстраиваться под меняющиеся условия. Данная особенность может найти широкое применение в таких областях, как аэрокосмическая промышленность, медицина и робототехника.

2. Снижение отходов и повышение устойчивости.

4D-печать способствует более экономному использованию материалов, так как позволяет создавать объекты с минимальными отходами. Это достигается благодаря точному контролю над процессом печати и возможностью использования умных материалов, которые изменяют свою форму и структуру по мере необходимости.

Кроме того, объекты, созданные с помощью 4D-печати, могут быть более устойчивыми к внешним воздействиям. Например, протезы или имплантаты, которые адаптируются к изменениям в организме, могут обеспечить большую долговечность и улучшенное функционирование.

3. Потенциал для использования в высокотехнологичных отраслях.

Технология 4D-печати может стать важной частью аэрокосмической, автомобильной и робототехнической промышленности. Например, элементы конструкций, которые могут адаптироваться в зависимости от внешней среды, могут значительно улучшить аэродинамические характеристики в авиации или снизить износ в автомобилях. В робототехнике 4D-печать позволяет создавать мягких и гибких роботов, которые могут изменять свою форму для выполнения различных задач.

4. Гибкость в дизайне и производстве.

4D-печать позволяет создавать более сложные и гибкие структуры, которые невозможно получить с помощью традиционных методов производства. Благодаря возможности проектирования объектов, способных изменять форму, открывается широкий спектр новых решений в области дизайна и функциональности, что предоставляет инженерам и дизайнерам уникальные возможности для творчества и инноваций.

Из недостатков 4D-печати в основном выделяют следующие аспекты:

1. Ограниченность материалов.

Одним из главных недостатков 4D-печати на текущий момент является ограниченность доступных материалов с необходимыми свойствами. Для того чтобы материалы могли реагировать на внешние воздействия, они должны обладать особыми

характеристиками, такими как память формы или способность изменять свою структуру под влиянием температуры или влажности. Такие материалы, как гидрогели, термопласты с памятью формы еще не достигли массового производства, и их стоимость остается высокой.

Кроме того, не все материалы обладают стабильностью при длительном воздействии внешних факторов, что может ограничить их использование в долговечных конструкциях.

2. Высокая стоимость разработки и производства.

Создание объектов с помощью 4D-печати требует использования специализированных материалов и технологий. Исследования в этой области требуют значительных финансовых затрат, а оборудование для 4D-печати, как правило, дороже традиционных 3D-принтеров. Высокая стоимость как материалов, так и процессов производства делает текущие разработки в этой области доступными не для всех компаний или потребителей.

Также необходимо учитывать высокую стоимость разработок программного обеспечения, которое позволяет моделировать и контролировать динамические изменения объектов. Это также требует квалифицированных специалистов, что увеличивает общую стоимость внедрения технологии.

3. Сложность контроля и прогнозирования изменений.

4D-печать требует точного контроля над процессом изменения формы или свойств объектов. Одной из сложностей является прогнозирование поведения материала при воздействии внешних факторов, поскольку изменения могут быть нелинейными и трудно предсказуемыми. Моделирование таких процессов требует высококачественного программного обеспечения и знаний в области материаловедения, механики и физики.

4. Проблемы с масштабированием производства.

Переход от лабораторных исследований и прототипов к массовому производству объектов, изготовленных с помощью 4D-печати, представляет собой значительную проблему. Масштабирование производства с использованием умных материалов требует разработки новых методов, которые позволят эффективно производить такие изделия в промышленных объемах. Сложности могут возникнуть на стадии автоматизации процессов, поскольку каждое изделие, адаптирующееся к внешним условиям, может требовать индивидуальной настройки и мониторинга, что увеличивает затраты на производство.

Эволюция аддитивных технологий, от 3D-печати к 4D-печати, представляет собой революционный шаг в развитии современного производства. Если 3D-печать принесла нам возможность создавать сложные объекты с высокой точностью и минимальными отходами, то 4D-печать добавила к этому новое измерение – способность объектов изменять свою форму, свойства или структуру под воздействием внешних факторов. Это открытие знаменует собой переход от статичных конструкций к динамичным и адаптивным системам, что имеет огромный потенциал для изменения множества отраслей и сфер жизни человека [4].

Таким образом, 4D-печать – это не просто технологическая инновация, а целая парадигма, меняющая подходы к проектированию и производству. Она предлагает человечеству инструменты для решения глобальных задач, начиная от создания умных медицинских устройств до разработки экологически устойчивых конструкций. Хотя технология ещё находится на стадии развития, её потенциал уже очевиден и предвещает новую эру в науке и промышленности.

Эта технология не только совершенствует возможности традиционных методов производства, но и формирует основы для нового поколения адаптивных систем, которые будут играть ключевую роль в построении более устойчивого, технологически развитого и удобного для жизни мира.

Литература

1. Ahmed, A. 4D printing: Fundamentals, materials, applications and challenges / A. Ahmed, S. Arya, V. Gupta, H. Furukawa, A. Khosla.. – Текст : электронный. // Polymer. – 2021. – Т. 228, вып. 123926. – URL: https://www.sci-hub.ru/10.1016/j.polymer.2021.123926 (дата обращения: 30.10.2024).

2. Kuang, X. Advances in 4D Printing: Materials and Applications / X. Kuang, D. J. Roach, J. Wu, C. M. Hamel, Z. Ding, T. Wang, M. L. Dunn, H. J. Qi. – Текст : электронный. //Advanced Functional Materials. – 2018. – Т. 29, вып. 1805290. – URL: https://www.sci-hub.ru/10.1002/adfm.201805290 (дата обращения: 30.10.2024).

3. Chu, H. 4D Printing: A Review on Recent Progresses / H. Chu, W. Yang, L. Sun, S. Cai, R. Yang, W. Liang, H. Yu, L. Liu. – Текст : электронный. // Micromachines. – 2020. – Т. 11, вып. 796. – URL: https://www.mdpi.com/2072-666X/11/9/796 (дата обращения: 30.10.2024).

4. Mahmood, A. On the Evolution of Additive Manufacturing (3D/4D Printing) Technologies: Materials, Applications, and Challenges / A. Mahmood, T. Akram, H. Chen, S.

Chen. – Текст : электронный. // Polymers. – 2022. – Т. 14, вып. 4698. – URL: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/21/4698 (дата обращения: 30.10.2024).

УДК 004.4

Агрегация информации с использованием чат-ботов

Виштак Наталья Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии»;
Грачев Владислав Александрович, студент специальности «Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье описывается актуальность проблемы агрегации информации. Приводятся примеры использования чат-ботов для агрегации данных из различных источников. Рассматриваются готовые решения для агрегации информации из различных источников на основе различных API, приводится их сравнение. Описывается актуальность разработки узкоспециализированного чат-бота на основе достоинств и недостатков готовых решений. Рассматриваются технологии для сбора и анализа информации.

В современном мире информация поступает из множества источников — социальных сетей, мессенджеров, сайтов новостей и других платформ. Для эффективного анализа и использования этой информации всё чаще требуется специализированное программное обеспечение [1,4 и др.].

Чат-боты, как одна из форм таких инструментов, позволяют оперативно находить, структурировать и предоставлять информацию в удобном формате. Системы автоматической агрегации позволяют обрабатывать большие объемы новостной информации.

Чат-боты могут использоваться в разных сценариях: от простого предоставления пользователю новостных заголовков по запросу до сложного анализа тенденций на основе собранных данных. Такие решения помогают снизить нагрузку на сотрудников, минимизировать человеческий фактор при обработке информации и повысить оперативность принятия решений.

Существует несколько готовых решений, позволяющих собирать информацию из различных источников. Одним из наиболее интересных инструментов для работы с

Telegram является TGStat. Этот сервис предлагает мощные аналитические возможности, включая поиск по ключевым словам, просмотр статистики популярности контента и мониторинг упоминаний. Узкая специализация на Telegram может быть ограничением для проектов, требующих работы с другими платформами.

Telegram API предоставляет разработчикам мощный инструмент для взаимодействия с мессенджером. С его помощью можно собирать данные из публичных каналов, фильтровать их по ключевым словам и автоматизировать аналитику. Разработка на базе Telegram API требует значительных технических знаний и ресурсов.

Для интеграции с ВКонтакте подойдёт VK API, которое позволяет извлекать публикации из сообществ, анализировать их и применять фильтры. Кроме того, существуют универсальные решения, такие как Umnico API, которые объединяют работу с несколькими платформами, включая Telegram, ВКонтакте, WhatsApp и другие. Umnico удобно в использовании, но его платная основа может ограничить применение в небольших проектах.

Создание собственного приложения потребует интеграции нескольких технологий:

– python-библиотеки, например, Telethon для Telegram и vk_api для ВКонтакте, упрощающие доступ к данным;

– обработка данных при помощи библиотек Elasticsearch и Kibana для индексации и визуализации, NLTK или spaCy для анализа текста и выделения ключевых слов.

Создание такого приложения связано с высоким уровнем сложности. Это обусловлено:

– разнородностью данных и разными форматами API (Telegram, ВКонтакте, RSS);

– необходимостью соблюдения лимитов запросов и правил использования API;

– требованиями к аналитике, включая обработку больших объемов данных и визуализацию.

Для разработки узкоспециализированного приложения по агрегации и анализу новостей потребуется не только продуманный подход, но и значительные ресурсы, как в плане разработки, так и для обеспечения стабильности работы с большими объемами данных. Готовые решения, такие как TGStat и Umnico API, могут существенно упростить процесс за счет готовых инструментов для анализа и интеграции с различными источниками. Тем не менее, они не смогут предоставить того уровня

гибкости, который обеспечит полноценная разработка собственного приложения. Внедрение Telegram API и других специализированных инструментов даст возможность создать систему, максимально адаптированную под конкретные нужды и требования, включая возможность глубокой настройки фильтров, аналитики и пользовательского интерфейса.

В табл. 1 представлено сравнение популярных сервисов агрегации информации, включая их ключевые особенности, достоинства и недостатки. Это позволяет наглядно оценить их функционал и выявить, какой из инструментов наиболее подходит для решения определённых задач.

Таблица 1

Сравнение готовых решений для агрегации информации

Сервис	Описание	Достоинства	Недостатки	Стоимость	Источники
1	2	3	4	5	6
TGStat	Аналитика Telegram-каналов: поиск, мониторинг упоминаний, статистика	Удобный поиск по ключевым словам, мощные аналитические функции, интеграция через API	Ограничен Telegram, функционал API доступен только по подписке	Платно (подписка). 490 рублей в месяц за 1 отслеживаемую тему	Telegram
Umnico API	Единое API для Telegram, VK, WhatsApp, Instagram и других платформ	Универсальность, поддержка разных платформ, гибкость настройки	Платный, требует значительных ресурсов на интеграцию	1173$/год для пакета из 4-х источников: VK, telegram, WhatsApp, Instagram	Telegram, VK, WhatsApp, Instagram
Feedly	Агрегатор новостей и RSS-лент, поддерживает группировку по темам, тегам	Простой интерфейс, поддержка интеграция с Trello и Slack	Ограничение функций (аналитика, анализ данных) для бесплатной версии	Стандартная версия – 1600$/год. Расширенная версия – 2400$/год	RSS-ленты, блоги, новостные сайты
Inoreader	Альтернатива Feedly с расширенными функциями	Хорошая поддержка RSS, мощные фильтры	Не работает с Telegram, сложный интерфейс	7.5$/месяц для платной версии при подписке на год	RSS-ленты
Flipboard	Позволяет агрегировать информацию из новостей и соцсетей	Удобный визуальный интерфейс, поддержка персонализации	Нет API для интеграции, ограниченный функционал аналитики.	Бесплатно	Новости, блоги, соцсети
Netvibes (Dassault Systemes)	Анализ популярности брендов	Ориентация на корпоративное использование	Избыточность для небольших проектов	По запросу, зависит от требований	RSS-ленты, новостные порталы, соцсети

В табл. 2 представлены детализированные сведения о возможностях каждого сервиса, что позволит составить более полное представление о их практическом применении, а также определить, какие из них лучше всего подходят для профессионального или личного использования.

Таблица 2

Функционал популярных сервисов агрегации информации

Сервис	Функционал	Вывод
1	2	3
TGStat	Доступ к аналитическим показателям Telegram-каналов. Мониторинг упоминаний по ключевым словам. Поддержка рейтингов и сравнений по различным метрикам	Подходит для небольших проектов ориентированных на Telegram, низкая стоимость
Umnico API	Объединение чатов, настройка автоматических ответов, поддержка шаблонов сообщений и возможность подключения чат-ботов. Сбор статистики о переписках, активности в различных каналах	Подходит для относительно крупных проектов, позволяет выбрать необходимые источники и персонализировать тариф
Feedly	Создание коллекций новостей из различных источников, организация и фильтрация контента при помощи тегов. Поддержка AI-функций, позволяющих скрывать нерелевантный контент. Поддержка облачного хранения	Оптимален для персонального использования или работы в командах, удобен для мониторинга отраслевых новостей
Inoreader	Создание собственных фильтров для автоматического выделения важного контента, поддержка офлайн режима, мониторинг упоминания на основе тем и ключевых слов	Универсален для профессионалов, нуждающихся в автоматизированном управлении контентом и мониторинге тем
Flipboard	Создание групповых журналов на основе выбранных тем. Поддержка кроссплатформенности, ориентация на коллективную работу	Подходит для использования в коллективе, а также для визуально привлекательного представления контента
Netvibes (Dassault Systemes)	Отслеживание упоминаний брендов, тональности и трендов в реальном времени. Управление репутацией на основе данных из соцсетей и новостных ресурсов. Поддержка командной работы и интеграции с другими сервисами	Подходит для крупных брендов и корпораций. Эффективен в управлении репутацией и командной аналитике

Среди рассмотренных вариантов по совокупности характеристик наилучшим является TGStat:

– это мощный инструмент именно для работы с Telegram, что позволяет собирать статистику, находить упоминания и анализировать популярность тем;

– использование готового решения обойдется дешевле, чем разработка собственной системы;

– предоставляет различные API для интеграции, что позволяет автоматизировать часть задач [1]. Например, доступно API уведомлений (API callback), которое позволяет

получать уведомления о выходе новых/редактировании/удалении публикаций, об упоминании ключевого слова в Telegram-публикациях на свой веб-сервер, позволяя отслеживать информацию в режиме реального времени.

Актуальна разработка узкоспециализированного чат-бота для агрегации информации из различных источников. Такой бот должен интегрироваться с различными платформами, включая Telegram, ВКонтакте и RSS-ленты, чтобы собирать данные, анализировать их и предоставлять пользователю структурированную информацию.

Разработка чат-бота для агрегации новостей включает использование различных технологий для интеграции, обработки и представления данных. В качестве основы чат-бота могут выступать различные API платформы, такие как Telegram и ВКонтакте. Telegram API предоставляет доступ к публичным каналам, благодаря чему можно извлекать сообщения, фильтровать их по ключевым словам и проводить первичный анализ. Для упрощения работы с этим API может использоваться библиотека Telethon, которая обеспечивает надежное подключение и удобные методы взаимодействия с данными [2]. Аналогично, VK API позволяет собирать публикации из сообществ ВКонтакте, а библиотека vk_api на Python облегчает интеграцию с этой платформой.

Обработка собранных данных выполняется с помощью библиотек NLTK и spaCy. Эти инструменты позволяют анализировать текст, извлекать ключевые слова, определять тональность сообщений и создавать структурированные сводки. Для более сложных задач, таких как анализ больших массивов данных или автоматическая генерация резюме новостей, можно использовать модели глубокого обучения, например, трансформеры, основанные на механизме внимания [3].

Хранение данных организуется с учетом их структуры. Реляционные базы данных, такие как PostgreSQL, используются для хранения метаданных или четко структурированной информации. Нереляционные базы данных, например MongoDB, подходят для хранения менее формализованных данных, таких как текстовые документы или сообщения.

Интерфейс взаимодействия с пользователем создается с помощью фреймворков вроде Aiogram, которые позволяют быстро настраивать сценарии общения и обрабатывать пользовательские запросы. Для повышения производительности системы используются Redis для кэширования наиболее востребованных данных и Celery для асинхронной обработки задач.

Для агрегации информации оптимальным выбором являются готовые решения, такие как TGStat и Umnico API, которые обеспечивают доступ к аналитике и данным через API, минимизируя затраты на разработку.

TGStat отлично подходит для работы с Telegram благодаря удобству и функциональности, тогда как Umnico API универсален для мультиплатформенных задач, но требует больше ресурсов. Создание собственного приложения позволяет добиться максимальной гибкости, однако связано с высокой сложностью интеграции и анализом больших данных.

Таким образом, использование готового решения позволит решить ряд самых важных задач, а также оценить, насколько необходима разработка узкоспециализированного чат-бота.

Литература

1) Документация TGstat API. — Текст: электронный // TGStat API Docs: [сайт]. — URL: https://api.tgstat.ru/docs/ru/start/intro.html (дата обращения: 19.12.2024).

2) Документация библиотеки telethon. — Текст: электронный // Telethon’s Documentation: [сайт]. — URL: https://docs.telethon.dev/en/stable/ (дата обращения: 19.12.2024).

3) Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N., Kaiser Ł. Attention Is All You Need. — Текст: электронный // Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems: [сайт]. — 2017. —URL: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547.pdf (дата обращения: 19.12.2024).

4) Грачев В.А., Виштак О.В. Применение трансформерной модели в образовательных чат-ботах. / Сборник научных трудов «Информационно-ресурсное обеспечение образовательного процесса в средней и высшей школе: проблемы и перспективы» – Саратов : Саратовский источник, 2025. – С.130-133

УДК 004.77

Сетевые технологии для организации научных вычислений

Доброродов Ян Олегович, студент направления «Управление в технических системах»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», г. Саратов

В статье рассматриваются основные подходы к использованию облачных вычислений и сетевых технологий для организации научных вычислений. Особое внимание уделено Национальной исследовательской компьютерной сети (НИКС) и её роли в предоставлении облачных вычислительных ресурсов для российских исследовательских организаций. Описывается значимость высокоскоростных сетей и суперкомпьютеров, таких как установки в Дубне, для решения сложных научных задач. В статье также анализируются вызовы, связанные с безопасностью данных и сетевыми задержками в процессе вычислений.

В последние десятилетия научные исследования столкнулись с необходимостью обработки и анализа всё больших объёмов данных. С развитием информационных технологий традиционные вычислительные методы стали недостаточными для решения современных задач, требующих высоких вычислительных мощностей и высокой скорости обработки информации. В этом контексте облачные вычисления и сетевые технологии стали важными инструментами, значительно расширяющими возможности научных проектов.

Облачные вычисления и распределённые вычислительные системы, такие как суперкомпьютеры и высокоскоростные сети, обеспечивают масштабируемость, гибкость и доступность вычислительных ресурсов для ученых по всему миру. В России ключевую роль в этом процессе играет Национальная исследовательская компьютерная сеть (НИКС) [3], которая предоставляет облачные ресурсы для исследовательских организаций. В статье рассматриваются основные принципы облачных вычислений и сетевых технологий, их применение в научных вычислениях, а также вызовы и перспективы развития этих технологий, с особым акцентом на российскую инфраструктуру и примеры успешных проектов.

Облачные вычисления и их роль в научных вычислениях

Облачные вычисления стали важным инструментом для решения задач, требующих значительных вычислительных мощностей и эффективного управления большими объемами данных. Эта технология позволяет использовать ресурсы удаленных серверов через интернет, предоставляя гибкость в распределении

вычислительных мощностей, хранения данных и программных решений. В отличие от традиционных методов, облачные вычисления не требуют от пользователей приобретения дорогостоящего оборудования и его постоянного обслуживания. Вместо этого ученые могут арендовать вычислительные ресурсы по мере необходимости, что позволяет снизить затраты и повысить доступность технологий для широкого круга исследовательских учреждений.

В научных вычислениях облачные платформы находят применение в самых различных областях, таких как биоинформатика, климатология, астрофизика, геномика и другие. В этих дисциплинах ученые сталкиваются с необходимостью обработки и анализа гигантских объемов данных, которые невозможно обработать с использованием стандартных локальных вычислительных мощностей. Например, в области геномики облачные технологии позволяют хранить и анализировать данные, полученные в ходе секвенирования геномов, а в климатологии — моделировать изменения климата с использованием данных, поступающих от спутников и метеорологических станций. Для таких задач облачные вычисления предоставляют необходимую масштабируемость, позволяя исследователям настраивать мощности в зависимости от объема данных и сложности вычислений.

Одним из крупнейших факторов, который делает облачные вычисления незаменимыми в научных проектах, является их масштабируемость. Это означает, что ресурсы могут быть быстро увеличены или уменьшены в зависимости от текущих потребностей проекта, что особенно важно для сложных и меняющихся задач. Например, для обработки данных о космических объектах, получаемых телескопами, или для симуляций физических процессов с использованием данных Большого адронного коллайдера, необходимо огромное количество вычислительных мощностей, которые могут быть предоставлены облачными сервисами.

Национальная исследовательская компьютерная сеть (НИКС)

В России важным этапом в развитии облачных вычислений стало создание Национальной исследовательской компьютерной сети (НИКС). Это инфраструктурный проект, предоставляющий российским научным учреждениям доступ к облачным ресурсам для выполнения высокоскоростных вычислений. НИКС объединяет более 300 российских организаций, включая университеты, научные институты и другие исследовательские центры, обеспечивая доступ к вычислительным мощностям и хранению данных. Важным аспектом НИКС является не только его локальное значение, но и интеграция с международными научными сетями, что позволяет

российским исследователям эффективно обмениваться данными и результатами с коллегами по всему миру [4].

Использование облачных вычислений через такие платформы, как НИКС, позволяет решить одну из ключевых проблем, с которой сталкиваются научные учреждения, — это недостаток вычислительных мощностей. В условиях быстро развивающихся технологий, таких как искусственный интеллект и анализ больших данных, возможность масштабирования ресурсов и быстрого доступа к вычислительным мощностям открывает новые горизонты для исследовательских проектов.

Однако, несмотря на множество преимуществ, облачные вычисления в науке сталкиваются с рядом вызовов. Одной из главных проблем остается безопасность данных. Для множества научных дисциплин, таких как биоинформатика или генетика, данные, с которыми работают исследователи, могут быть крайне конфиденциальными. Утечка или несанкционированный доступ к таким данным могут привести к серьезным последствиям. Облачные платформы используют различные механизмы защиты, такие как шифрование и многослойные протоколы доступа, но проблемы безопасности остаются важной темой для обсуждения и разработки новых стандартов и практик.

Еще одной проблемой является зависимость от стабильности интернет-соединения. Для работы с облачными платформами необходимо постоянное и надежное подключение к интернету. Это может быть сложной задачей в некоторых удаленных регионах или странах, где инфраструктура связи еще не достаточно развита. Также на эффективность облачных вычислений может влиять сетевая задержка, особенно при передаче больших объемов данных. В таких случаях возможны проблемы с производительностью, что важно учитывать при выборе облачной платформы для научных целей.

Немаловажным аспектом является стоимость использования облачных вычислений. Несмотря на то, что облачные технологии позволяют избежать крупных капитальных затрат на оборудование, их использование на постоянной основе может быть экономически нецелесообразным для некоторых организаций, особенно если проект требует длительного времени работы с высокоскоростными вычислениями или хранением больших объемов данных. Поэтому важно тщательно планировать использование облачных ресурсов, оптимизируя затраты на вычислительные мощности.

Несмотря на вызовы, с которыми сталкиваются облачные вычисления, такие как вопросы безопасности, зависимость от стабильности интернета и стоимости, они

продолжают оставаться важным инструментом для научных исследований. Развитие облачных платформ и сервисов предоставляет исследователям гибкость, масштабируемость и доступ к мощным вычислительным ресурсам, что способствует решению задач, которые ранее были недоступны для традиционных вычислительных систем. Однако для эффективного использования облачных технологий, особенно в масштабах крупных научных проектов, необходимы высокоскоростные и надежные сети, которые обеспечат стабильный обмен данными между различными вычислительными узлами и центрами обработки данных. Именно здесь на первый план выходят сетевые технологии, которые играют ключевую роль в организации и интеграции распределенных вычислений, обеспечивая необходимую пропускную способность и минимальные задержки.

Сетевые технологии для организации научных вычислений

Сетевые технологии играют ключевую роль в организации научных вычислений, позволяя решать задачи, которые невозможно выполнить с использованием только локальных вычислительных ресурсов. Современные научные проекты, такие как исследования в области астрофизики, биоинформатики и климатологии, требуют обработки огромных объемов данных, которые должны быть переданы и проанализированы в реальном времени. Для этого необходимы высокоскоростные и надежные сети, способные обеспечить бесперебойный обмен данными между различными вычислительными узлами и научными центрами, расположенными в разных частях мира.

Одной из важных составляющих эффективных научных вычислений является скорость и надежность передачи данных. Для этого активно используются суперкомпьютерные сети, такие как Infiniband и Ethernet, которые обеспечивают высокую пропускную способность и минимальные задержки. Эти сети являются основой для высокоскоростных вычислений в таких областях, как моделирование молекулярных процессов или создание климатических прогнозов, где каждая миллисекунда имеет значение.

Одним из ключевых объектов для научных вычислений в России является суперкомпьютерный центр в Дубне, который представляет собой важный элемент инфраструктуры для проведения сложных расчетов и моделирования в различных областях науки. В частности, в Дубне расположен суперкомпьютер "Ломоносов-2", который был построен с использованием передовых технологий параллельных вычислений и предназначен для решения задач, требующих огромных вычислительных мощностей [6].

Суперкомпьютер в Дубне предоставляет исследовательским центрам и университетам доступ к вычислительным ресурсам для выполнения масштабных научных расчетов. Его мощностей достаточно для моделирования сложных физических процессов, анализа больших данных и выполнения многозадачных операций в реальном времени. Например, он используется для расчета сложных моделей в области физики частиц, материаловедения, астрофизики и биоинформатики.

Этот суперкомпьютер позволяет объединять ресурсы вычислительных кластеров, эффективно использовать параллельные вычисления, что значительно ускоряет процессы моделирования и анализа. Возможность подключаться к таким мощным вычислительным системам через высокоскоростные сети дает ученым не только доступ к вычислительным мощностям, но и позволяет им эффективно работать с распределенными данными, что является критически важным для многих научных областей, включая геномные исследования, климатическое моделирование и обработку данных в астрономии.

Одной из ключевых характеристик суперкомпьютера в Дубне является высокоскоростная сеть, которая связывает его с другими исследовательскими центрами, облачными платформами и суперкомпьютерными кластерами по всему миру. Это обеспечивает возможность обмена данными между различными лабораториями, ускоряя проведение научных экспериментов и обмен результатами. В случае необходимости ученые могут получать доступ к данным из других стран, что способствует международному сотрудничеству и расширяет горизонты научных исследований.

Однако, несмотря на высокую мощность и возможности суперкомпьютера, существуют и определенные вызовы. Одним из них является инфраструктура связи, поскольку даже в современных сетях могут возникать задержки при передаче больших объемов данных. Для решения этой проблемы важную роль играют такие технологии, как оптоволоконные каналы связи и интерконнекты, которые позволяют минимизировать сетевые задержки и обеспечивают стабильную и быструю передачу данных.

Не менее важным аспектом является безопасность данных, которая становится особенно актуальной при передаче научных данных через сеть. Современные системы защиты данных, включая шифрование и многоуровневую аутентификацию, помогают обеспечивать надежную защиту информации и предотвращать несанкционированный доступ.

Облачные вычисления и сетевые технологии играют ключевую роль в современных научных исследованиях, обеспечивая доступ к мощным вычислительным ресурсам и позволяя эффективно обрабатывать большие объемы данных. Эти технологии значительно ускоряют решение сложных научных задач, делая возможным проведение вычислений, которые раньше были недоступны.

Сетевые технологии, в сочетании с облачными платформами и распределенными вычислениями, становятся важнейшей частью научной инфраструктуры, обеспечивая гибкость и масштабируемость вычислительных ресурсов. Это открывает новые горизонты для научных исследований, позволяя ученым решать задачи с невиданным ранее уровнем эффективности и скорости.

В будущем, с развитием этих технологий, их влияние на науку будет только увеличиваться, ускоряя научный прогресс и способствуя появлению инновационных решений в самых разных областях знаний.

Литература

1. Foster, I., Kesselman, C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. — Morgan Kaufmann, 2004.

2. Buyya, R., Yeo, C. S., Venugopal, S. Market-Oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality for Delivering IT Services as Computing Utilities / Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications. — 2008. — С. 5–13.

3. Национальная исследовательская компьютерная сеть (НИКС). Официальный сайт. — Режим доступа: https://niks.su (дата обращения: 20.12.2024).

4. National Research Network (NREN). A Comparative Overview of National Research Networks in Europe and Russia / Proceedings of the International Conference on Telecommunications. — 2022.

5. Исаев, Е. А., Корнилов, В. В., Тарасов, П. А. Научные компьютерные сети – проблемы и успехи в организации обмена большими объемами научных данных / Е. А. Исаев, В. В. Корнилов, П. А. Тарасов. — 2013

6. Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ). Официальный сайт. — Режим доступа: https://www.jinr.ru (дата обращения: 21.12.2024).

7. ScienceDirect. Big Data for Science. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/big-data (дата обращения: 23.12.2024).

УДК 004.056

Обеспечение безопасности данных образовательных платформ: роль HTTPS и современные стандарты киберзащиты

Евсеев Дмитрий Сергеевич, студент направления
«Управление в технических системах»;
Тимофеев Максим Николаевич, преподаватель кафедры
«Системотехника и управление в технических системах»;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», г. Саратов

В статье рассмотрена важность использования HTTPS-протокола для защиты данных на образовательных платформах, обрабатывающих персональные и конфиденциальные сведения. Анализируются уязвимости HTTP, преимущества HTTPS, механизмы шифрования (SSL/TLS), а также их роль в защите данных от кибератак. Отмечается соответствие использования HTTPS требованиям законодательства РФ, включая ФЗ №152 «О персональных данных». Приведены рекомендации по настройке HTTPS, выбору SSL-сертификатов и обеспечению информационной безопасности. Акцент сделан на необходимость защиты пользовательских данных для сохранения доверия к платформам и повышения их конкурентоспособности.

В современном мире образовательные платформы играют ключевую роль в предоставлении доступа к знаниям и обучению. Они хранят и обрабатывают значительные объемы конфиденциальной информации, включая персональные данные студентов и преподавателей, результаты тестов и финансовые сведения. Обеспечение безопасности этих данных является первостепенной задачей для предотвращения несанкционированного доступа и кибератак.

HTTP (HyperText Transfer Protocol) — это основной протокол передачи данных в интернете, который используется для взаимодействия между браузером пользователя и сервером. Он был создан для упрощения обмена информацией в веб-пространстве, позволяя пользователям получать доступ к веб-страницам. Однако его главный недостаток заключается в отсутствии встроенных механизмов шифрования. Это означает, что данные, передаваемые через HTTP, остаются открытыми и могут быть перехвачены злоумышленниками.

В условиях современных угроз, таких как атаки типа «человек посередине» (MITM), HTTP становится уязвимым, особенно если речь идет о конфиденциальной информации, такой как логины, пароли или финансовые данные. Для решения этой

проблемы был разработан HTTPS, который добавляет к протоколу HTTP уровень безопасности, используя SSL/TLS-шифрование.

Протокол HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure) обеспечивает шифрование данных, передаваемых между пользователем и сервером, защищая их от перехвата и подмены. Использование HTTPS на образовательных платформах гарантирует конфиденциальность и целостность информации, повышая доверие пользователей и соответствуя современным стандартам кибербезопасности.

Чтобы внедрить HTTPS требуется правильная настройка SSL/TLS-сертификатов и регулярный мониторинг для поддержания высокого уровня защиты. Несмотря на возможные технические сложности, преимущества использования HTTPS очевидны: защита персональных данных, предотвращение кибератак и соответствие требованиям законодательства в области информационной безопасности.

SSL (secure sockets layer — уровень защищённых сокетов) представляет собой криптографический протокол для безопасной связи. С версии 3.0 SSL заменили на TLS (transport layer security — безопасность транспортного уровня), но название предыдущей версии прижилось, поэтому сегодня под SSL чаще всего подразумевают TLS.

Цель протокола — обеспечить защищенную передачу данных. При этом для аутентификации используются асимметричные алгоритмы шифрования (пара открытый — закрытый ключ), а для сохранения конфиденциальности — симметричные (секретный ключ). Первый тип шифрования более ресурсоемкий, поэтому его комбинация с симметричным алгоритмом помогает сохранить высокую скорость обработки данных [1].

Симметричное шифрование предполагает использование одного и того же секретного ключа для шифрования и дешифрования данных. Оно эффективно и быстро, что делает его подходящим для шифрования больших объемов информации. Однако основной вызов заключается в безопасной передаче этого ключа между сторонами, поскольку компрометация ключа ставит под угрозу всю передаваемую информацию.

Асимметричное шифрование, также известное как шифрование с открытым ключом, использует пару ключей: открытый для шифрования и закрытый для дешифрования. Это устраняет необходимость передачи секретного ключа и обеспечивает более высокий уровень безопасности при установлении соединения. Однако асимметричное шифрование более ресурсоемкое и медленное по сравнению с симметричным [2].

Как было сказано раннее, HTTPS выполняет ключевую функцию по защите образовательных данных, но его преимущества не ограничиваются только безопасностью. Использование протокола также способствует ускорению работы веб-приложений благодаря современным версиям TLS, которые поддерживают такие функции, как компрессия данных и более эффективное установление соединений. HTTPS улучшает пользовательский опыт, так как браузеры помечают защищенные сайты как «надежные», а небезопасные HTTP-сайты предупреждают о потенциальных угрозах.

На образовательных платформах обрабатываются данные, имеющие критическую важность для пользователей, включая не только персональные сведения, но и данные об успеваемости, конфиденциальные проекты, результаты экзаменов и многое другое. Любая утечка информации может привести к серьёзным последствиям, таким как компрометация личной информации, подделка данных или финансовые потери.

Наконец, доверие пользователей к образовательной платформе играет критически важную роль. Если платформа гарантирует безопасность данных, пользователи охотнее используют её, рекомендуют её другим и участвуют в образовательном процессе. HTTPS становится важным инструментом для поддержания этого доверия, делая платформу не только безопасной, но и конкурентоспособной.

Чтобы перейти с HTTP на HTTPS необходимо получить SSL/TLS-сертификат, который обеспечивает шифрование данных между сервером и пользователем. Сертификаты можно приобрести у различных центров сертификации, таких как RU-CENTER, REG.RU или Beget. Выбор сертификата зависит от ваших потребностей:

- DV (Domain Validation): подходит для небольших сайтов и блогов.
- OV (Organization Validation): рекомендуется для корпоративных сайтов и интернет-магазинов.
- EV (Extended Validation): обеспечивает максимальный уровень доверия, подходит для банков и крупных организаций [3].

После получения сертификата его необходимо установить на ваш веб-сервер. Процесс установки зависит от используемого серверного программного обеспечения (например, Apache, Nginx, IIS). Многие хостинг-провайдеры предоставляют подробные инструкции по установке сертификатов.

Чтобы все пользователи автоматически использовали защищенное соединение, необходимо настроить перенаправление (редирект) с HTTP на HTTPS. Это можно

сделать через конфигурационные файлы вашего веб-сервера, обеспечив, чтобы все запросы перенаправлялись на защищенную версию сайта.

После настройки перенаправления необходимо проверить и обновить все внутренние ссылки, чтобы они указывали на HTTPS-версии страниц. Это касается ссылок в коде сайта, а также подключаемых ресурсов (изображения, скрипты, стили). Использование относительных ссылок может упростить этот процесс.

После перехода на HTTPS необходимо обновить настройки счетчиков веб-аналитики (например, Яндекс.Метрика), указав новый протокол. Также рекомендуется добавить HTTPS-версию сайта в панели вебмастеров Яндекса, подтвердить права и предоставить обновленные карты сайта.

После выполнения всех настроек важно протестировать работу сайта на новом протоколе. Сервисы вроде SSL Labs помогут проверить корректность установки сертификата и выявить возможные проблемы.

Переход на HTTPS не только повышает безопасность сайта, но и способствует улучшению его позиций в поисковых системах, а также повышает доверие пользователей. Следуя указанным шагам, вы обеспечите надежную защиту данных и соответствие современным требованиям информационной безопасности.

Защита персональных данных играет не только этическую роль, но и является юридической обязанностью, особенно для образовательных платформ, которые обрабатывают и хранят конфиденциальные сведения о студентах, преподавателях и сотрудниках. В России эта сфера регулируется рядом законодательных актов, таких как Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных», который обязывает организации принимать меры для предотвращения утечки и несанкционированного доступа к данным [4].

Согласно закону, образовательные учреждения должны обеспечивать соответствие своим информационным системам требованиям безопасности, включая использование шифрования для передачи данных. HTTPS является базовым инструментом для выполнения этих требований. Его внедрение позволяет зашифровать данные, передаваемые между пользователем и сервером, что защищает их от атак «человек посередине» и других форм киберугроз.

Одним из ключевых требований российского законодательства является категоризация данных и определение их уровня защищенности. Данные, относящиеся к студентам, включая информацию об успеваемости, личные контакты, а также платёжные реквизиты, классифицируются как данные повышенного уровня

конфиденциальности. Это означает, что образовательные платформы обязаны использовать защищенные протоколы, такие как HTTPS, для передачи таких данных.

Кроме того, существует необходимость в регулярных проверках и аудите информационных систем. Государственные органы, такие как Роскомнадзор, могут проводить проверки образовательных учреждений на предмет соблюдения норм защиты данных. Несоблюдение требований закона может привести к штрафам, блокировке веб-ресурсов или другим мерам административного воздействия.

Кроме 152-ФЗ, к другим нормативным актам, регулирующим защиту данных, можно отнести закон № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации», а также нормативные документы, разработанные Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) и ФСБ России. Эти документы детализируют требования к защите данных, включая использование сертифицированных средств шифрования и программного обеспечения.

Внедрение HTTPS, поддерживаемого современными стандартами шифрования TLS, позволяет образовательным платформам соответствовать этим требованиям. Более того, многие российские хостинг-провайдеры и компании предлагают SSL/TLS-сертификаты, соответствующие стандартам отечественного законодательства. Это упрощает процесс перехода на защищенные протоколы и обеспечивает платформам долгосрочную стабильность в вопросах информационной безопасности.

В условиях растущего внимания к киберугрозам соблюдение законодательства в области защиты данных становится неотъемлемой частью устойчивого развития образовательных платформ. HTTPS играет ключевую роль в этом процессе, предоставляя надежные инструменты для выполнения требований законодательства и защиты интересов пользователей.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что использование защищенного протокола является обязательным для образовательных платформ, так как это решение обеспечивает защиту конфиденциальной информации пользователей от потенциальных угроз. Шифрование данных, которое реализуется в рамках таких протоколов, минимизирует риск несанкционированного доступа, утечек персональной информации и кибератак. Это особенно важно в образовательной среде, где обрабатываются персональные данные учащихся, преподавателей, а также содержится информация о результатах обучения и других конфиденциальных аспектах. Таким образом, внедрение защищенного протокола становится не просто рекомендацией, а необходимой мерой для поддержания доверия пользователей и соблюдения норм кибербезопасности.

Литература

1. Использование HTTPS для обеспечения безопасности данных образовательных платформ // Habr. – URL: https://habr.com/ru/companies/1cloud/articles/326292/ (дата обращения: 26.12.2024).

2. Разница между симметричным и асимметричным шифрованием // Emaro SSL. – URL: https://www.emaro-ssl.ru/blog/zashchita-sayta-ssl/raznitsa-mezhdu-simmetrichnym-i-asimmetrichnym-shifrovaniem/ (дата обращения: 26.12.2024).

3. Виды SSL-сертификатов // GlobalSign. – URL: https://www.globalsign.com/ru-ru/ssl-information-center/types-of-ssl-certificate/ (дата обращения: 26.12.2024).

4. Федеральный закон № 152-ФЗ "О персональных данных" // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/ (дата обращения: 26.12.2024).

5. Руководство по настройке SSL/TLS-сертификатов для серверов Apache и Nginx // Let’s Encrypt. – URL: https://letsencrypt.org/ru/docs/ (дата обращения: 26.12.2024).

6. Сертифицированные средства защиты информации в России: требования и особенности // КриптоПро. – URL: https://www.cryptopro.ru/ (дата обращения: 26.12.2024).

УДК 004.8:621.39

Искусственный интеллект в сетевых технологиях и телекоммуникациях: анализ применения

Елисеев Д.Д., студент СГТУ им. Гагарина Ю.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», г. Саратов

Статья посвящена анализу применения искусственного интеллекта (ИИ) в сетевых технологиях и телекоммуникациях. Рассмотрены возможности ИИ в автоматизации сетевых операций, предиктивном анализе, оптимизации маршрутизации и кибербезопасности. Приведены примеры реального внедрения ИИ в современные системы. Особое внимание уделено проблемам и ограничениям, связанным с внедрением технологий ИИ, а также перспективам развития

автономных сетей, энергоэффективных систем и интеллектуальных систем защиты. ИИ рассматривается как ключевой драйвер развития сетевых технологий, способный изменить подходы к управлению и безопасности.

Введение

Роль ИИ в современной жизни

Искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью современной технологической экосистемы. От интеллектуальных ассистентов, таких как Siri и Alexa, до сложных систем анализа данных — ИИ проникает во все аспекты нашей жизни.

В телекоммуникациях и сетевых технологиях ИИ открывает новые горизонты. Технологии, основанные на ИИ, сегодня определяют развитие таких направлений, как оптимизация маршрутизации трафика, обнаружение аномалий, прогнозирование нагрузки и обеспечение безопасности.

Факторы, способствующие росту актуальности применения искусственного интеллекта в сетевых технологиях

Развитие сетевых технологий и телекоммуникаций сталкивается с новыми вызовами, связанными с усложнением сетевых инфраструктур, увеличением объемов данных и ростом требований к их надежности и безопасности. В современном мире все чаще на помощь приходит искусственный интеллект ~~(ИИ)~~. Его все более частое внедрение в сети обусловлено несколькими важными факторами и преимуществами, которые делают использование ИИ не просто востребованным, но и необходимым.

Увеличение объемов данных и сложности сетей

Современные сети, особенно в эпоху интернета вещей (IoT), генерируют огромные объемы данных. Для обработки такого количества данных в реальном времени требуются высокопроизводительные алгоритмы анализа, которые ИИ предоставляет. Кроме того, с ростом сложности сетевых архитектур, таких как виртуализированные сети (NFV) и сети с программно-определяемой архитектурой (SDN), традиционные подходы управления становятся менее эффективными.

Потребность в автоматизации и оптимизации. Конкурентное преимущество

Ручное управление сетями уже не отвечает современным требованиям. Организации ищут пути автоматизации сетевых операций, таких как распределение нагрузки, управление пропускной способностью и устранение неисправностей. ИИ позволяет внедрить интеллектуальные решения, которые не только автоматически обнаруживают и устраняют проблемы, но и прогнозируют их возникновение, предотвращая сбои. С переходом от Windows Server к отечественным операционным

системам Linux, такими как Astra Linux и Rosa, предприятия сталкиваются с проблемами совместимости решений и необходимости их унификации. Каждая ОС имеет собственную концепцию управления сетями, что усложняет процессы миграции и администрирования. В этом контексте использование ИИ становится критически важным. Технологии ИИ, такие как автоматизированный анализ и оптимизация управления сетевыми устройствами на основе Symbol Table, помогают:

– автоматизировать настройку сетевых систем в различных Linux-дистрибутивах;

– устранять проблемы несовместимости через анализ сетевых конфигураций;

– ускорять процессы миграции и снижать затраты на адаптацию.

Компании, использующие ИИ в сетевых технологиях, получают конкурентное преимущество, так как их сети становятся более устойчивыми, масштабируемыми и эффективными.

Увеличение требований к безопасности

С ростом числа кибератак, включая DDoS, фишинг и сложные целевые атаки, обеспечение безопасности становится одной из первостепенных задач. Традиционные методы защиты не способны вовремя реагировать на новые угрозы, в то время как ИИ анализирует поведение сети, выявляет аномалии и принимает меры в реальном времени. Это снижает вероятность повреждения данных и простоев сети.

Экономическая эффективность

Несмотря на высокие первоначальные затраты на внедрение технологий ИИ, в долгосрочной перспективе они приводят к значительной экономии ресурсов. ИИ снижает потребность в ручной работе, сокращает время на устранение неисправностей и оптимизирует использование инфраструктуры, что позволяет компаниям минимизировать операционные расходы.

Переход к самообучающимся и самоуправляющимся сетям

Концепция автономных сетей (self-driving networks) становится все более популярной. Такие сети, основанные на ИИ, способны самостоятельно выявлять и устранять неисправности, обучаться на основе исторических данных и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это значительно снижает нагрузку на ИТ-специалистов и повышает стабильность инфраструктуры.

Обзор возможностей ИИ в сетях

Автоматизация сетевых операций с использованием ИИ

Искусственный интеллект значительно упрощает управление сетями за счет автоматизации рутинных операций. Например, в традиционных сетях настройка

оборудования, мониторинг трафика и устранение неисправностей занимают значительное время и требуют участия специалистов. Системы на основе ИИ способны самостоятельно:

– обнаруживать неисправности и устранять их без вмешательства человека;

– оптимизировать использование ресурсов, перераспределяя нагрузку в реальном времени;

– настраивать сети под текущие потребности, адаптируясь к изменению нагрузки.

Примером такой автоматизации является использование решений, таких как Cisco DNA Center, которые применяют машинное обучение для настройки и мониторинга сетевых инфраструктур. Это позволяет компаниям сократить затраты и повысить стабильность работы сетей.

Предиктивный анализ и предотвращение сбоев

Огромным преимуществом ИИ в сетевых технологиях является способность предсказывать потенциальные сбои и принимать меры до их возникновения. Это достигается за счет анализа больших объемов данных, таких как исторические логи, метрики производительности и шаблоны поведения трафика. ИИ позволяет выявлять скрытые закономерности, указывающие на возможные неисправности, прогнозировать перегрузки в сети и автоматически перераспределять трафик, своевременно уведомлять администраторов о повышенном риске отказов.

Примером служат алгоритмы машинного обучения, которые применяются для мониторинга серверов и оборудования в реальном времени. Такие инструменты, как Aruba AI Insights, предупреждают об износе оборудования или росте нагрузки, помогая избежать простоев и минимизировать время восстановления.

Оптимизация маршрутизации и распределения трафика

ИИ кардинально меняет подход к управлению сетевым трафиком, обеспечивая более точную и эффективную маршрутизацию. Благодаря алгоритмам машинного обучения и предиктивного анализа, сети могут адаптироваться к изменению условий в реальном времени, обеспечивая:

– быстрое распределение нагрузки: ИИ помогает избегать перегрузки маршрутов, перенаправляя трафик по менее загруженным каналам.

– учет приоритетов: системы ИИ могут автоматически распределять ресурсы на основе приоритетов, например, для критически важных приложений.

– минимизацию задержек: алгоритмы анализируют сеть и находят оптимальные пути для передачи данных, снижая задержки и потери пакетов.

Решения, подобные Juniper Mist, уже внедряют эти подходы, что позволяет улучшить качество обслуживания и снизить операционные затраты.

ИИ в кибербезопасности

Кибербезопасность стала одной из самых значимых сфер применения искусственного интеллекта (ИИ) в сетевых технологиях. С каждым годом количество атак увеличивается, их характер становится все более сложным, а последствия — более разрушительными. Традиционные подходы к защите уже не справляются с растущими объемами угроз, и здесь ИИ выступает мощным инструментом, способным обеспечить более высокий уровень безопасности.

Основные направления применения ИИ в кибербезопасности:

1. Анализ поведения и выявление аномалий ИИ позволяет мониторить огромные объемы сетевых данных и анализировать поведение пользователей и устройств. На основе этих данных алгоритмы машинного обучения строят «нормальный» профиль поведения системы. Если возникают отклонения (например, неожиданно высокая активность на необычном порту или попытка передачи данных в несанкционированный регион), ИИ мгновенно сигнализирует об угрозе. Пример: Anomaly Detection системы, такие как Darktrace, анализируют трафик и выявляют подозрительную активность, например, признаки внутренней атаки или утечки данных.

2. Распознавание и предотвращение атак ИИ используется для мгновенного обнаружения атак, таких как DDoS, фишинг или атаки с использованием вредоносного ПО. Вместо того чтобы реагировать только на известные угрозы (как это делают антивирусные базы), ИИ способен распознавать новые, ранее неизвестные виды атак, анализируя их поведение. Пример: Palo Alto Networks Cortex XDR предотвращает атаки, используя поведенческий анализ и корреляцию событий, а также обученные модели для предсказания угроз.

3. Обработка большого количества данных. В условиях, когда системы безопасности ежедневно генерируют миллионы событий и предупреждений, ИИ способен фильтровать их, выделяя только критические инциденты. Это значительно снижает нагрузку на команды безопасности, позволяя сосредоточиться на реальных угрозах.

Преимущества использования ИИ в кибербезопасности:

1. Скорость реакции. ИИ обрабатывает данные в реальном времени, что позволяет выявлять и предотвращать атаки до нанесения ущерба.

2. Гибкость и адаптивность. Алгоритмы ИИ обучаются на новых данных, что позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям и выявлять новые типы угроз.

3. Снижение человеческого фактора. ИИ минимизирует риски, связанные с ошибками персонала, и освобождает ресурсы команды безопасности.

4. Эффективность в условиях нехватки специалистов. Внедрение ИИ частично компенсирует дефицит кадров в области кибербезопасности.

Реальные кейсы внедрения.

Применение искусственного интеллекта в сетевых технологиях уже демонстрирует впечатляющие результаты. Рассмотрим несколько ключевых примеров.

Cisco DNA Center: автоматизация сетевых операций. Cisco внедрила платформу DNA Center, которая использует ИИ для автоматизации и оптимизации управления сетями. В одном из кейсов Lenovo в партнерстве с Cisco удалось сократить время диагностики и устранения сбоев с нескольких часов до минут. Благодаря анализу поведения трафика система не только устраняла проблемы, но и предсказывала их возникновение.

Darktrace: "Иммунная система" для сетей. Darktrace использует алгоритмы машинного обучения для защиты от сложных кибератак. Например, по данным из публичных отчетов, одна европейская энергетическая компания предотвратила утечку данных, обнаружив подозрительную активность на одном из серверов. Система автоматически выявила аномалию и блокировала несанкционированный доступ до вмешательства специалистов.

Aruba AI Insights: предотвращение перегрузок. Aruba Networks, дочерняя компания Hewlett Packard Enterprise, разработала инструмент, использующий ИИ для мониторинга беспроводных сетей. В университете Калифорнии система обнаружила растущую нагрузку на сеть из-за массового использования видеоконференций. ИИ автоматически перенаправил трафик, обеспечив бесперебойную работу даже в пиковые периоды.

Google Cloud: предиктивный анализ в дата-центрах. Google внедрила ИИ для управления своими дата-центрами, включая оптимизацию маршрутизации и предиктивное обслуживание оборудования. В одном из кейсов система предупредила об износе компонентов охлаждения, что позволило избежать остановки работы серверов и сэкономить миллионы долларов на ремонте.

Juniper Mist: оптимизация Wi-Fi сетей. Juniper Networks внедрила ИИ для управления корпоративными Wi-Fi сетями. Один из клиентов, крупный логистический центр, добился 30%-го улучшения скорости подключения благодаря автоматическому анализу качества сигнала и оптимизации конфигурации точек доступа.

Возможные проблемы при внедрении ИИ

Несмотря на очевидные преимущества искусственного интеллекта, подробно рассмотренные выше (факторы, способствующие росту актуальности применения ИИ), его внедрение в сетевые технологии не обходится без сложностей:

1. Высокая стоимость внедрения.

2. Разработка и интеграция ИИ-решений требует значительных финансовых вложений. Организациям необходимо инвестировать не только в программное обеспечение и оборудование, но и в модернизацию существующей инфраструктуры, что может быть непосильным для малых и средних предприятий.

3. Дефицит квалифицированных специалистов. ИИ — это не просто технология, а целая экосистема, требующая глубоких знаний в программировании, аналитике данных, работе с алгоритмами машинного обучения и сетевых технологиях. Найти специалистов, обладающих этими навыками, сложно, а их подготовка требует времени и дополнительных расходов.

4. Ложные срабатывания и ошибки. Хотя ИИ помогает в автоматизации процессов, он не идеален. Системы могут ошибочно классифицировать обычные сетевые события как угрозы или, наоборот, пропустить реальную проблему. Такие ложные срабатывания увеличивают нагрузку на специалистов и могут снизить доверие к ИИ-решениям.

5. Уязвимость самого ИИ. Алгоритмы ИИ уязвимы для целенаправленных атак, включая манипуляцию обучающими данными, внедрение вредоносного кода или эксплуатацию слабых мест в системе. Эти риски создают новые угрозы, которые могут быть сложнее устранить, чем традиционные сетевые уязвимости.

Заключение.

Искусственный интеллект стал ключевым инструментом трансформации сетевых технологий, обеспечивая автоматизацию, повышение безопасности и оптимизацию процессов. Его внедрение позволяет создавать более устойчивые, энергоэффективные и автономные системы, отвечающие современным требованиям. Несмотря на вызовы, такие как высокая стоимость и дефицит специалистов, ИИ открывает широкие перспективы для развития телекоммуникаций, делая их более адаптивными и надежными в условиях быстро меняющегося цифрового мира.

Литература

1. Агабаева Г., Аннабаева О., Аннамырадов А. Искусственный интеллект в телекоммуникационных сетях: достижения и применения // Вестник науки. — 2024. — № 4. — С. 272–274.

2. Абдуллаев А., Акмырадова А., Алланурова П. Интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения в телекоммуникации: будущие тренды // Вестник науки. — 2024. — № 4. — С. 260–262.

3. Сюндюкова, Е. В. Применение искусственного интеллекта в компьютерных сетевых технологиях // Экономика и качество систем связи. — 2023. — № 1. — С. 58–64.

4. Гачаев А. М., Магомадова З. С., Абубакаров М. С. Анализ компьютерных сетевых технологий в условиях искусственного интеллекта // Индустриальная экономика. — 2023. — № 2. — С. 120–123.

УДК 371

Развитие англоязычных лексических навыков студентов технического вуза на основе цифровых образовательных инструментов

Захарова Ольга Олеговна, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин
Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «Московский инженерно-физический институт», г. Трехгорный

В статье рассматривается вопрос развития англоязычных лексических навыков студентов-будущих инженеров посредством внедрения в учебный процесс цифровых образовательных инструментов. Автор подчеркивает необходимость актуализации материалов и методов обучения англоязычной лексике в контексте преподавания студентам иностранного языка для специальных целей. Выделены виды лексических навыков, формируемых у студентов при обучении английскому языку, определены наиболее подходящие цифровые инструменты, способствующие развитию мотивации обучающихся к изучению языка и оптимизации процесса организации работы над лексическим материалом.

Вопрос подготовки инженера с хорошим знанием английского языка является актуальным сегодня. Современному инженеру необходимы умения чтения англоязычной литературы, ведения деловой переписки и устной коммуникации с иноязычными коллегами, презентации результатов собственной работы на английском языке. Анализ научно-методической литературы [4; 8] показывает, что в условиях повышения требований к англоязычной подготовке инженера возникают трудности с организацией процесса обучения языку, которые обусловлены нехваткой академических часов по дисциплине «Иностранный язык», необходимостью проведения занятий в больших группах студентов (по 20 человек), низким уровнем

развития иноязычной компетенции обучающихся и низким уровнем их мотивации к изучению языка, отсутствием достаточного количества упражнений в учебных пособиях, способствующих качественной отработке лексического материала. Специфика обучения иностранному языку в техническом вузе определяется необходимостью развития у студентов прочных лексических навыков, обеспечивающих коммуникацию в определенной профессиональной среде. Как отмечает Е. В. Заруцкая, обучающиеся в своем большинстве запоминают новый лексический материал при проговаривании записей в тетради с переводом, однако, помимо установок на заучивание лексических единиц, необходимым является развитие у студентов установки на их осознанное запоминание [3]. Эффективная работа, направленная на осознанное запоминание профессионально-направленной лексики в курсе иностранного языка, требует применения новых подходов к организации обучения студентов.

Среди современных подходов к обучению иноязычной лексике присутствуют тематический, коммуникативный, контекстуальный подходы, а также подход, ориентирующийся на использование мультимедиа. Курс английского языка в техническом вузе должен строиться на основе применения комплекса подходов, что поспособствует развитию комплекса умений обучающегося. Направленность на определенную сферу профессиональной подготовки студента определяет отбор текстового и лексического материала, что позволяет реализовать тематический и контекстуальный подходы. Создание коммуникативных ситуаций, имитирующих процессы делового взаимодействия и вовлекающих студентов в иноязычную коммуникацию, является примером внедрения коммуникативного подхода. Разработка цифрового обеспечения учебного процесса (лексико-грамматических упражнений на основе онлайн-платформ, заданий контроля понимания англоязычных видео) осуществляется при реализации мультимедийного подхода. Анализ учебно-методических пособий для обучения английскому языку студентов технических вузов, разработанных российскими авторами (Ланина Т.Н. «Английский язык в сфере механической обработки», Першина Е.Ю. «Английский язык для металлургов и машиностроителей» и др.), показывает, что основы реализации контекстуального, тематического, коммуникативного подходов, как наиболее эффективных в языковой практике, заложены в предлагаемые курсы. Упражнения, направленные на активизацию и закрепление англоязычных навыков на основе цифровых материалов, отсутствуют в рассмотренных нами учебниках. Следовательно, проблему настоящей работы составляет недостаточное использование цифровых образовательных

инструментов для развития англоязычных лексических навыков у студентов технических специальностей. Цель статьи – описать возможности применения цифровых образовательных инструментов как эффективного способа развития у студентов иноязычных лексических навыков в процессе организации их работы по дисциплине «Иностранный язык в профессиональной деятельности».

В методике преподавания иностранного языка под навыком понимается автоматизированное действие с фонетическим, грамматическим, лексическим материалом в процессе рецептивной или продуктивной речевой деятельности. Навыки образуются в результате многократного повторения действий при условии практической деятельности [5]. Лексический навык также рассматривается как навык интуитивно правильного словоупотребления и словообразования в устной и письменной речи согласно ситуации общения и цели коммуникации.

Проанализировав работы И. В. Кузнецовой [5], Н. Н. Сергеевой, М. В. Ермолаевой [10], определим типы лексических навыков, формируемых у студента технического вуза: рецептивные (распознавание графической, фонетической формы лексической единицы в устной и письменной речи, ее семантизация), лингвистические (способность к словообразованию, контекстному анализу лексической единицы, языковой догадке, словоупотреблению в определенном контексте) и организационные (применение стратегий запоминания и систематизации лексических единиц, способность использовать тематические словари для определения специфического значения слова). Развитие лексических умений и навыков обучающихся предполагает поэтапное овладение студентом профессионально-ориентированным материалом и минимизацию сложностей при реализации стратегий работы с лексикой в рецептивной, репродуктивной и речевой деятельности [10]. Подобные идеи отражены в статье Н. С. Степановой, которая выявляет три компонента содержания обучения лексике: лингвистический (определение лексического минимума, тематического содержания речи, трудностей в усвоении слов обучающимися), психологический (разработка способов мотивации к обучению) и методический (демонстрация обучающимся результативных способов работы с лексическими единицами) [11]. Проецируя данную работу на плоскость нашего исследования, определим, что процесс развития лексических навыков студентов-будущих инженеров включает совокупность компонентов: содержательного, мотивационного и методического.

Рассматривая содержание языкового курса в техническом вузе, стоит обозначить, что Т. А. Рахимова, И. П. Касека считают, что состав лексики профессиональной речи включает термины, нейтральную лексику в определенном

значении [9]. Ю. А. Кузнецова обращается к Корпусу современного английского языка как центральному источнику материалов для практических целей преподавания языка, который позволяет оформить список наиболее актуальных лексических сочетаний [6]. Определяя содержательную сторону рассматриваемого процесса в контексте обучения студентов технического вуза, обозначим, что основу лексического материала в контексте работы со студентами-инженерами ТТИ НИЯУ МИФИ составят ключевые слова и фразы к текстам из специализированных учебных пособий по английскому языку. Раскрывая мотивационную составляющую процесса развития англоязычных лексических навыков, отметим, что обучение лексике предполагает соблюдение условий опоры на профессиональные и познавательные интересы студентов, включение вариативного методического аппарата, способствующего активной работе студента на этапах знакомства с лексикой, первичного закрепления лексических единиц, развития лексического навыка в комплексе видов речевой деятельности.

Для определения наиболее эффективных практических способов организации работы студентов, направленных на результативное усвоение лексического материала и развитие англоязычных лексических навыков, мы обратились к анализу современных публикаций. Среди результативных методов, применяющихся в ходе работы со студентами, выделяют игровой, иллюстративно-объяснительный методы [7], применение мнемотехники [3] и др. Исследователи также отмечают, что актуальным элементом при обучении студентов поколения «digital natives» выступают цифровые инструменты. Предположим, что эффективного результата при развитии лексических навыков студентов возможно достичь при интеграции традиционных и активных методов обучения англоязычной лексике и цифровых образовательных ресурсов. Для проверки выдвинутой гипотезы был разработан комплекс заданий, направленных на развитие англоязычных лексических навыков студентов, обучающихся на втором курсе по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». Содержательной основой по курсу «Иностранный язык в профессиональной деятельности» для студентов обозначенного направления подготовки выступили учебные пособия из УМК «Technical English 2» D. Bonamy, позволяющие пополнить словарный запас обучающихся общетехнической лексикой, и учебное пособие М. Ю. Рачкова «Английский язык для изучающих автоматику», способствующее знакомству с терминологией, связанной со сферой будущей профессиональной деятельности студента. Следуя задачам работы, мы обратились к анализу источников, освещающих вопросы применения цифровых ресурсов для организации лексической работы студентов. В своем исследовании Д. Г. Васьбиева отмечает, что создание иноязычной образовательной среды с применением цифровых

технологий меняет модель коммуникации «студент» – «преподаватель» за счет учета интересов обучающегося и стимулирования их мотивации к изучению языка. Исследователь выделяет следующие цифровые инструменты для организации процесса преподавания иностранного языка: обучающие видео (TED Talks), цифровой класс (Google Class, Padlet), электронные тренажеры (Letter Generator, Essay Map), цифровые приложения (Bubble.us, my Quiz) [2]. Определяя возможности применения электронных ресурсов в обучении иноязычной лексике, Э. Э. Валеева, Д. Р. Гилязова описывают методический потенциал платформ Quizlet, Kahoot, Quizziz, способствующих как введению, так и осуществлению контроля за усвоением лексических единиц на основе элементов геймификации [1].

Принимая во внимание рассмотренные исследования и руководствуясь принципами доступности цифрового инструмента для преподавателя и студента, возможности получения быстрой обратной связи, обеспечения методической вариативности для активизации деятельности студента на разных этапах работы с лексической единицей, выделим следующие цифровые образовательные инструменты, которые будут использоваться в рамках нашего исследования:

- электронные образовательные платформы, позволяющие преподавателю использовать как готовый контент (Twinkle, Lumio) так и создавать авторские материалы (iSpring),
- электронные тренажеры, способствующие разработке флеш-карточек с лексическими единицами (Quizlet, Ankiapp) и автоматической генерации упражнений, направленных на автоматизацию изученной лексики,
- электронные тренажеры, нацеленные на геймификацию работы с лексическим материалом (Quizziz, WordWall, Kahoot, LearningApps) при внедрении комплекса методических приемов (квизы, викторины, колесо фортуны, кроссворды),
- платформы для создания контрольных материалов по изученным лексическим разделам (Yandex Формы).

Рассмотрим подробнее возможности развития иноязычных лексических навыков обучающихся при активном внедрении в данный процесс цифровых инструментов на примере организации работы студентов-второкурсников, обучающихся по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». В ходе изучения тематического раздела «Flexible manufacturing systems» на каждом этапе работы с лексическим материалом обучающимся был предложен комплекс заданий, подготовленных на основе цифровых инструментов (таблица 1).

Таблица 1

Способы развития англоязычных лексических навыков студентов на примере организации их работы по разделу «Flexible manufacturing systems»

Этап работы	Формулировка задания	Методы, приемы, работы	Цифровые инструменты
Введение новой лексики			
первичное знакомство	1. Study the elements of FMS system. Click on the word that suits the picture (conveyance network). 2. Look at the pictures and match them with the words naming the elements of a flexible manufacturing system.	Фронтальная работа с наглядно-иллюстративным материалом Индивидуальная работа, языковые упражнения	Ahaslides Learning Apps
семантизация	3. Match the word / phrase with the translation in the Russian language	Индивидуальная работа, языковые упражнения	Quizlet
работа с формами слов, словообразованием	4. Study the word-building chains: depend – dependent – independent – semi-independent; process – processor – processing; handle – handling; manufacture – manufacturer – manufacturing. Try to memorize them. 5. Take turns to check if your fellow-student form the word correctly. Name the word in Russian and ask for the English equivalent.	Индивидуальная работа, языковые упражнения / групповая работа, коммуникативные упражнения	Ahaslides Power Point
Закрепление лексических единиц в речи			
выполнение репродуктивных лексических упражнений	1. Do the matching using the words from the text. Make up phrases. Find the phrase in the text to check yourself. 2.Practice using the words and the phrases. Play the game “The Wheel of Fortune”. Spin the wheel to get the word. Remember the phrase with the word that was used in the previous exercise. 3. Practice spelling the words.	Индивидуальная / парная работа, игровые лексические упражнения «Мемори», «Колесо фортуны», упражнения, тренирующие навык написания слов	Interacty https://interacty.me/projects/cd2cb4857dc11f34 LearningApps
тренировка использования слов в знакомом контексте	4. Read a passage of the text and fill in the gaps with the correct word. 5. Do the crossword puzzle to practice using the words and phrases. 6. Check the knowledge of the words and phrases. Do the test task. 7. Complete the sentences using the ides from the text. For example: The application of FMS requires … – The application of FMS requires advanced technical know-how.	Подстановочные упражнения Контрольные упражнения Условно-речевые упражнения с расширяющейся синтагмой	Learning Apps Interacty https://interacty.me/projects/982db5076a892c2b

Продолжение таблицы 1

Закрепление лексических единиц в новых коммуникативных ситуациях			
Коммуникативная практика с применением изученной лексики	1.Read and translate the phrases from the text. Try to paraphrase them. For example: Here manufacturing is considered to be a system which integrates different processes and requires a properly defined input to create the expected output. – In this context, manufacturing is viewed as a system that combines several procedures and needs a precisely specified input in order to produce the desired result. Use Paraphrasing tool. 2. On the basis of the text «Features of Flexible Manufacturing Systems» make up 1 true and 2 false sentences, write them. Post them on the common board in Padlet. Study the statements of the fellow students and correct them. 3. Summarize the information you got on this topic. Using the key phrases present the information about «The features of FMS», create a podcast, share it with the fellow-students.	Индивидуальная /парная работа, трансформационные речевые упражнения Индивидуальная работа / работа с монологическим высказыванием	Quillbot Padlet

Проведенный методический эксперимент со студентами ТТИ НИЯУ МИФИ в течение одного семестра, направленный на определение результативности применения цифровых образовательных инструментов для развития иноязычных лексических навыков обучающихся, позволил определить эффективность предлагаемых способов организации работы с лексическим материалом. Использование комплекса лексических упражнений, составленных на основе цифровых инструментов, способствует более осознанному запоминанию лексических единиц студентом и активизирует его внимание при изучении английского языка.

Литература

1. Валеева, Э. Э., Гилязова, Д. Р. Онлайн программы и платформы для обучения английскому языку / Э.Э. Валеева, Д. Р. Гилязова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10-1 (73). – С. 140-143.

2. Васьбиева, Д. Г. К вопросу об использовании современных цифровых технологий в обучении иностранному языку в вузе / Д. Г. Васьбиева // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. – 2023. – Т. 13. – № S1 – С. 24-31.

3. Заруцкая, Е.В. Мнемотехники для запоминания иноязычной лексики в процессе самостоятельной работы студентов по созданию ассоциативных карт в неязыковом вузе / Е. В. Заруцкая // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2024. – Т. 9. – Вып. 8. – С. 812-819.

4. Игнаткина, И. В. К вопросу о проблемах обучения английскому языку студентов технического вуза / И. В. Игнаткина // Вопросы педагогики. – 2020. – № 12-1. – С. 92-94.

5. Кузнецова, И. В. Обучение общепрофессиональной иноязычной лексике курсантов морской специальности на основе модульного курса / И. В. Кузнецова. – 2018. URL: https://disser.spbu.ru/files/disser2/disser/HNLFP2nHZp.pdf (дата обращения: 20.12.2024).

6. Кузнецова, Ю. А. Применение технологии ментальных карт на занятиях по английскому языку при формировании языковых и профессиональных компетенций у студентов-юристов / Ю. А. Кузнецова // Вестник ПНИПУ. Проблемы языкознания и педагогики. – 2024. – № 1. – С. 176-186.

7. Мохова, О. Л., Назарова, Н. Б., Соколовская, М. А., Башеров, О. И. Обучение иноязычной лексике в неязыковом вузе / О. Л. Мохова, Н. Б. Назарова, М. А. Соколовская, О. И. Башеров // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2. – С. 89.

8. Потапова, Н. В., Сергеева, Н. Н. Реализация стратегий и тактик формирования иноязычных лексических навыков при обучении студентов электротехнических специальностей английскому языку / Н. В. Потапова, Н. Н. Сергеева // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 6. – С. 232-241.

9. Рахимова, Т. А., Касека, И. П. Семантизация и первичное закрепление профессиональной лексики в рамках курса иностранного языка в техническом вузе / Т. А. Рахимова, И. П. Касека // Профессиональное образование в современном мире. – 2020. – Т. 10 – № 3. – С. 4085-4092.

10. Сергеева, Н. Н., Ермолаева, М. В. Модель обучения студентов неязыкового вуза стратегиям работы с лексикой в профессионально ориентированном контексте / Н. Н. Сергеева, М. В. Ермолаева // Язык и культура. 2020. – № 50. – С. 258-272.

11. Степанова, Н. С. Обучение иноязычной лексике студентов первого курса в техническом вузе / Н. С. Степанова // Образование. Культура. Общество: сб. избранных статей по материалам Международной научной конференции (Санкт-Петербург 28 апреля 2021 г.) – СПб : Издательство: ГНИИ «Нацразвитие», 2021. – С. 39-41.

УДК 371

Методико-технологические основы разработки авторского мобильного приложения для развития англоязычных лексических навыков обучающихся уровня Elementary

Капличенко Виктория Юрьевна, студент специальности «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения»;
Захарова Ольга Олеговна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин
Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «Московский инженерно-физический институт», г. Трехгорный

Статья посвящена вопросу применения мобильного обучения в процессе развития англоязычных лексических навыков обучающихся. Раскрыты преимущества использования мобильных приложений в процессе изучения англоязычной лексики. Определены группы мобильных приложений и платформ, использующихся при организации лексической работы обучающихся. Обозначена актуальность и описаны методические и технологические направления разработки авторского мобильного приложения «Fluffy», нацеленного на дополнение курса английского языка для младших школьников.

Владение английским языком является важной характеристикой компетентного специалиста, работающего на благо своей страны, поэтому качественное освоение лексического материала актуально для каждого. Обучающиеся сегодняшнего дня, представители поколения «digital natives», лучше усваивают информацию в визуальной форме и активно взаимодействуют с цифровыми технологиями. Анализ учебных пособий по английскому языку для обучающихся школ и вузов указывает на отсутствие мобильных приложений в составе большинства учебно-методических комплектов, что не позволяет систематически развивать лексические навыки с помощью цифровых ресурсов. Данное противоречие указывает на проблему, связанную с необходимостью поиска способов внедрения цифровых ресурсов в процесс обучения английскому языку.

Цель данной статьи – на основе анализа научно-методических источников описать методико-технологические особенности создания мобильного приложения для развития лексических навыков обучающихся уровня Elementary.

Сегодня изучение языка с помощью мобильных устройств является развивающейся тенденцией в сфере лингводидактики, использующей термин «Mobile Assisted Language Learning» для описания режима или стиля изучения языка, который поддерживается или расширяется за счет применения портативного мобильного устройства [1]. Использование

мобильных технологий обеспечивает вовлеченность обучающихся и быстрый доступ к образовательному контенту. К положительным особенностям применения мобильных приложений в процессе обучения иностранному языку относят доступность, возможности геймификации учебного процесса, реализацию индивидуального подхода, разнообразие форматов работы (включение аудиоматериалов, визуализация), что способствует повышению мотивации обучающихся и развитию их субъектной позиции [4].

Внедрение мобильных приложений в процесс обучения представляет также актуальный способ развития англоязычных лексических навыков обучающихся поколения «digital natives» за счет визуализации материала, возможности его ориентации на потребности студентов и активизации процессов осмысленного запоминания ими лексических единиц. Сравнительный анализ мобильных приложений и онлайн платформ для изучения англоязычной лексики позволил нам выделить два вида приложений:

- для изучения автоматически созданного списка слов и их практики на основе текстов или аудио / видеоматериалов (Duolingo, Simpler, LinguaLeo, Memrise, Cake);
- для создания преподавателем карточек и упражнений с лексическими единицами (AnkiApp, Kahoot, Quizlet, WordWall, Learning Apps).

К недостаткам приложений, представленных в современном цифровом пространстве, относится следующее: отсутствие возможностей для персонализации списка лексически единиц (Duolingo, Memrise), наличие платного контента (Simpler), трудоемкость процесса создания карточек и упражнений при использовании платформ для изучения лексики. Разработка авторского приложения для работы с англоязычной лексикой при учете потребностей конкретной целевой аудитории выступает актуальной задачей, поскольку оно позволит устранить сложности, возникающие при использовании готовых приложений и указанных нами выше.

Прежде всего, обратимся к анализу целевой аудитории пользователей приложения. Обучающийся XXI века – представитель поколения «digital natives». Как показывает анализ, термин «digital natives» (цифровые аборигены), был введен Marc Prensky для описания особенностей использования технологий современными детьми и молодежью, которые выросли в среде, где Интернет является неотъемлемой составляющей их жизни [3]. Представителям «digital natives» свойственна слабая долговременная память, фокусировка не на учебе, а на развлечениях, сложность в восприятии линейных текстов [2]. Следовательно, применение цифровых технологий выступает ключевым фактором, определяющим успешность освоения материала современными обучающимися.

В качестве пользователей разрабатываемого нами приложения выбраны обучающиеся начальной школы, дети от 6 до 11 лет, изучающие ключевые лексические

единицы (уровень Elementary). В этом возрасте важно заложить основу для дальнейшего развития языковых навыков, а приемы визуализации и геймификации обучения поспособствуют эффективной работе, направленной на развитие у обучающихся лексического навыка. Методическую основу приложения составляют списки лексических единиц, отобранных на базе УМК «Spotlight», широко распространенного в российских школах, и нуждающегося в дополнении за счет расширения числа лексических упражнений. Мобильное приложение позволит с опорой на принцип визуализации реализовать систему упражнений, направленных на введение лексических единиц (match the word and the picture), их первичное закрепление (match the word and its translation / complete the text with the right word / click on the odd word) и их активизацию в речи (read the sentence and print the missing word).

Перед началом разработки мобильного приложения были спроектированы предполагаемые интерфейсы: авторизация в системе, знакомство с приложением и героем-помощником, котом Пушком (Fluffy), предполагаемые лексические упражнения и игры. Уровень обучения и сложность заданий приложения зависят от возраста пользователя. Дети 5-6 лет начнут свое изучение языка с алфавита. Любой язык начинается со слова, слово – с буквы, а буква – это частица алфавита, с которого начинается язык. Обучающиеся 7-8 лет будут знакомиться с ключевыми словами, обеспечивающими их говорение по темам «My family», «My friends», «The town where I live», «My toys», «Animals at the zoo». Школьники 9-11 лет продолжат автоматизировать в речи знакомую лексику и осваивать новые лексические единицы в рамках модулей «My day», «My school subjects», «Food and drinks», «Human body», «Daily routines», «What`s the weather like today?» К каждому слову прилагается картинка, транскрипция и его озвучка на английском. Средой разработки для проектировки приложения является Android Studio. Вначале была выстроена архитектура приложения. Затем мы приступили к разработке его интерфейса, для создания которого были использованы следующие инструменты:

1. XML-файлы. Основной файл разметки находится в res/layout/activity_main.xml. XML-файлы позволяют описывать элементы интерфейса и их свойства.

2. Layout Editor. Это инструмент для визуального редактирования интерфейсов. В нем можно перемещать элементы (виджеты) на экран и настраивать их свойства. Layout Editor позволяет быстро и легко создавать сложные интерфейсы без необходимости писать код вручную.

Разработка программного кода велась на языке Java. После разработки мы приступили к тестированию мобильного приложения, которое прошло успешно. Таким образом, приложение написано и готово к эксплуатации.

На основании результатов проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- Применение мобильных приложений в обучении английскому языку позволяет решить проблему мотивации, организации самостоятельной работы обучающегося поколения «digital natives».
- Актуальность разработки авторского мобильного приложения «Fluffy» определяется необходимостью внедрения геймификации в процесс изучения англоязычной лексики и обеспечения соответствия списка лексических единиц, предлагаемых в приложении, списку слов, изучаемым младшим школьником в ходе урочной работы по учебнику «Spotlight».
- Определены основные направления создания мобильного приложения и отобран лексический материал для целевой аудитории. Спроектировано, разработано и протестировано мобильное приложение для изучения англоязычной лексики.

Перспективами дальнейшей работы с мобильным приложением выступают пополнение базы заданий новыми лексическими единицами, тестирование приложения с целевой аудиторией и его внедрение в экспериментальную работу, направленную на оптимизацию усвоения лексического материала младшими школьниками.

Литература:

1. Викулина, М. А., Вилкова, Л. В. Обучение иностранным языкам с использованием мобильных технологий / М. А. Викулина, Л. В. Вилкова // Язык и культура. – 2024. – № 67. – С. 130-147.

2. Парамонов, И. В., Васильев, А. М. О проблемах обучения «цифровых аборигенов» компьютерным специальностям / И. В. Парамонов, А. М. Васильев // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования: мат. XIII научно-методической конференции с международным участием (Ярославль, 22-23 марта 2018 г). – Ярославль : Издательство: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2018. – С. 356-358.

2. Хисматулина, Н. В., Пугачева, С. А., Малкова, Т. В. Характерные особенности «цифровых аборигенов» как целевой аудитории в современном образовательном пространстве / Н. В. Хисматулина, С. А. Пугачева, Т. В. Малкова // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 76-2. – С. 216-218.

3. Шпеть, Д. В. Применение мобильных приложений для изучения лексики английского языка / Д. В. Шпеть // Планирование, проведение и толкование итогов научных исследований: сб. статей Международной научно-практической конференции (27 мая 2024 г.) – Воронеж : Издательство: ООО «Омега Сайнс», 2024. – С. 21-23.

УДК 004.057.4

Эволюция протоколов передачи данных: от IPv4 к IPv6

Когай Никита Сергеевич, студент направления
«Управление в технических системах»;
Тимофеев Максим Николаевич, преподаватель кафедры
«Системотехника и управление в технических системах»;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Статья посвящена эволюции протоколов IPv4 и IPv6, а также проблемам миграции между ними. Рассматриваются ограничения IPv4, такие как ограниченное адресное пространство, отсутствие встроенной безопасности и сложности с масштабируемостью, особенно в условиях роста интернета вещей (IoT), 5G и облачных технологий. В статье описаны преимущества IPv6, включая расширенное адресное пространство, улучшенную безопасность и упрощенную маршрутизацию. Также обсуждаются вызовы миграции и перспективы IPv6 для поддержки будущих технологий, таких как умные города и квантовые сети.

Протокол IPv4 [1], ставший основой интернета с 1970-х годов, столкнулся с проблемой исчерпания адресного пространства из-за роста числа подключенных устройств, что привело к необходимости перехода на IPv6. Этот протокол, разработанный в 1998 году, предлагает расширенное адресное пространство, встроенную безопасность и упрощенную маршрутизацию, что делает его ключевым для поддержания роста интернета, IoT, 5G и облачных технологий. Однако медленная миграция от IPv4 к IPv6, при которой только 40% устройств используют новый протокол к 2024 году, создает дополнительные вызовы для глобальной сети.

Протокол IPv4 (Internet Protocol version 4) был разработан в начале 1980-х годов в рамках архитектуры ARPANET — первой экспериментальной сети передачи данных, ставшей основой интернета. Основной задачей протокола была адресация устройств и маршрутизация данных в небольших сетях. На тот момент IPv4 полностью удовлетворял потребности исследовательских и государственных организаций, для которых он изначально создавался.

IPv4 появился в условиях, когда интернет использовался лишь ограниченным числом исследовательских и государственных организаций. Никто не предполагал, что интернет станет глобальной сетью, а количество подключенных устройств будет исчисляться миллиардами. Поэтому при разработке IPv4 ограниченное адресное

пространство казалось достаточным, а такие функции, как встроенная безопасность, автоматическая конфигурация и поддержка мобильных устройств, даже не рассматривались. Этот упрощённый подход обеспечил легкость внедрения IPv4, что стало важным фактором его популярности в первые десятилетия развития сети.

Однако со временем интернет стал глобальной сетью, связавшей миллиарды людей и устройств, а базовая архитектура IPv4 начала демонстрировать свои ограничения.

Современная цифровизация, включая IoT, 5G и облачные технологии, значительно увеличила потребность в IP-адресах, так как каждое подключенное устройство, от смартфонов до датчиков в умных городах, требует уникального адреса для работы. Устройства IoT охватывают различные сферы, включая умные дома, носимые гаджеты и промышленную инфраструктуру, а 5G позволяет подключать до 1 миллиона устройств на 1 км², что особенно важно для умных городов. Облачные технологии требуют множества серверов и подключений, что также усиливает спрос на IP-адреса, ставя под вопрос способность IPv4 удовлетворить эти потребности с его ограничением в 4,3 миллиарда адресов.

Основные проблемы IPv4 в современных условиях:

1. Ограниченное адресное пространство: IPv4 изначально был рассчитан на гораздо меньший масштаб сети, и его 32-битная структура адресации уже не способна удовлетворить современные потребности. Временные решения, такие как NAT (Network Address Translation), позволяют обойти этот недостаток, но они увеличивают сложность сетевой инфраструктуры, ухудшают производительность и создают дополнительные уязвимости.

2. Отсутствие встроенной безопасности: протокол IPv4 не имеет встроенных механизмов защиты данных. Это делает его уязвимым для атак, таких как DDoS, подмена IP-адресов (IP spoofing) и другие угрозы. Для обеспечения безопасности требуется использование дополнительных технологий, таких как VPN или IPsec, что усложняет управление сетью.

3. Сложности масштабируемости и мобильности: современные устройства, особенно в условиях мобильных сетей 5G, требуют стабильного и гибкого подключения к интернету. IPv4 плохо справляется с этими задачами, особенно при высокой динамике подключений.

IPv4 был ключевым технологическим достижением своего времени и сыграл важнейшую роль в создании глобального интернета. Однако рост числа подключенных устройств, развитие IoT и цифровизация экономики обострили проблемы, связанные с

ограниченным адресным пространством и архитектурой протокола. Это стало стимулом для разработки и внедрения нового протокола IPv6, который обеспечивает масштабируемость, безопасность и поддержку современных технологий.

IPv6 [2] (Internet Protocol version 6) был разработан в 1998 году как долгосрочное решение проблем, связанных с ограничениями IPv4. Этот протокол создан для удовлетворения потребностей современного интернета и будущих технологий, таких как интернет вещей (IoT), 5G, облачные вычисления и умные города. Основной целью IPv6 является обеспечение масштабируемости сети, упрощение её управления и повышение безопасности.

Основные отличия и архитектура IPv6

1. Увеличенное адресное пространство: IPv6 использует 128-битные адреса, что позволяет создать около 340 ундециллионов уникальных адресов (точное число: 2^{128}). Это невероятное количество адресов способно удовлетворить потребности интернета на многие десятилетия вперёд. Каждый человек на планете может иметь миллиарды уникальных адресов для своих устройств, включая IoT-устройства. Для сравнения: если адресов IPv4 хватило бы только на покрытие площади небольшого футбольного поля, то адресов IPv6 хватит для покрытия всей поверхности Земли, причём каждому квадратному миллиметру достанется уникальный адрес.

2. Структура адреса: IPv6-адреса записываются в формате восьми групп по 16 бит, разделённых двоеточиями, например: 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334. Для сокращения записи можно опускать начальные нули и группы, состоящие только из нулей, например: 2001:db8:85a3::8a2e:370:7334.

3. Упрощённая маршрутизация: улучшенная структура адресов позволяет более эффективно управлять маршрутами. IPv6 поддерживает агрегированную маршрутизацию, благодаря чему таблицы маршрутизации становятся меньше, что снижает нагрузку на маршрутизаторы и улучшает производительность сети.

4. Отказ от NAT: IPv6 устраняет необходимость в использовании NAT (Network Address Translation), так как каждый узел может иметь уникальный глобальный IP-адрес. Это упрощает взаимодействие между устройствами, улучшает производительность и позволяет использовать больше p2p-приложений.

Преимущества IPv6

1. Масштабируемость: благодаря огромному адресному пространству, IPv6 идеально подходит для поддержания роста интернета и подключения миллиардов устройств IoT.

2. Встроенная безопасность: IPv6 поддерживает протокол IPsec (Internet Protocol Security) на уровне ядра. Это обеспечивает шифрование данных, аутентификацию устройств и защиту от атак, таких как подмена IP-адресов (IP spoofing). В IPv4 IPsec был доступен только как дополнительный модуль, требующий сложной настройки.

3. Автоматическая конфигурация: IPv6 поддерживает функции автоматической конфигурации адресов, что упрощает настройку сетей, особенно в больших масштабах. Например, при подключении устройства к сети оно автоматически получает уникальный адрес без необходимости настроек DHCP.

4. Поддержка мобильности: IPv6 значительно улучшает работу мобильных устройств за счёт упрощения смены точек подключения. Это особенно важно для сетей 5G и IoT-устройств, которые часто перемещаются между разными сетями.

Проблемы и вызовы IPv6

Несмотря на все свои преимущества, IPv6 сталкивается с рядом препятствий на пути массового внедрения. Во-первых, многие старые устройства и маршрутизаторы не поддерживают новый протокол, что требует модернизации инфраструктуры. Во-вторых, переход от IPv4 к IPv6 занимает время и ресурсы, а также требует обучения специалистов, так как они часто не имеют достаточного опыта работы с новым протоколом. Эти факторы создают дополнительные сложности на пути реализации IPv6 в глобальной сети. Тем не менее, многие компании, такие как Google, Facebook и крупные интернет-провайдеры, активно внедряют IPv6, что постепенно ускоряет процесс перехода.

IPv6 представляет собой фундамент для дальнейшего развития интернета, обеспечивая его масштабируемость, безопасность и устойчивость к росту числа подключений. Хотя процесс внедрения требует значительных усилий, переход на IPv6 является неизбежным шагом для поддержки технологий будущего, включая IoT, 5G и облачные системы. Этот протокол уже сейчас доказывает свою эффективность, а его преимущества делают его ключевым инструментом для модернизации глобальной сети.

Переход от IPv4 к IPv6 является сложным техническим процессом, так как обе версии протоколов несовместимы друг с другом. Это означает, что устройства, использующие IPv4, не могут напрямую взаимодействовать с устройствами, использующими IPv6. Поэтому для обеспечения совместимости и постепенного перехода были разработаны специальные стратегии миграции. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки, что требует тщательного подхода при выборе оптимального решения.

Основные подходы к миграции:

1. Dual Stack [6] (Двойной стек): в этом подходе устройства и сети одновременно поддерживают оба протокола — IPv4 и IPv6. Данные передаются через тот протокол, который поддерживает конечное устройство.

2. Tunneling [7] (Туннелирование): при этом методе пакеты IPv6 инкапсулируются внутри пакетов IPv4 для передачи через сети, которые ещё не поддерживают IPv6. Пример: технология 6to4 позволяет передавать IPv6-пакеты через IPv4-сети без необходимости полной модернизации.

3. Translation (Перевод адресов): перевод между IPv4 и IPv6 осуществляется с помощью специальных шлюзов, которые "перекодируют" пакеты одного протокола в другой. Это позволяет устройствам на IPv4 взаимодействовать с устройствами на IPv6. Пример: NAT64 [5] — технология, которая позволяет устройствам с IPv6 получать доступ к серверам, использующим IPv4.

Для демонстрации работы подхода Dual Stack была использована программа Cisco Packet Tracer. В данной модели было настроено оборудование [4], поддерживающее оба протокола — IPv4 и IPv6. На схеме (рис. 1) представлена топология сети, состоящая из мультислойного коммутатора Cisco 3560 и конечного устройства (ПК). Настройка сети включала следующие шаги: на коммутаторе и конечном устройстве были назначены IP-адреса как в IPv4-сети (192.168.1.10), так и в IPv6-сети (2001:db8:acad::3/64). Проверка соединения осуществлялась с помощью команды ping как для IPv4, так и для IPv6.

Рис. 1. Топология сети в Cisco Packet Tracer

Результаты проверки подтверждают корректную работу сети с обоими протоколами, что демонстрирует возможности использования подхода Dual Stack. Это позволяет устройствам работать с обеими версиями IP-протокола одновременно и обеспечивает постепенную миграцию с IPv4 на IPv6.

```
S1#ping 192.168.1.10

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.10, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms

S1#ping 2001:db8:acad::3

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:db8:acad::3, timeout is 2 seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/0/1 ms
```

Рис. 2. Проверка соединения с помощью команды ping

Модель и результаты проверки, полученные в процессе моделирования, подтверждают, что данный подход может быть эффективно применён на практике. Топология сети, а также результаты выполнения команд, наглядно демонстрируют возможности Dual Stack в реальной сети.

Переход от IPv4 к IPv6 является ключевым этапом в развитии интернета, продиктованным необходимостью преодоления ограничений устаревшего протокола. IPv6 обеспечивает масштабируемость, встроенную безопасность и поддержку современных технологий, что делает его основой для будущего интернета. Рассмотренные стратегии миграции, включая Dual Stack, подтверждают возможность постепенного перехода без нарушения работы сетей.

Внедрение IPv6 открывает новые перспективы для глобальной сети, обеспечивая устойчивость и поддержку роста числа подключений. Этот процесс требует значительных усилий, но его реализация критически важна для адаптации к требованиям цифрового мира.

Литература

1. Что такое IPv4? Skyeng. URL: https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-ipv4/ (дата обращения: 23.12.2024).

2. IPv6 и его будущее: что важно знать? Habr. URL: https://habr.com/ru/companies/droider/articles/568778/ (дата обращения: 23.12.2024).

3. Что такое интернет вещей и применение технологий? Yandex Practicum. URL: https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-internet-veschey-primenenie-tehnologii/ (дата обращения: 23.12.2024).

4. IP Services Configuration Guide, Version 15.1. Hewlett Packard Enterprise. URL: https://support.hpe.com/techhub/eginfolib/networking/docs/routers/vsr1000/cg/5200-3156_l3-ip-svcs_cg/content/478552213.htm (дата обращения: 23.12.2024).

5. Что такое NAT64? Tavda.net. URL: https://tavda.net/siit_nat64 (дата обращения: 23.12.2024).

6. Использование IPv6 в Dual-Stack. Habr. URL: https://habr.com/ru/articles/159775/ (дата обращения 23.12.2024)

7. Все технологии туннелирования IPv6 понятным языком. Habr. URL: https://habr.com/ru/articles/207562/ (дата обращения: 23.12.2024).

УДК 004.273

Программно-определяемые сети: принципы, история и перспективы развития

Мартынов Виталий Андреевич, студент СГТУ им. Гагарина Ю.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В данной статье рассматриваются программно-определяемые сети (SDN), выявляются их архитектура, безопасность и заявляются перспективы применения. Освещаются ключевые принципы функционирования SDN, в числе которых централизованное управление, сетевая абстракция, автоматизация и программируемость. Рассмотрение исторического процесса и анализ ранних SDN-проектов касается исследования текущего уровня развития рынка SDN, российская интеллектуальная работа – в том числе. Подчеркивается важность SDN для модернизации корпоративной сети и внедрения инновационных решений в условиях цифровизации.

В условиях быстроразвивающихся технологий старые коммуникационные сети сталкиваются с рядом ограничений, которые затрудняют их приспособление к современным требованиям. Их настройка требует долгих дней, а управление — исключительно ручной конфигурации, что повышает вероятность ошибок и замедляет внедрение изменений. Физическая инфраструктура ограничивает возможности автоматизации, что особенно критично в крупных центрах обработки данных, где требуется гибкость и скорость адаптации.

SDN [1] — это инновационное решение, позволяющее частично преодолеть описанные проблемы, выделив, в первую очередь, управление трафиком от аппаратного уровня. На нем базируются четыре ключевых принципа SDN: централизованное управление, сетевая абстракция, сетевая автоматизация и программируемость. Централизованное управление способствует эффективной оркестровке сетей из одной точки, обеспечивая повышение видимости и снижение

сложности обновлений. Сетевая абстракция (chain abstraction) облегчает предоставление услуг, отделяя сетевые функции от физической инфраструктуры. Сетевая автоматизация ускоряет процессы настройки и обеспечения безопасности, интегрируя эти процессы в общую автоматизированную систему. И, наконец, программируемость сети с помощью открытых API способствует адаптации инфраструктуры под нужды текущего момента и интеграции решений от различных поставщиков. Все вышеперечисленное делает SDN критически важным для создания сетей, способных эффективно справляться с современными вызовами.

История программно-определяемых сетей началась с разделения плоскости управления и данных в телефонных сетях общего пользования, что облегчило управление трафиком. Позже, в 2004 году, рабочая группа IETF по инжинирингу интернета начала рассматривать разделение функций управления и пересылки данных, предложив стандарт ForCES и сопутствующую архитектуру SoftRouter. Однако эти ранние попытки не получили широкой поддержки из-за опасений сбоев в плоскости управления.

Использование открытого исходного кода в разработке SDN началось с проекта Ethane на факультете компьютерных наук Стэнфорда, который привёл к созданию OpenFlow[2] и NOX. В 2007 году были поданы патентные заявки на практическое применение SDN, операционных систем для сетей и методов сегментации виртуальных сетей.

Первые примеры развёртывания программно-определяемых сетей были осуществлены компанией Nicira в 2010 году, а затем Google с B4 в 2012 году. Фонд Open Networking Foundation [3] был основан в 2011 году для продвижения SDN и OpenFlow. На конференции Interop and Tech Field Day 2014 компания Avaya продемонстрировала автоматизированный кампус с использованием программно-определяемой сети и OpenStack.

Программно-определяемая сеть строится на основе трехслойной архитектуры, обеспечивающей гибкость, централизованное управление и высокую степень программируемости. Каждый слой выполняет определенные функции и взаимодействует через северные и южные API.

Уровень приложений включает сетевые приложения и программы, которые передают свои требования к ресурсам через серверный интерфейс на уровень управления. Вместо использования выделенных устройств, таких как брандмауэры или балансировщики нагрузки, SDN полагается на этот уровень для контроля и управления плоскостью данных.

Уровень управления представляет собой сетевую операционную систему, которая является мозгом SDN. Он управляет распределением ресурсов и обеспечивает связь между приложениями и уровнем инфраструктуры, играя роль координационного центра сети.

Уровень инфраструктуры состоит из физических и виртуальных коммутаторов и маршрутизаторов, которые выполняют передачу пакетов данных по сети.

Ключевыми компонентами SDN являются приложения, контроллеры SDN, сетевые устройства и технологии с открытым исходным кодом, такие как OpenFlow. Приложения формируют запросы на доступ к ресурсам, контроллеры SDN обрабатывают маршрутизацию и управление, а сетевые устройства исполняют инструкции контроллеров. Программируемые протоколы, например OpenFlow, обеспечивают эффективное взаимодействие между устройствами.

SDN удаляет функции управления из плоскости данных, передавая их контроллерам, которые могут быть размещены как локально, так и в облаке. Это позволяет централизованно управлять сетью на основе сетевых политик, внедрять автоматизацию и использовать виртуальные коммутаторы для повышения эффективности работы. Такая архитектура упрощает управление сетями, обеспечивая их гибкость и адаптивность.

На рисунке 1 представлена схема архитектуры SDN, демонстрирующая взаимодействие трех слоев — приложений, управления и инфраструктуры — через северные и южные API.

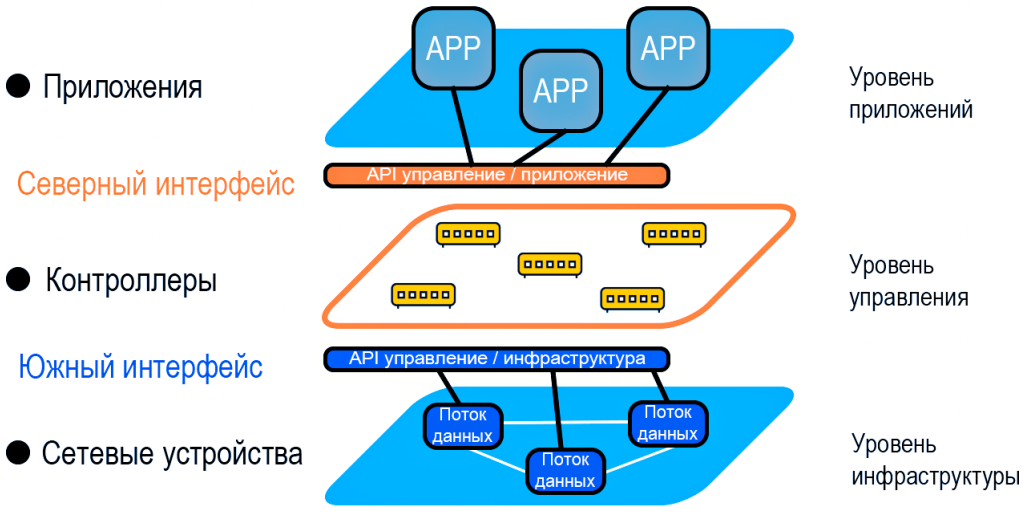


Рис. 1. Архитектура SDN

Программно-определяемые сети (SDN) сталкиваются с рядом угроз, связанных с их архитектурными особенностями. Среди ключевых видов атак можно выделить:

атаки на топологию сети, такие как ARP Poisoning [4] и Fake Topology, которые нарушают маршрутизацию, создают ложные связи между узлами и перенаправляют трафик; атаки на уровень управления данными, включая DoS-атаки на контроллер, переполнение памяти TCAM и создание «черных дыр» (Switch Blackhole [5]), которые перегружают ресурсы и нарушают передачу данных; атаки на уровень SDN, нацеленные на уязвимости API контроллера для получения несанкционированного доступа.

Для защиты SDN необходимо реализовать комплексный подход. Контроллеры SDN должны быть защищены с помощью многофакторной аутентификации, регулярного обновления ПО и ограничения доступа к API. Мониторинг трафика с использованием систем обнаружения вторжений (IDS) и журналов событий помогает выявлять подозрительную активность. Шифрование данных между устройствами и контроллером, а также использование протоколов, таких как TLS, обеспечивают безопасность передачи данных. Лимитирование потоков, управление сегментацией сети и проведение регулярных тестов на проникновение минимизируют риски атак на ресурсы сети.

Эти меры, наряду с обучением персонала и использованием стандартных протоколов, таких как OpenFlow, помогают создать безопасную и устойчивую к атакам SDN-инфраструктуру, соответствующую требованиям современных центров обработки данных.

Виртуализация ИТ-инфраструктуры, охватывающая серверы, приложения и системы хранения данных, активно трансформирует и подходы к сетевым технологиям. Программно-определяемые сети (SDN) становятся ключевым элементом этой трансформации, предлагая централизованное управление, автоматизацию и снижение затрат. Сегодня SDN востребованы как в телекоммуникационном, так и в корпоративном сегментах. Операторы связи внедряют решения на основе технологии SDN для модернизации сетей доступа и агрегации, а также SDN для ядра сети, чтобы поддерживать критически важные бизнес-сервисы. В корпоративной среде процесс перехода на SDN более постепенный, так как сети играют вспомогательную роль, и требуется комплексная виртуализация всей инфраструктуры.

Рынок SDN делится на три основные группы игроков: крупные вендоры (например, Cisco, Huawei, VMware), нишевые разработчики, создающие специализированные решения, и компании смежного рынка, такие как Riverbed. Крупные вендоры ориентированы на поддержку своих продуктов, в то время как нишевые игроки предлагают универсальные решения с акцентом на открытые

стандарты, такие как OpenFlow. Технологически мощные вендоры сохраняют лидерство благодаря глубокому проникновению в инфраструктуры заказчиков, однако нишевые игроки и компании смежного рынка имеют шанс предложить более универсальные решения, особенно с использованием Open Source технологий.

Ключевым фактором успеха SDN станет не только качество решений, но и их продвижение через системных интеграторов, обладающих необходимыми компетенциями для проектирования и внедрения.

В условиях недоступности ряда зарубежных решений, таких как VMware NSX, Juniper Contrail, Cisco ACI и HPE SDE Controller, российский рынок остро нуждается в полноценном SDN-решении. Компании «Базис» и Angie объединили усилия для создания первого отечественного коробочного продукта в этой области. Проект нацелен не только на выполнение задач импортозамещения, но и на развитие одной из наиболее перспективных технологий в мире — программно-определяемых сетей (SDN). В России эта технология особенно актуальна: ежегодный темп роста сегмента SDN-решений составляет 14%, а к 2027 году рынок достигнет объема около 30 млрд рублей, занимая треть инфраструктурных сервисов.

Разрабатываемый продукт станет частью экосистемы «Базис» и будет сопоставим по возможностям с ведущими международными решениями. Его основные преимущества будут включать централизованное управление корпоративной сетью на программном уровне, возможность бесшовного внедрения и миграции с зарубежных платформ, таких как VMware NSX, а также установку без значительной модернизации оборудования. Это делает продукт экономически выгодным для компаний с крупной IT-инфраструктурой, таких как финансовые организации, телекоммуникационные операторы и маркетплейсы.

Особое внимание разработчиками уделяется вопросам информационной безопасности, что критически важно для сложных георасределенных сетей. В проекте задействованы около сотни специалистов, включая инженеров и сетевых архитекторов, а ядро команды составляют эксперты Angie с мировым опытом.

Эта инициатива не только закрывает текущие потребности российского рынка, но и нацелена на создание конкурентоспособного решения, способного выйти на глобальный уровень. Успешное продвижение продукта, в том числе через системных интеграторов, обеспечит российским компаниям возможность эффективно использовать современные сетевые технологии и строить гибкие, безопасные инфраструктуры.

Программно-определяемые сети (SDN) представляют собой одну из самых перспективных технологий, способных радикально трансформировать подходы к управлению IT-инфраструктурой. В условиях растущей сложности корпоративных сетей и перехода к виртуализации SDN становится ключевым инструментом для достижения гибкости, автоматизации и экономии ресурсов.

Важность SDN для современного рынка подтверждается его активным внедрением как в телекоммуникационном секторе, так и в корпоративной среде. Отечественные разработки, такие как совместный проект «Базис» и Angie[6], являются не только ответом на вызовы импортозамещения, но и примером технологического лидерства, способного конкурировать с мировыми аналогами. Эти решения открывают новые возможности для российских компаний, обеспечивая централизованное управление, безопасность и совместимость с существующей инфраструктурой.

Внедрение SDN требует значительных усилий, от разработки стандартизированных протоколов до создания инструментов бесшовной интеграции. Однако преимущества данной технологии, такие как снижение операционных затрат, повышение устойчивости сети и поддержка критически важных бизнес-процессов, делают эту технологию неотъемлемой частью будущей IT-экосистемы.

Рынок SDN в России продолжает расти, и с развитием отечественных решений у компаний-разработчиков появляется возможность занять прочное место на глобальном рынке. Это подтверждает, что программно-определяемые сети – не только технология настоящего, но и важный элемент стратегического развития IT-инфраструктуры в будущем.

Литература

1. Программно-определяемая сеть. Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Программно-определяемая_сеть (дата обращения: 27.12.2024).

2. OpenFlow. Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenFlow (дата обращения: 27.12.2024).

3. Open Networking Foundation. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Networking_Foundation (дата обращения: 27.12.2024).

4. Fabrice Mvah, Vianney Kengne Tchendji, Clementin Tayou Djamegni, Ahmed H. Anwar, Deepak K. Tosh, Charles Kamhoua Workshop on Computing, Networking and Communications // Deception-based IDS against ARP Spoofing Attacks in Software-Defined Networks — 2024. — С. 188—191. (дата обращения: 27.12.2024).

5. Black hole (networking). Wikipedia. URL:

https://en.wikipedia.org/wiki/Black_hole_(networking) (дата обращения: 27.12.2024).

6. «Базис2 и Angie разработают российское SDN-решение. Angie. URL: https://angie.software/news/integrations/basis_and_angie_collaboration/ (дата обращения: 27.12.2024).

УДК 004.4

Анализ инструментов для формирования алгоритмического мышления и профессиональных компетенций программиста

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры
«Информационные системы и технологии»;
Маркин Вячеслав Витальевич, студент направления
«Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье исследуются инструменты, направленные на развитие положительных качеств и навыков в сфере программирования. Проведена классификация инструментов для формирования алгоритмического мышления, а также представлены примеры их применения. Проанализированы возможности инструментов с точки зрения интерактивности обучения. Особое внимание уделено средствам, способствующим развитию профессиональных компетенций программиста. Включена таблица сравнения инструментов для развития аналитического мышления, а также рассмотрен вопрос их популярности.

В эпоху информационных технологий стали наиболее востребованы люди, способные быстро изучать новые компьютерные технологии и профессии. Для решения проблем с востребованностью людей в этой сфере, необходимо заниматься обучением будущих кадров. И именно для этого используются инструменты формирования алгоритмического мышления и профессиональных компетенций в программировании [1, 2, 3 и др.].

Прежде всего, необходимо определить ключевые понятия.

Алгоритмическое мышление – это способность анализировать и решать задачи с помощью четко структурированных и последовательных шагов. Оно включает в себя разбиение сложной задачи на более простые подзадачи и выбор наиболее эффективного метода решения.

Профессиональные компетенции программиста – это знания и навыки, которые позволяют эффективно решать задачи в реальной рабочей среде. В компетенции входят:

- Знания алгоритмов и структур данных.
- Умение работать с современными языками программирования и инструментами разработки.
- Способность к командной работе и тестированию кода.

Между алгоритмическим мышлением и профессиональными компетенциями есть четкая взаимосвязь. Алгоритмическое мышление служит основой для формирования профессиональных компетенций программиста, поскольку оно помогает развивать логическое и критическое мышление, необходимые для решения сложных задач. Программисты, обладающие сильными алгоритмическими навыками, способны не только разрабатывать эффективные решения, но и оптимизировать существующие алгоритмы, что является важным аспектом в программировании [4.6,7 и др.]. Именно поэтому для обучения новых программистов следует использовать отдельные инструменты как для развития алгоритмического мышления, так и для развития профессиональных компетенций в программировании.

Наиболее эффективные инструменты для формирования алгоритмического мышления можно разделить на 2 вида:

1) Интерактивные образовательные платформы.
2) Игровые платформы.

Оба этих инструмента имеют в своей основе элементы интерактивности, которые позволяют не только улучшить увлеченность материалом и заданиями, но и позволяют снизить порог входа для обучения. Рассмотрим каждый более подробно.

Игровые платформы являются наиболее эффективным инструментом для первичного развития алгоритмического мышления, поскольку для эффективного обучения сначала нужно создать интерес у обучающегося [3,4,5 и др.].

Некоторые игры эффективно развивают алгоритмическое мышление, используя игровую механику для решения логических задач. В качестве примеров можно привести пару наиболее подходящих игр.

1) Factorio – задачей игры является строительство завода с наиболее эффективной системой производства для достижения определённых технологий. Данная игра может использоваться как инструмент для развития аналитического мышления, стимулируя игрока продумывать пути конвейеров поставки ресурсов,

строить сложные цепочки производственных зданий и манипуляторов для создания нужных предметов.

2) Minecraft – проект представляет из себя не только игру про строительство и выживание, но и полноценную платформу для реализации практически любой идеи: от постройки домов и механизмов до программирования полноценной игры внутри игры. Механика строительства в трёхмерном пространстве развивает алгоритмическое мышление пользователя. В данной игре присутствует свой собственный упрощенный язык программирования для создания уникальных вещей, механизмов и механик. Этот проект позволяет развивать базовое понимание логики работы программного кода.

Интерактивные образовательные платформы – эти платформы являются второй ступенью для развития алгоритмического мышления. Современные онлайн-ресурсы и платформы позволяют изучать алгоритмы и структуры данных с применением практических заданий. Рассмотрим несколько примеров.

1) Codewars – интерактивная платформа для обучения программированию через решение задач. Каждая задача требует от участника использования логики и знаний алгоритмов Данная платформа позволяет пользователю проверить и изменить свой подход к написанию кода, развивает способности к практическому применению кода. Ключевые особенности:

- Разнообразие языков программирования при выборе практических задач.
- Выбор подходящих уровней сложности задач.
- Сообщество и обсуждения внутри платформы.
- Рейтинг и прогресс среди участников.

2) Scratch – платформа для программирования игр и анимации. Предназначена для детей и начинающих программистов и использует блоки кода, которые можно перетаскивать и комбинировать, что упрощает процесс обучения основам программирования и мышлению. Ключевые особенности:

- Интуитивно понятный интерфейс.
- Сообщество с доступными проектами.
- Доступность для множества устройств и систем.

3) HTML Academy – платформа, ориентированная на изучение веб-разработки. Предлагает интерактивные курсы, которые позволяют пользователям учиться программированию через практические задания. Ключевые особенности:

- Практические задания с понятной идеей.
- Пошаговые инструкции с визуальной демонстрацией и интерактивностью.
- Развитие базовых профессиональных компетенций.

Перейдем к сравнению вышеупомянутых инструментов для формирования аналитического мышления. В таблице 1 приведено сравнение по ключевым особенностям, порогу входа обучения и направленности.

Таблица 1

Сравнение инструментов для формирования аналитического мышления

№	Название	Направленность	Ключевые особенности	Порог вхождения
1	Minecraft	Развитие мышления и творчества посредством строительства сложных структур	Всё игровое поле – конструктор, наличие собственного языка программирования	Низкий. Подходит для людей с пониманием управления трехмерной игрой.
2	Factorio	Формирование алгоритмического мышления с помощью создания сложных цепочек действий	Наличие сложных механизмов, мотивирует создавать сложные цепочки действий	Средний. Игра требует оперировать большим количеством цепочек игровых действий
3	Scratch	Формирует понимание алгоритмов работы блочного программирования	Интуитивно понятный интерфейс, развитое сообщество, доступность	Средний. Пользователь должен понимать принцип работы блочного программирования
4	HTML Academy	Формирование понимания алгоритма работы текстовой верстки сайтов и программного кода, работы с файлами и изучение базовых технологий создания сайтов	Интерактивное обучение, практические проекты, пошаговые инструкции, одновременное развитие профессиональных компетенций.	Выше среднего. Пользователь должен уметь писать и понимать текстовый код
5	Codewars	Развитие алгоритмического мышления посредством выполнения практических задач, проверка знаний языка и подходов	Разнообразие языков программирования, уровни сложности, сообщество и обсуждения, рейтинг и прогресс	Высокий. Изначально требует от пользователя знать синтаксис нужного языка программирования

Из приведенной таблицы можно сделать вывод, что все выбранные инструменты для развития алгоритмического мышления развивают разные качества пользователя и дополняют друг друга. Игры являются наименее сложным и непринужденным способом развития мышления, но более специализированные сервисы могут также дать практический опыт и поставить уникальные задачи перед пользователем.

Однако каждый из представленных инструментов имеет свои недостатки. Общие недостатки рассмотренных инструментов для формирования аналитического мышления можно сформулировать следующим образом:

- ограниченная интеграция междисциплинарных задач. Большинство инструментов не развивают навыки взаимодействия между различными аспектами IT-сферы;

- недостаточная обратная связь. Многие платформы не предоставляют детального анализа ошибок или рекомендаций по улучшению.

- высокая зависимость от самостоятельной работы. Для успешного использования инструментов требуется высокий уровень мотивации и самоорганизации.

Несмотря на очевидные преимущества, инструменты для формирования алгоритмического мышления и профессиональных компетенций обладают рядом ограничений. Их использование требует адаптации к уровню подготовки обучаемых, а также дополнения другими методами и подходами для обеспечения комплексной подготовки программистов. Устранение выявленных недостатков позволит значительно повысить эффективность образовательного процесса.

Нами было проведено исследование популярности использования подобных инструментов. На рисунке 1 представлен анализ посещаемости сервиса Codewars за последние три месяца, выполненный с использованием данных аналитического сайта SimilarWeb, который показывает, что сайт посещают примерно ~1.7 миллионов раз в месяц (1.7M визитов). Визитом считается вход на страницу домена Codewars.com, однако дальнейшие переходы по страницам внутри домена не учитываются как отдельные визиты. Вместе с тем, анализ трафика показывает, что один пользователь в среднем просматривает более шести страниц в пределах домена за одно посещение.

На основе полученных данных можно сделать вывод о том, что инструменты для развития алгоритмического мышления пользуются значительной популярностью и демонстрируют относительную стабильность интереса к ним. Несмотря на выбранный в качестве примера сервис с определённым порогом входа, более простые инструменты, такие как Scratch или игровые платформы, обладают значительно большей популярностью. На рисунке 1, в том числе, приведено сравнение с аналогичными сервисами, обладающими большей популярностью.

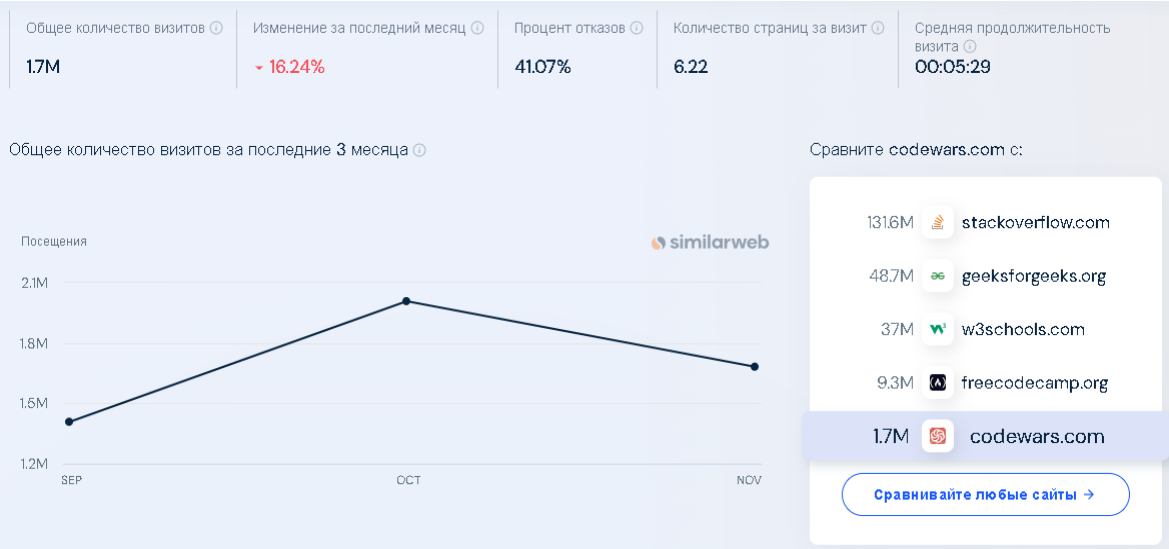


Рис. 1. Количество посещений сервиса Codewars

Для формирования профессиональных компетенций программиста также существует множество полезных инструментов. Они необходимы на протяжении всей деятельности программиста, поскольку современное программирование активно дополняется новыми технологиями и требует от человека постоянного обучения и оптимизации выполнения задач [4]. Инструменты можно разделить на следующие виды:

1) Системы контроля версий кода проекта.
2) Интегрированные среды разработки (IDE).
3) Платформы с уроками и курсами.
4) Платформы для поиска решений проблем и связи с сообществом.

Рассмотрим более подробно каждый вид инструментов.

Системы контроля версий кода проекта – это инструменты для эффективного управления кодом, взаимодействия в команде, а также для участия в OpenSourse проектах. Такие инструменты позволяют отслеживать любое изменение кода в проекте, что обеспечивает возможность развития профессиональных компетенций. Самыми популярными примерами данных инструментов можно отметить Gitlab и GitHub.

Интегрированные среды разработки (IDE) – это инструменты, которые позволяют обучаться отладке, тестированию и оптимизации разработки программных продуктов. IDE содержат в себе внутреннюю документацию для определенного языка программирования, анализируют написанный код на предмет ошибок с развернутым описанием, а также предлагают использовать готовые решения для выполнения типовых задач. Среди популярных примеров IDE можно выделить IntelliJ IDEA и Microsoft Visual Studio.

Платформы с уроками и курсами – данные инструменты используются для постоянного обновления знаний о новых языках, библиотеках и фреймворках. Среди примеров подобных сервисов можно отметить Яндекс Практикум, GeekBrains и ITVDN.

Q&A платформы – это инструменты для поиска решений проблем и связи с сообществом. Данный тип инструментов позволяет задать нужный вам вопрос по проекту и получить ответ от более опытных пользователей, что в свою очередь способствует развитию профессиональных компетенций пользователя. Самым популярным примером подобного ресурса можно назвать Stackoverflow, но на территории СНГ высокую популярность также имеет ресурс Harb.

Подводя краткие итоги можно сделать следующие выводы:

- Алгоритмическое мышление лучше всего развивать в интерактивной форме.

- Профессиональные компетенции в программировании следует развивать не в отрыве от развития аналитического мышления.

- Для максимальной скорости обучения программированию и развития личностных качеств, следует использовать несколько инструментов.

- Инструменты для развития алгоритмического мышления и профессиональных компетенций обладают высокой популярностью.

В заключение следует отметить, что развитие алгоритмического мышления и профессиональных компетенций играет ключевую роль в подготовке программистов в условиях динамичного развития технологий. Применение разнообразных инструментов способствует не только совершенствованию технических навыков и изучению конкретных языков программирования, но и формированию значимых межличностных качеств, необходимых для профессиональной деятельности. Особое значение имеет дальнейшее изучение существующих образовательных подходов и разработка новых методов, направленных на подготовку будущих специалистов в сфере программирования.

Литература

1. Виштак О.В., Токарев А.Н. Межпредметная интеграция при изучении специальных дисциплин подготовки бакалавров в области IT-технологий. - Научно-методический электронный журнал Концепт. - 2014. - № Т20. С. - 4836-4840.

2. Виштак О.В., Кулагин М.А., Михеев И.В. Подготовка к профессии программиста как синтез искусства и науки. // Материалы научной конференции с международным участием. Неделя науки СПбПУ. - 2016.- С. 16-18.

3. Курчатова, Н.Ю. Геймификация в образовании. // Сборник научных трудов Шестнадцатой Международной заочной научно-методической конференции «Инновации и рискологическая компетентность педагога». - Саратов. - 2020. - С. 22–27.

4. Сергеева Л.А., Бирючинская А.С., Зыбарева Я.А. Развитие алгоритмического мышления и активной познавательной деятельности при обучении программированию. // Материалы региональной научно-практической конференции «Тогу-старт: фундаментальные и прикладные исследования молодых». - Хабаровск. - 2022. - С. 377–382.

5. Виштак Н.М., Михеев И.В. Особенности обучения программированию в высшей школе. /В книге: Будущее атомной энергетики - AtomFuture 2019. Тезисы докладов XV Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 132-134.

6. Компетенции современного программиста под другим углом. Habr [Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/articles/451482/ (дата обращения: 20.12.2024)

7. Труфанов А.В., Виштак О.В. Компетенции IT-специалистов. //В сборнике Материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: «Наука и творчество: вклад молодежи». - Махачкала. - 2021. - С. 39-44.

УДК 004.5

Разработка приложения для проведения корреляционного и регрессионного анализа данных

Наранович Оксана Ивановна, кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Информационные технологии
и физико-математические дисциплины»;
Веракса Эдуард Александрович, студент специальности
«Информационные системы и технологии»
Барановичский государственный университет, г. Барановичи, Беларусь

Статья посвящена представлению автоматизированной системы, позволяющей проводить корреляционный и регрессионный анализ данных

Во многих сферах, от экономики и медицины до маркетинга и технических исследований, возникает потребность в анализе взаимосвязей между факторами и их прогнозировании на основе эмпирических данных. Однако выявление этих

зависимостей осложняется шумом, пропусками и противоречиями в реальных данных, что затрудняет ручной анализ и объективную оценку. Корреляционный и регрессионный анализ предоставляют эффективные математические инструменты для количественной оценки и моделирования зависимостей, но их использование требует времени, знаний и специализированных решений, особенно при работе с большими объемами данных или регулярными обновлениями.

Целью данной работы является разработка приложения, предназначенного для построения моделей, описывающих зависимость одной переменной Y от множества переменных X на основе корреляционного и регрессионного анализа.

При разработке приложения ставились задачи по созданию программного продукта, позволяющего пользователю проводить многофакторный анализ данных с возможностью вычисления коэффициентов корреляции, построения ряда моделей с дальнейшим анализом на основе коэффициента детерминации и F-критерия Фишера. В результате, пользователь должен получить готовые математические модели с анализом их качества.

Регрессионный анализ очень тесно связан с корреляционным анализом. В корреляционном анализе исследуется направление и теснота связи между количественными переменными. В регрессионном анализе исследуется форма зависимости между количественными переменными. После доказательства наличия взаимосвязи методом корреляционного анализа можно построить форму этой связи с помощью регрессионного анализа [1].

При проектировании приложения были использованы следующие средства разработки:

- интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio 2022;
- язык программирования C#;
- расширяемый язык разметки XAML.

Для построения моделей использовался метод наименьших квадратов, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений между исходными данными и аппроксимирующей функцией, наиболее близкой к этим данным [2].

На рис. 1 представлено главное окно приложения, которое позволяет вводить данные с использованием клавиатуры, либо загружать их из .csv файла для дальнейшего анализа. Данное окно предоставляет возможность выбирать вид математической модели для построения (линейная, гиперболическая, полиномиальная, логарифмическая или степенная), а также проведение корреляционного анализа с установлением границы коэффициента корреляции при котором необходимо

исключать фактор через кнопку «Параметры анализа». Кнопка «Построить модели» запускает процесс расчетов, после которого спроектированные модели будут отображаться на панели «Навигация». Также реализована возможность сохранения и загрузки результатов предыдущих расчетов.

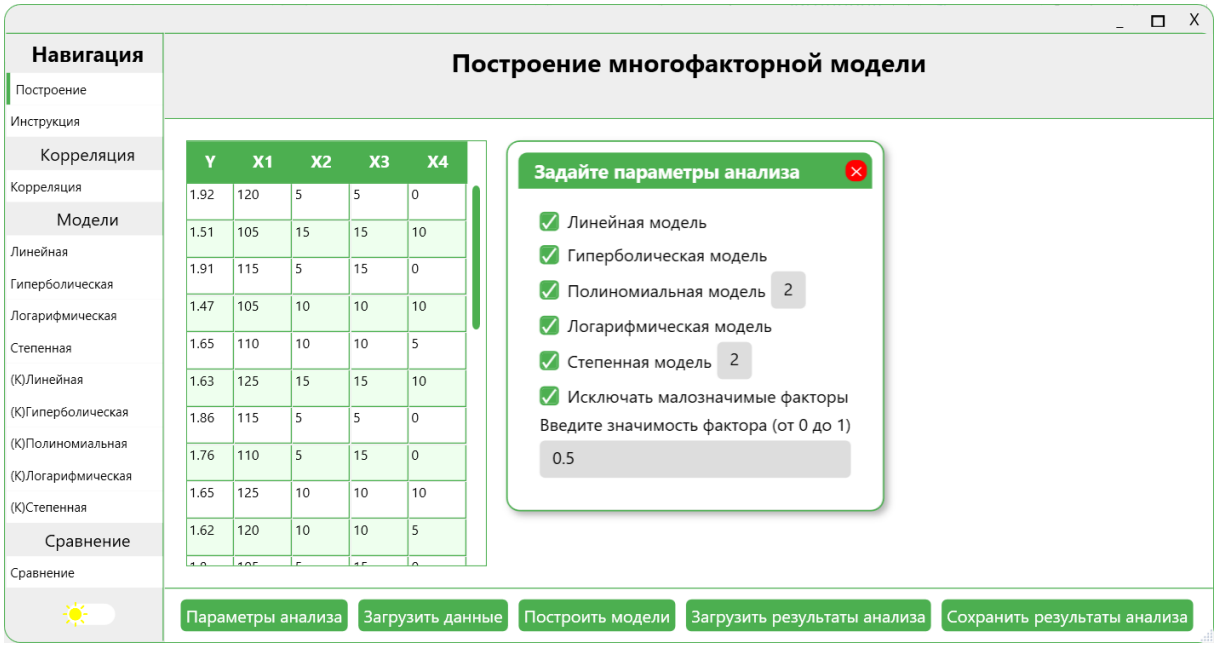


Рис. 1. Основное окно приложения

Окно «Корреляция» выводит информацию о коэффициентах корреляции между переменными в виде матрицы корреляции с возможностью отображения факторов, оказывающих наибольшее и наименьшее влияние на зависимую переменную, а также возможность выводить графическую информацию о зависимости выбранной переменной от всех остальных.

Окна в группе «Модели» показывают информацию о построенных моделях, а именно математическую модель, коэффициент детерминации, рассчитанный и табличный критерии Фишера, таблицу остатков. Данные окна также позволяют выводить информацию о наилучших предсказаниях, количество которых определяет пользователь, а также график зависимости реальных и предсказанных значений по номеру выборки.

Окно «Сравнение» выводит информацию обо всех моделях в виде таблицы с возможностью отображения удовлетворительных моделей по критерию Фишера и коэффициенту детерминации, а также сортировке по среднеквадратичной ошибке, что позволяет находить наилучшую модель.

Разработанная автоматизированная система тестировалась на основе выборки, описывающей влияние четырех технологических параметров на уровни значений двух основных показателей качества (предел прочности при растяжении, твердости по

Шору) новых составов наполненных полимеров на основе силиконового каучука типа СКТН А с порошковым гидроксидом алюминия и кварцем марки Б [3].

В процессе исследования анализировалась зависимость приведенных выше параметров от следующих факторов:

– температура прокаливания порошка наполнителя;

– время размола в мельнице при МХО;

– время смешивания и выдержки компонентов;

– процент видимой присадки (ПМС-50).

При проведении анализа для предела прочности при растяжении наилучшей из построенных моделей является логарифмическая, что можно наблюдать на рис. 2, т. к. она имеет наименьшую среднеквадратичную ошибку. При этом все модели являются удовлетворительными по коэффициенту детерминации и критерию Фишера.

Сравнение

Модель	Критерий Фишера	Табличный Критерий Фишера	Коэффициент детерминации	Среднеквадратичная ошибка
Логарифмическая	69.61762618265521	2.866081402016026	0.9329917037596374	0.0015870352094841415
(К)Логарифмическая	152.43010401020794	3.4433567793667224	0.9326929388767143	0.0015941112047736738
Линейная	48.58859873533797	2.866081402016026	0.9066965713230556	0.0022098133333333376
Гиперболическая	47.66763227729441	2.866081402016026	0.9050650317129302	0.0022484549785058957
(К)Линейная	99.43719479110123	3.4433567793667224	0.9003958764000917	0.0023590399999999993
Степенная	25.79920461910779	2.866081402016026	0.8376581453373635	0.0038449304605266406
(К)Степенная	43.997822704528836	3.4433567793667224	0.7999920822484815	0.004737019525293825
(К)Гиперболическая	16.13862663447875	3.4433567793667224	0.5946736676046512	0.009599813708664622

Отобразить удовлетворительные модели

Рис. 2. Сравнение полученных моделей

Наилучшая из полученных моделей представлена на рис. 3, где можно наблюдать итоговую формулу и оценку модели по критерию Фишера и коэффициенту детерминации, по которым можно судить о рациональности использования полученной модели на практике.

(K)Логарифмическая

$$Y = -2,899 + 1,003 * ln(X1) - 0,129 * ln(X4)$$

Оценка модели:

Критерий Фишера = 152.43010401020794

Табличный критерий Фишера = 3.4433567793667224

Полученное значение критерия Фишера больше табличного

Коэффициент детерминации (R^2) = 0.9326929388767143

Полученное значение коэффициента детерминации больше чем 0.8

Среднеквадратичная ошибка = 0.0015941112047736738

Таблица остатков:

Отобразить наилучшие предсказания 3 (количество) Отобразить

График значений зависимой переменной

Страница: 1 Предыдущая Следующая

№	Оригинальное значение	Предсказание	Остатки	Погрешность
1	1.92	1.9035995643303911	0.016400435669608804	0.86
2	1.51	1.4704248416300798	0.039575158369920205	2.69
3	1.91	1.85847333712307	0.051526662876929974	2.77
4	1.47	1.4713279425422643	-0.0013279425422643154	0.09
5	1.65	1.6073307559760668	0.04266924402393313	2.65
6	1.63	1.645268400028213	-0.015268400028213058	0.93
7	1.86	1.8609202992418634	-0.0009202992418633205	0.05
8	1.76	1.8138966043607763	-0.05389660436077626	2.97
9	1.65	1.6461715009403974	0.003828499059602475	0.23
10	1.62	1.6945867538268882	-0.07458675382688806	4.4
11	1.8	1.7672458039172634	0.032754196082736664	1.85
12	1.62	1.6052347408365986	0.014765259163401545	0.92

Рис. 3. Логарифмическая модель

Можно заметить, что в процессе проведения корреляционного анализа и недопущения мультиколлинеарности были исключены факторы X_2 и X_3. Сравнение полученной логарифмической модели и линейной, представленной выражением [3]:

$$Y = 0.842 + 0.009X_1 - 0.029X_4 \#(1)$$

показывает, что линейная модель дает среднюю погрешность в 2.15%, в то время как логарифмическая - 1.88%. Также логарифмическая модель имеет меньшую среднеквадратичную ошибку (0.0016 против 0.0022).

Проведя аналогичные расчеты для выявления зависимости между фактором Y_2 и факторами X наилучшей моделью является линейная со средней погрешностью равной 3.61% и среднеквадратичной ошибкой 7.439, что совпадает с результатами, полученными в статье [3].

Таким образом, при использовании программы удалось улучшить модель предсказания среднего предела прочности при растяжении от влияющих факторов на основе приведенной выборки, уменьшив среднюю погрешность с 2.15% до 1.88%, в то время как модель для предсказания средней твердости по Шару уже являлась оптимальной и имела наименьшую погрешность из всех.

В результате проведенного исследования было разработано приложение, предназначенное для анализа данных с возможностью построения нескольких математических моделей и вывода информации об их качестве. Таким образом, созданное приложение может стать полезным инструментом для специалистов, занимающихся анализом данных, а также использоваться в учебном процессе.

Литература

1. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]. — URL: https://studopedia.info/5-60999.html (дата обращения: 12.10.2024).

2. Особенности использования метода наименьших квадратов в статистических задачах [Электронный ресурс]. — URL: https://libeldoc.bsuir.by/bitstream/123456789/51960/1/Legeida_Osobennosti.pdf (дата обращения: 12.12.2024).

3. Применение регрессионного анализа для исследования влияния технологических параметров на показатели качества наполненных полимеров [Электронный ресурс]. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-regressionnogo-analiza-dlya-issledovaniya-vliyaniya-tehnologicheskih-parametrov-na-pokazateli-kachestva-napolnennyh (дата обращения: 12.12.2024).

УДК 004.9

Проектирование и прототипирование десктопного приложения

Подошвин Владислав Сергеевич, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Очкур Галина Викторовна, кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Статья посвящена разработке приложения для отслеживания прогресса чтения и организации личной электронной библиотеки. Проведено проектирование программного приложения, рассмотрен процесс прототипирования графического интерфейса приложения.

Несмотря на активное развитие технологий и новых форматов медиа, книги всё ещё остаются крайне популярными. Их читают и в развлекательных целях, и для обучения. Отслеживание прогресса, систематизация прочтённого материала и анализ информации при помощи заметок позволяют значительно повысить качество чтения [1,2 и др.].

Большой популярностью в настоящее время пользуются программные приложения-книжные трекеры, основными возможностями которых являются:

– добавление книг в библиотеку как вручную, так и при помощи поиска в библиотеках по ISBN-коду;

– отображение прогресса чтения. Отслеживание прогресса увеличивает мотивацию пользователя;

– возможность ведения заметок. Ведение заметок позволяет лучше усваивать прочитанное и возвращаться к важным моментам;

– гибкая настройка внешнего вида приложения. Настройка внешнего вида значительно повышает вовлечённость многих пользователей, что улучшает пользовательский опыт.

Для проектирования интерфейса часто используются диаграммы «потока пользователя» (user flow). User flow представляет разветвлённый и наглядный сценарий взаимодействия пользователя с приложением. Эти диаграммы описывают точки входа, переходы и страницы, необходимые для достижения цели пользователя [1]. Такие схемы строятся на основе пользовательских историй. То есть, это не решение задачи «в вакууме», а попытка взглянуть на то, как будет вести себя пользователь в реальных условиях. Именно взгляд со стороны пользователя, а не дизайнера, является ключевым преимуществом данного метода проектирования интерфейса. Необходимо составить порядок действий так, чтобы он был интуитивно понятным и, при этом, имел минимальное количество переходов.

User flow не имеет какой-либо стандартизированной нотации, но обычно используют фигуры из классических блок-схем: круги для начала и конца, ромб для решения, стрелки для связей, прямоугольник для действия и параллелограмм для ввода.

Диаграмма интерфейса в общем виде представлена на рисунке 1.

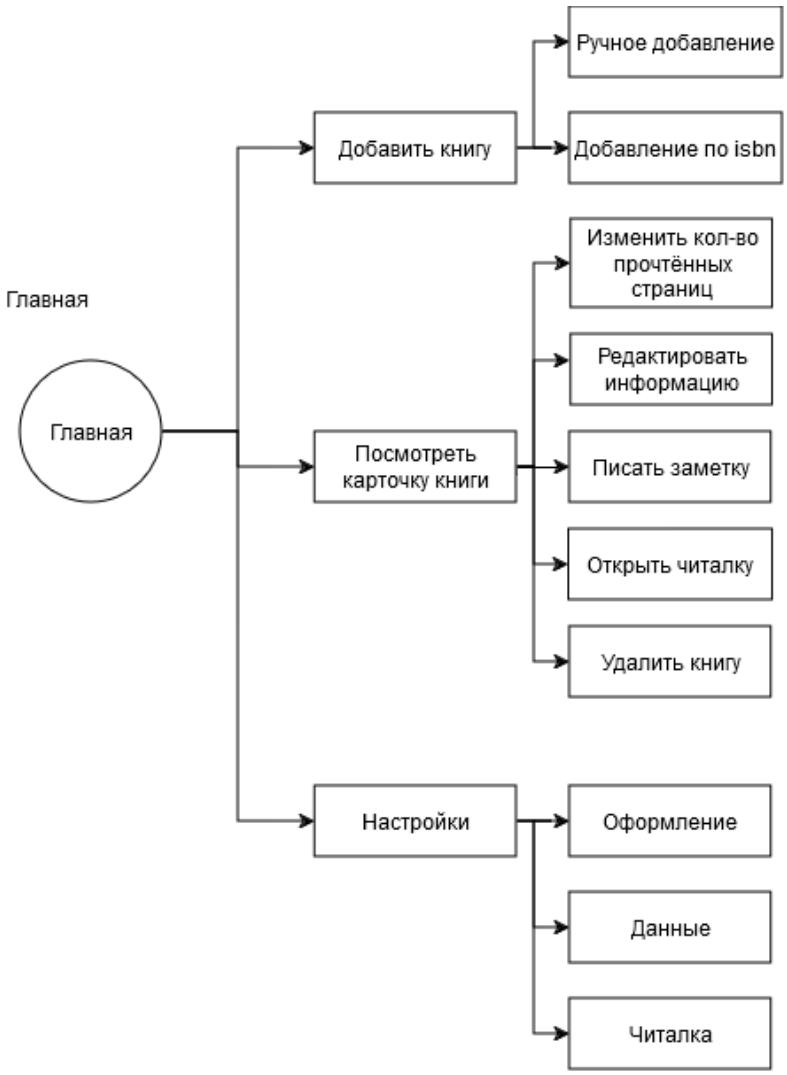


Рис. 1. Диаграмма интерфейса

Далее проводится детализация при помощи метода user flow. Было предложено пять возможных задач пользователя в рамках использования программы:

1. Добавить книгу в библиотеку;
2. Прочитать добавленную книгу;
3. Настроить определенную опцию;
4. Написать заметку к книге;
5. Посмотреть прогресс чтения книги.

Диаграммы, описывающие процессы выполнения данных задач представлены на рисунке 2.

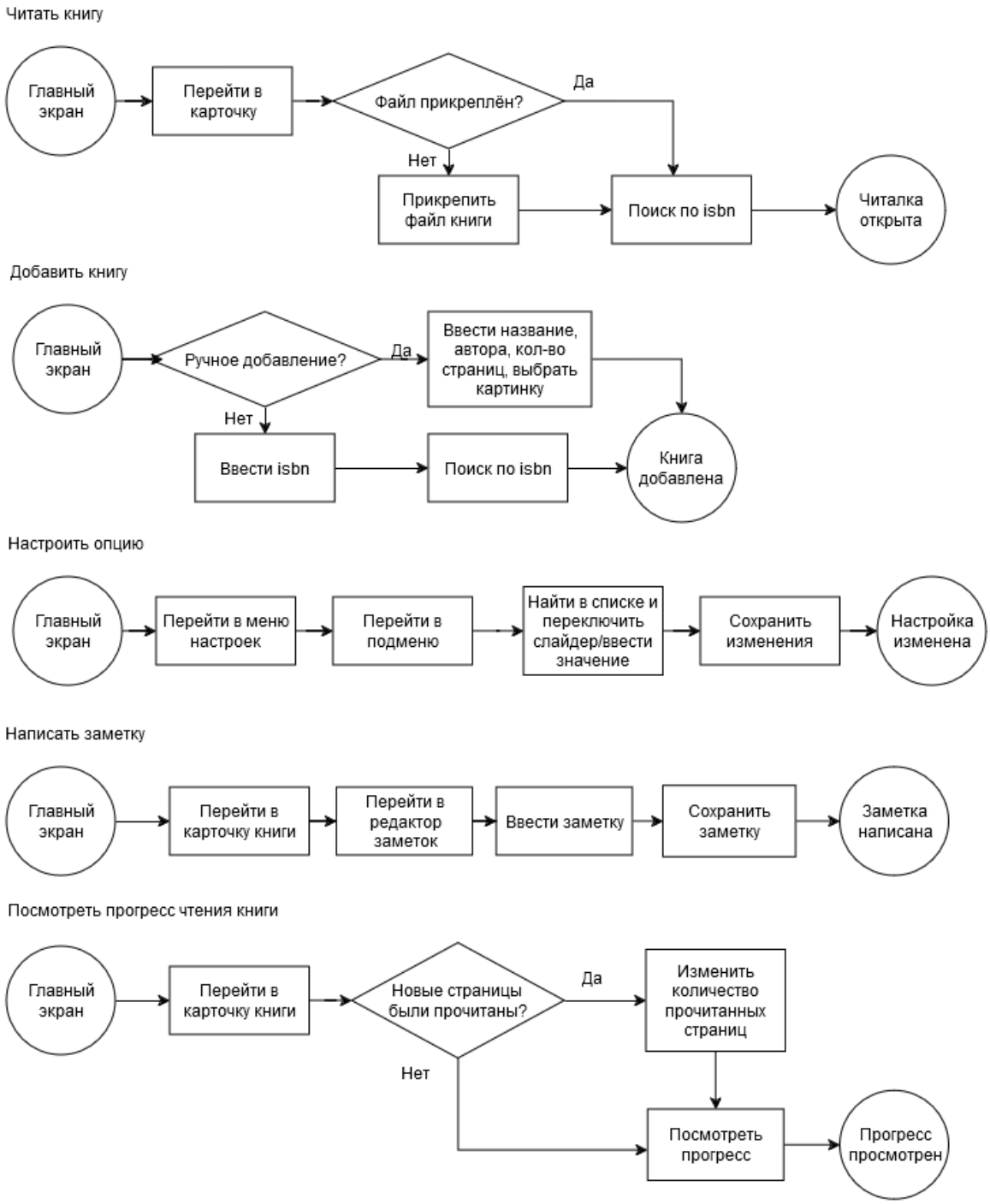


Рис. 2. User flow диаграммы

После создания диаграмм, создается интерактивный прототип. Прототипы могут иметь разную степень детализации во время создания, но в итоге они крайне похожи на то, как будет выглядеть итоговый продукт. Они позволяют значительно уменьшить затраты на разработку благодаря тому, что интерфейс может изначально плохо соотноситься с требованиями пользователей и потребует значительных изменений [3]. Прототип же создаётся значительно быстрее, но визуально может полностью совпадать с итоговым вариантом, что позволяет проводить анализ и доработку интерфейса при

помощи тестовых групп и, при необходимости, быстро доработать или изменить его. Другая польза прототипов заключается в том, что заказчики могут не иметь чёткого представления об интерфейсе, и, благодаря прототипу, предоставить обратную связь о том, какой интерфейс им необходим.

Прототип интерфейса книжного трекера разработан при помощи веб-приложения Figma, являющегося де-факто стандартом в данной области. Были созданы прототипы для главной страницы, страницы настроек, добавления книги и страницы карточки книги. Возможности веб-приложения позволяют добавлять элементам интерактивность, что позволяет продемонстрировать на прототипе переходы между страницами при помощи кнопок и визуальную реакцию объектов на наведение и нажатие на них. На рисунке 3 представлен внешний вид главной страницы, заполненной карточками с книгами.

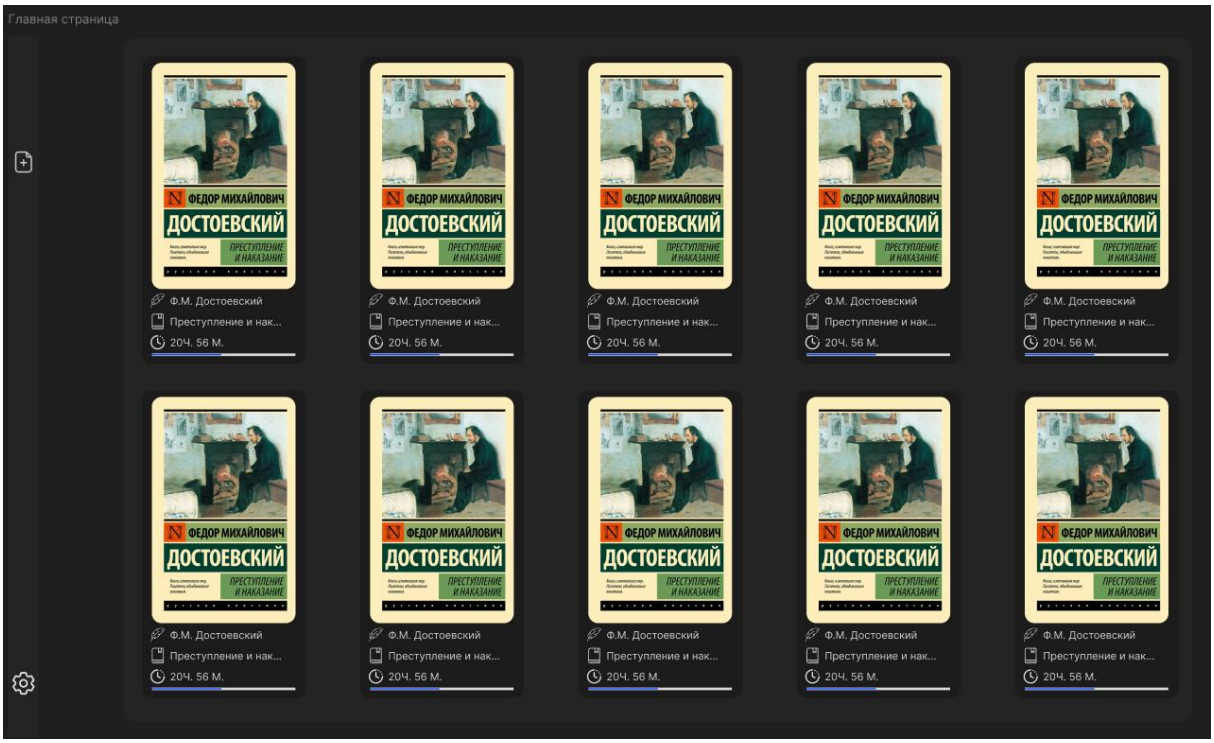


Рис. 3. Главная страница веб-приложения

Зачастую процесс прототипирования носит итеративный характер и не останавливается вплоть до окончания разработки приложения, поскольку всегда есть возможности для улучшения интерфейса, появления новой функциональности.

Таким образом, в статье приведены результаты проектирования и прототипирования интерфейса десктопного приложения. Завершение этого этапа позволит перейти непосредственно к разработке приложения.

Литература

1. Что такое User Flow и как его создать. — Текст: электронный // Яндекс.Практикум: [сайт]. — 2023. — URL: https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-user-flow-i-zachem-ego-razrabatyvat/ (дата обращения: 22.12.2024).

2. Генералов М.В., Виштак О.В. Особенности разработки конструктора буктрейлеров для центра дополнительного образования. //В сборнике Международной научно-практической конференции: Web-технологии в реализации удалённого формата образования. Научный редактор С.В. Миронова, отв. редактор С.В. Напалков. – Арзамас, - 2021. - С. 366-371.

3. Разбор UI/UX на примере прототипа в Figma и основные принципы. — Текст: электронный // Хабр: [сайт]. — 2020. — URL: https://habr.com/ru/articles/508028/ (дата обращения: 22.12.2024).

УДК 004.77

Роль сетевых технологий в развитии умного дома

Угольникова Екатерина Дмитриевна,
студент направления «Управление качеством»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.», г. Саратов

В статье рассматривается роль сетевых технологий в развитии концепции умного дома, который представляет собой интегрированную систему автоматизации для повышения комфорта, безопасности и энергоэффективности жилья. Освещены ключевые сетевые технологии, такие как Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, Bluetooth, а также новые разработки, включая 5G и протоколы IoT. В работе также уделяется внимание необходимости применения сетевых технологий в системе умного дома, а также их недостаткам и рискам их использования. Кроме того, исследуется будущее технологий в умных домах, включая возможности, которые откроются с развитием новых стандартов, протоколов и т.д.

Современные технологии стремительно меняют нашу повседневную жизнь, и одной из наиболее заметных инноваций является концепция умного дома. Этот термин обозначает систему автоматизации, в которой различные устройства работают согласованно для повышения комфорта, безопасности и энергоэффективности жилья. Основой работы умного дома являются сетевые технологии, обеспечивающие взаимодействие между устройствами, их подключение к интернету и возможность

удалённого управления посредством веб-сервера.

Умный дом становится реальностью благодаря сетевой интеграции таких устройств, как термостаты, камеры видеонаблюдения, умные колонки, бытовая техника и системы освещения. Все они работают через сеть, объединяясь в единую экосистему на основе беспроводной связи [1,2].

Многие устройства для умного дома используют облачные технологии для хранения данных и обеспечения удаленного доступа. Это позволяет пользователям управлять своим домом из любой точки мира с помощью мобильных приложений. Например, вы можете проверить, выключен ли свет, или отрегулировать температуру в доме перед возвращением.

Облако также играет важную роль в аналитике и автоматизации. Интеллектуальные термостаты, такие как Nest, анализируют данные о вашем поведении и предлагают оптимальные настройки для экономии энергии.

Хабы и контроллеры в «умных домах» – это устройства, которые управляют всеми подключенными элементами системы. Хаб действует как центральный узел, соединяющий устройства "умного дома" (например, лампы, термостаты, камеры) в единую сеть и обеспечивающий их взаимодействие. Контроллеры выполняют аналогичную функцию, но могут быть более специализированными и адаптированными для управления определенными группами устройств. Хабы и контроллеры могут работать с различными протоколами, такими как Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, и позволяют управлять домом с помощью мобильных приложений или голосовых команд [3-5].

Одной из ключевых характеристик сетевых технологий для умных домов является их способность обеспечивать удаленный доступ. Пользователь может управлять своим домом с помощью смартфона или планшета из любой точки мира. Например, вы можете включить свет перед возвращением домой или проверить, выключена ли плита. Такие возможности стали реальными благодаря облачным технологиям, которые позволяют подключать устройства к серверу через Интернет. Этот процесс делает управление удобным, но также поднимает вопросы безопасности, поскольку каждое подключенное устройство может стать уязвимым для кибератак.

Сетевые технологии являются основой «умных домов», поскольку они обеспечивают связь, взаимодействие и контроль над несколькими устройствами, создавая интегрированную экосистему. В современных умных домах различные устройства, от ламп и термостатов до систем безопасности и видеонаблюдения, работают в единой сети, и именно сетевые технологии обеспечивают их эффективное

взаимодействие.

Умные дома требуют не только контроля и автоматизации, но и защиты от внешних угроз. Сетевые технологии обеспечивают безопасный обмен данными между устройствами и извне через Интернет. Протоколы безопасности, такие как WPA2 для Wi-Fi или облачное шифрование данных, защищают устройства от взлома и утечки информации. Камеры видеонаблюдения, системы сигнализации и интеллектуальные замки должны быть защищены от внешних атак, чтобы предотвратить вторжение или удаленный доступ к персональным данным. Благодаря высокому уровню безопасности сетевых технологий умный дом может быть не только удобным, но и защищенным от угроз [7].

С развитием технологий появляются новые стандарты, такие как Matter, которые обеспечивают совместимость между различными устройствами и экосистемами. Это упрощает настройку и интеграцию устройств, позволяя вам использовать оборудование разных производителей в одном доме. Сетевые технологии, такие как Zigbee, Thread и Wi-Fi, обеспечивают основу для этих стандартов, упрощая подключение "умного дома" и управление им, независимо от производителя устройства [8, 10].

Сетевые технологии являются основой «умных домов», поскольку они обеспечивают связь, взаимодействие и контроль над несколькими устройствами, создавая интегрированную экосистему. В современных умных домах различные устройства, от ламп и термостатов до систем безопасности и видеонаблюдения, работают в единой сети, и именно сетевые технологии обеспечивают их эффективное взаимодействие.

Разработана система управления освещением и дверями на основе программируемого логического контроллера Siemens 1200 (рис. 1) в пакете TIA Portal [6].

Данная схема реализует такую систему: когда свет включен (KT) и дверь закрывается на ключ (OT), то включается процесс выключения света в доме (Wout), также свет будет выключен, если нажать на специальную кнопку (D). Если свет выключен, а дверь открывается, то свет будет включен (A), также свет включается при нажатии на кнопку (O).

Помимо этого, в схеме предусмотрена функция включения музыки во всем доме (V) при активации колонки в любой из комнат (K, W, B).

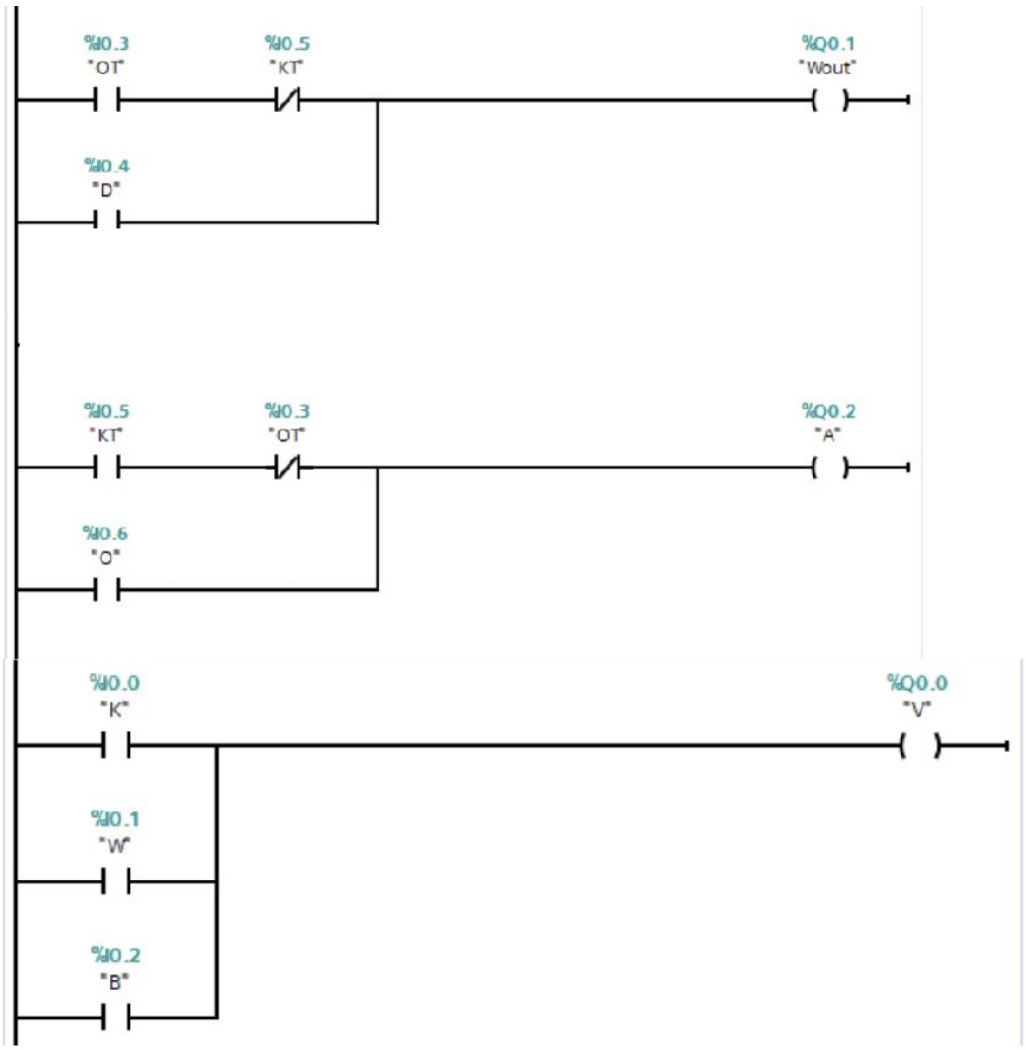


Рис. 1. Схема микроконтроллера

Для моделирования сетевой инфраструктуры применялся Cisco Packet Tracer, используя библиотеки «End Devices» и «Home»: лампа, умные двери, домашний динамик.

Идея проекта основана на принципе того, что данные со всех датчиков и приборов будут поступать в шлюз управления, а от него дальше сигнал будет поступать хозяину дома в облачный сервис, а также некоторыми из устройств хозяин может управлять с помощью смартфона (рис. 2). В результате чего появляется возможность удаленного управления и отслеживания состояния домашних приборов и датчиков. Важным аспектом является безопасность данной системы и повышенная отказоустойчивость.

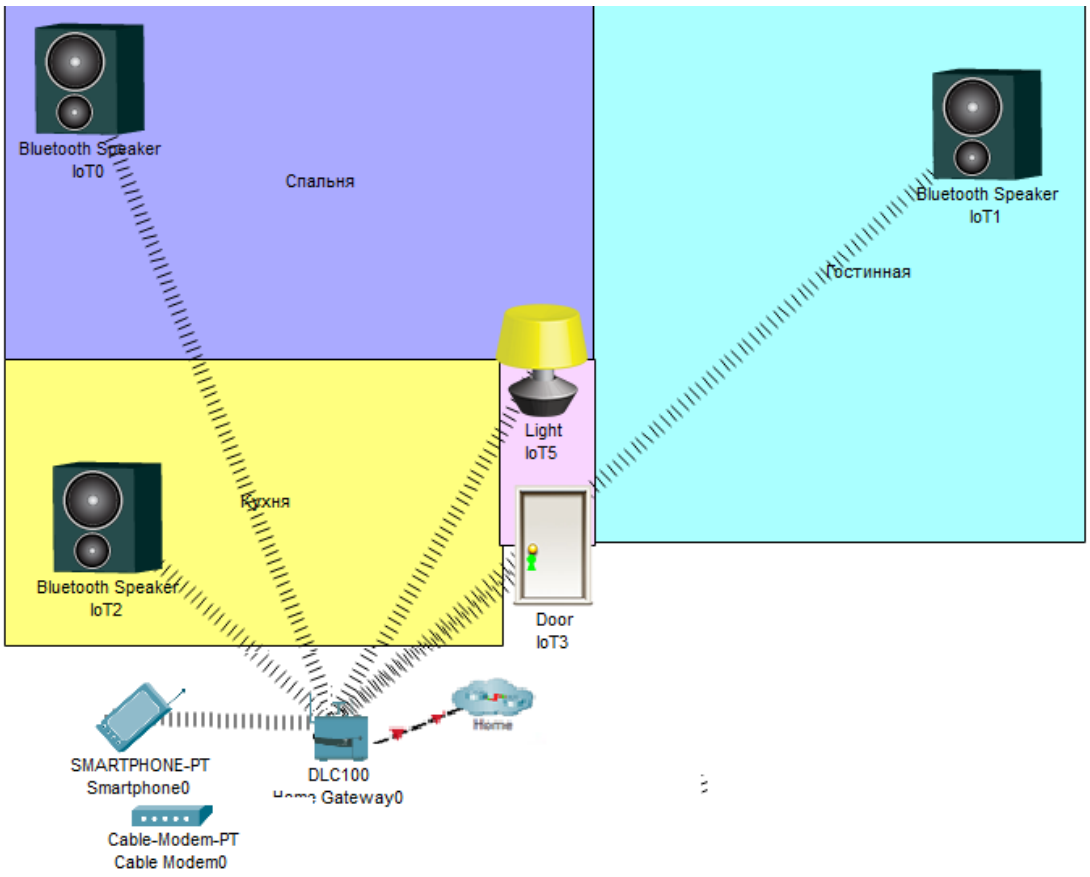


Рис. 2. Схема Cisco Packet Tracer

В систему вшит микроконтроллер Siemens, запрограммированный нами ранее, для управления компонентами системы умного дома. Однако без использования сетевых технологий, в частности таких, как беспроводная сеть, связь через хаб и роутеры и многое другое, нельзя было обеспечить связь между устройствами. Следовательно, без использования сетевых технологий даже само устройство невозможно, либо крайне затруднительно. В этом и состоит их главная роль в развитии и проектировке умного дома.

Исходя из всего вышесказанного нами, можно сделать вывод, что сетевые технологии служат основой для функционирования «умных домов», обеспечивая бесперебойную работу устройств, взаимодействие и удаленное управление. Развитие этих технологий повышает комфорт, безопасность и энергоэффективность жилых помещений. Однако для обеспечения оптимальной производительности систем «умного дома» крайне важно решить проблемы, связанные с безопасностью, надежностью сетевых подключений и совместимостью устройств разных производителей. Будущее «умных» домов тесно связано с расширением интеграции технологий, разработкой стандартизированных протоколов и совершенствованием беспроводных сетей. Эти достижения откроют новые возможности для автоматизации

и управления современными жилищными экосистемами, прокладывая путь к более разумной, эффективной и удобной для пользователя среде обитания. Поскольку эти технологии продолжают развиваться, они значительно улучшат качество жизни домовладельцев.

Литература

1. Акимова, В. В. Моделирование инфраструктуры умного дома / В. В. Акимова, М. Н. Тимофеев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Балаково, 16 декабря 2021 года. Том 1. – Балаково: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2022. – С. 190-195.

2. Мурылев, А. К. Моделирование телекоммуникационной инфраструктуры умного дома / А. К. Мурылев, К. О. Кайбалиева, М. Н. Тимофеев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов III Международной Научно-практической конференции, Балаково, 23 декабря 2020 года. Том I. – Балаково: Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2021. – С. 112-117.

3. Елкина, Ю. С. Перспектива развития локальных сетей в 21 веке / Ю. С. Елкина, М. Н. Тимофеев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Балаково, 16 декабря 2021 года. Том 1. – Балаково: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2022. – С. 226-230.

4. Хмара, П. В. Построение ячеистых сетей на основе протокола Bluetooth / П. В. Хмара, М. Н. Тимофеев, Д. Т. Агабегов // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Балаково, 16 декабря 2021 года. Том 1. – Балаково: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2022. – С. 343-346.

5. Мельников, Н. С. Разработка веб-приложения «Сервисный центр» для образовательных учреждений / Н. С. Мельников, М. Н. Тимофеев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Балаково, 16 декабря 2021 года. Том 1. – Балаково: Национальный исследовательский ядерный университет

"МИФИ", 2022. – С. 274-278.

6. Гущеваров, М. В. Проектирование и моделирование умного дома на базе контроллера SIEMENS LOGO / М. В. Гущеваров, М. Н. Тимофеев // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Балаково, 16 декабря 2021 года. Том 1. – Балаково: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2022. – С. 218-221.

7. MrUSmith . Как работает умный дом и интернет вещей? Wi-Fi, Bluetooth, Matter и Thread / М. Смит // DNS Club. – 2024. – URL: https://club.dns-shop.ru/blog/t-326-internet/117641-kak-rabotaet-umnyii-dom-i-internet-veschei-wi-fi-bluetooth-matte/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 22.12.2024).

8. Демьяненко, А. И., Жакашева, А. Д. Общие вопросы выбора и применения протоколов связи системы «Умный дом» / А. И. Демьяненко, А. Д. Жакашева // Молодой ученый. – 2020. – № 18 (308). – С. 19-21.Парыгин, М. Р. Технология «Умный дом» и перспективы ее развития в России / М. Р. Парыгин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 31 (217). — С. 61-63.

9. ImMaksims. Wi-Fi, Bluetooth, Z-Wave или ZigBee: какой протокол умного дома выбрать / ImMaksims. – 2023. – URL: https://www.ixbt.com/live/chome/wi-fi-bluetooth-z-wave-ili-zigbee-kakoy-protokol-umnogo-doma-vybrat.html (дата обращения: 22.12.2024).

УДК 371.3:007.1:004.42

Разработка электронного тренажёра по 3D-моделированию для детей в центрах дополнительного образования

Фролова Валерия Витальевна, студент специальности
«Информатика и вычислительная техника»
Горбунова Екатерина Андреевна, старший преподаватель
кафедры информационных технологий
Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Димитровград

В данной статье описана разработка электронного тренажёра в виде программы по 3D-моделированию для обучения детей. Программа по 3D-моделированию включает в себя как теоретические знания, так и практические тесты, позволяющие учащимся закрепить основы трёхмерного моделирования в интерактивной форме. Также исследуются методы введения элементов искусственного интеллекта в процесс обучения, что позволяет адаптировать учебный материал к индивидуальным потребностям каждого ребенка и повышает общий уровень вовлеченности. Тренажёр способствует не только повышению интереса к 3D-моделированию, но и улучшению пространственного мышления среди юных пользователей.

Эпоха информационных технологий отличается активным поиском и получением информации через процесс цифровизации. Взаимодействие между человеком и электронными устройствами становится основополагающим элементом общественной жизни. Это создает необходимость разработки новых программных продуктов для различных отраслей, включая технические и образовательные. В последнее время возрастает потребность в интеграции электронных программ в образовательный процесс. Например, чтобы избежать очередей в школьной библиотеке, многие дети предпочитают искать информацию в интернете, а это занимает неопределённое количество времени.

Область трёхмерного моделирования требует тщательной подготовки к изучению и работы в ней [1]. Обучающийся должен иметь пространственное мышление, чтобы уметь правильно проектировать различные детали. Электронный вид такой программы будет полезен для дополнительного образования детей. Разработка электронного тренажёра направлена на использование программы в образовании с целью краткого введения в обучение по «3D-моделированию».

Существует большое количество учебников и электронных пособий, которые можно найти в сети. Главной задачей является разработка программы, которая включает в себя теоретические аспекты в виде учебного пособия (pdf-файл в программе) и закрепляющие знания (тестирование). Преимуществом программы является работа в автономном режиме без использования сети. При разработке программного продукта учитываются все важные аспекты его создания. К ним относятся:

- дружественный и интуитивно понятный интерфейс;
- функциональность, которая доступна пользователям;
- использование яркой и привлекательной цветовой гаммы;
- обязательное наличие справочной информации для пользователей.

Вышеперечисленные элементы важны для создания удобной образовательной программы для детей по 3D-моделированию. Стоит учитывать, что существует

адаптация под разные устройства, включая мобильные телефоны и планшеты, обеспечивает доступность программного продукта для широкой аудитории, что существенно увеличивает его востребованность и эффективность в образовательном процессе.

Входными данными электронного тренажёра являются: выбор функции пользователя и ответа в блоке тестирования, а выходными – отклик программы и отображения результата прохождения тестирования. Для реализации электронного тренажёра был выбран язык программирования – «C#» [2].

Язык программирования C# – это объектно-ориентированный язык программирования от компании Microsoft. Он создан под платформу «Windows» и является универсальным языком, на котором пишут игры, десктопные приложения, веб-сервисы и нейросети [2].

Главный интерфейс программы представлен на рис. 1.

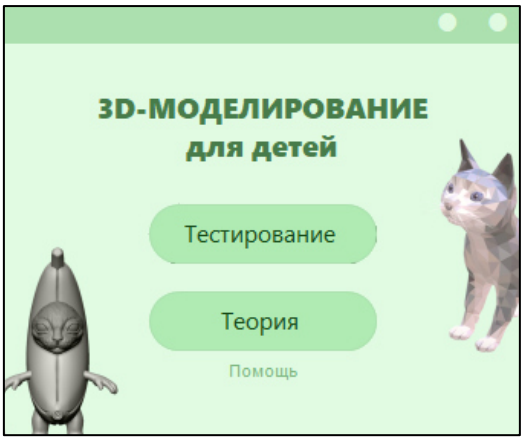


Рис. 1. Главная форма программы

На главной форме расположены функциональные кнопки: «Тестирование», «Теория», «Помощь» [3].

После нажатия по кнопке «Теория» открывается диалоговое окно, представленное на рис. 2.

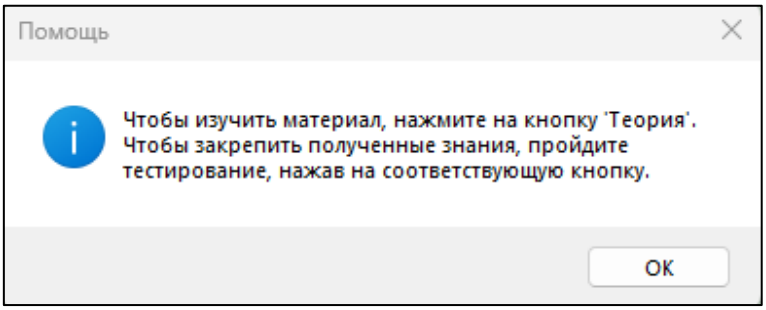


Рис. 2. Окно помощи

Если пользователь выбирает функцию «Теория», открывается файл «pdf»-формата с электронным учебником по моделированию. При нажатии на «Тестирование» открывается форма с тестовыми вопросами, после прохождения которых представляется форма с результатом. Интерфейс тестирования представлен на рис. 3.

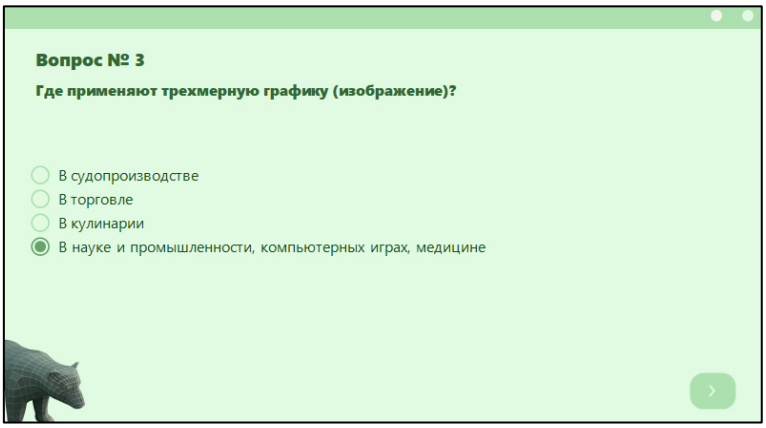


Рис. 3. Тестирование

На форме тестирования расположены вопросы и варианты ответов для выбора правильного. Тестовые вопросы разработаны на основе теоретических материалов, и рекомендацией для их выполнения является: изучение pdf-файла.

Перспективы развития электронного тренажёра по «3D-моделированию для детей» включают список важных направлений, которые могут значительно улучшить качество обучения и повысить его доступность для пользователей. Например:

– интерактивные технологии (внедрение виртуальной и дополненной реальности, которая позволит создать много учебных сред для взаимодействия с моделями в трёхмерном пространстве);

– адаптивное обучение (разработка систем адаптивного обучения, которые подстраиваются под уровень знаний пользователя);

– геймификация (внедрение элементов игрового дизайна и функционала, которые помогут повысить мотивацию и заинтересованность в образовательном процессе игрового формата);

– обратная связь и анализ данных (разработка систем, которые будут собирать данные о прогрессе прохождения тестирования пользователей и предоставлять обратную связь об их успехах, помогая выявить недостающие детали и доработки).

Разработка электронного тренажёра по 3D-моделированию имеет огромный потенциал для улучшения образовательных процессов, поскольку сочетает в себе современные технологии и методики обучения. Он является удобным приложением для

детей, не требующим больших затрат на время и системных требований для его использования. В конечном итоге успешная реализация этих инициатив может способствовать формированию нового поколения специалистов, обладающих глубокими знаниями и практическими навыками в области 3D-моделирования.

Перспективой развития будет являться интеграция программного продукта в единую среду образовательного процесса с использованием технических средств и внедрение в программу практического блока заданий для закрепления знаний.

Литература

1. Баранова, И. В. КОМПАС-3D для школьников. Черчение и компьютерная графика [Текст] /И. В. Баранова. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 271 с.

2. Кауфман, В.Ш. Языки программирования. Концепции и принципы [Текст] / В. Ш. Кауфман. – М.: ДМК, 2017. – 462 с.

3. Проектирование программного обеспечения [Электронный ресурс] // Портал Хабр. Режим доступа: https:// habr.com (дата обращения: 04.12.24).

УДК 372.8

Реализация межпредметных связей при обучении школьников робототехнике

Штыров Геннадий Сергеевич, педагог дополнительного образования
МАОУ ООШ с. Быков Отрог Балаковского района Саратовской области

В статье рассматриваются возможности реализации межпредметных связей при обучении школьников робототехнике. Показана роль робототехники в повышении мотивации учащихся при изучении различных дисциплин, таких как математика, физика, информатика, технология и другие. Приведены конкретные примеры реализации межпредметных связей в учебном процессе на основе практических проектов и заданий.

В настоящее время возрастает потребность в специалистах, обладающих широким спектром знаний и навыков, способных решать сложные задачи на стыке различных дисциплин. Робототехника, как междисциплинарное направление, представляет собой эффективный инструмент для формирования таких компетенций у школьников.

Внедрение робототехники в образовательный процесс позволяет не только познакомить учащихся с современными технологиями, но и активизировать их познавательную деятельность, развить инженерное мышление и творческие

способности [1]. Однако эффективность обучения робототехнике напрямую зависит от грамотной реализации межпредметных связей, позволяющих учащимся применить знания из различных областей для решения конкретных задач.

Робототехника по своей сути является интегративным предметом, объединяющим знания из различных областей науки и техники. В процессе проектирования, конструирования и программирования роботов учащиеся применяют знания, полученные при изучении следующих предметов [2, 3]:

– математики: для расчета параметров движения, траекторий, углов, передачи вращательного момента и т.д.;

– физики: для понимания принципов работы датчиков, двигателей, механизмов, а также законов механики, оптики, электротехники;

– информатики: для программирования микроконтроллеров, разработки алгоритмов управления роботом, обработки данных от датчиков;

– технологии: для работы с различными материалами, инструментами и оборудованием, необходимыми для конструирования роботов;

– черчения: для создания схем и чертежей механических конструкций.

Кроме того, робототехника может быть интегрирована с другими предметами, такими как:

– история: для изучения истории развития робототехники, вклада ученых и инженеров;

– биология: для создания роботов, имитирующих поведение животных или человека;

– география: для использования роботов в исследовании труднодоступных мест, таких как арктические регионы или морское дно;

– литература: для создания интерактивных роботов, рассказывающих истории или читающих стихи.

Таким образом, робототехника представляет собой идеальную платформу для реализации межпредметного подхода в образовании, позволяя учащимся не просто получать знания, но и применять их на практике, решать реальные задачи и видеть результаты своей работы.

Реализация межпредметных связей в обучении робототехнике может осуществляться различными способами. Наиболее эффективным является использование практических проектов и заданий, требующих применения знаний из нескольких дисциплин.

Примеры проектов, которые реализуют межпредметные связи [4, 5]:

– Робот-сортировщик объектов по цвету: требует знания физики (оптика – работа датчика цвета), информатики (программирование алгоритма сортировки), технологии (конструирование механизма сортировки).

– Робот-манипулятор: требует знания математики (геометрия и тригонометрия – решение прямой и обратной задачи кинематики), физики (механика – управление движением, расчет максимальной массы груза), информатики (алгоритмы управления сервоприводами).

– Робот-автоматический парковщик: требует знания математики (геометрия – расчет траектории движения), физики (механика – управление движением), информатики (алгоритмы управления, обработка данных от датчиков расстояния).

– Робот-художник: требует знания математики (геометрия – построение графиков и фигур), информатики (программирование движений робота), искусства (чувство стиля и композиции).

– Робот-экскурсовод: требует знания истории (подготовка материала для экскурсии), информатики (программирование речи робота), технологии (проектирование интерактивной панели управления).

Примеры практических заданий:

– Рассчитать оптимальную передачу для двигателя робота, чтобы он мог преодолеть препятствие определенной высоты (физика, математика).

– Разработать алгоритм управления роботом, чтобы он мог двигаться по заданной траектории (математика, физика, информатика).

– Провести опыт по определению момента силы сервопривода (физика, информатика).

– Изучить принципы работы солнечных батарей и разработать систему питания для робота, работающего на солнечной энергии (физика, технология).

Использование межпредметного подхода в обучении робототехнике позволяет [6]:

– повысить мотивацию учащихся, так как практическое применение знаний из различных областей делает обучение более интересным и увлекательным;

– развивать критическое и творческое мышление за счет решения сложных, нестандартных задач, требующих применения знаний из нескольких дисциплин;

– сформировать системное мышление, так как межпредметный подход позволяет учащимся увидеть целостную картину мира и понять взаимосвязь различных явлений;

– подготовить учащихся к будущей профессиональной деятельности, так как использование межпредметного подхода помогает формировать знания и навыки, позволяющие решать сложные задачи на стыке различных дисциплин;

– дать углубленное понимание учебного материала, так как применение знаний на практике способствует лучшему усвоению и запоминанию учебного материала, решение задач по управлению роботом часто требует изучения дополнительного материала, выходящего за рамки школьной программы.

– развивать у учащихся коммуникативные навыки, так как работа в команде над проектами требует эффективного взаимодействия и коммуникации между участниками.

Таким образом, реализация межпредметных связей при обучении школьников робототехнике является необходимым условием для повышения эффективности образовательного процесса и подготовки учащихся к будущей профессиональной деятельности. Робототехника позволяет объединить знания из различных дисциплин и применить их на практике для решения конкретных задач. Использование практических проектов и заданий, требующих применения знаний из нескольких областей, стимулирует развитие критического и творческого мышления, формирует системное мышление и повышает мотивацию учащихся.

Литература

1. Куликова Е.Г. Влияние цифровизации образования на развитие учебно-познавательных компетенций, обучающихся / Е.Г. Куликова, И.А. Штырова // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании. Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции. – Балаково, 2022. – С. 251-254.

2. Лопатникова, А.И. Роль и место межпредметных связей в освоении обучающимися курса «Образовательная робототехника» в условиях современной школы / А.И. Лопатникова, О.Н.Чурносова, Е.А. Лупандина // Вопросы педагогики. – 2020. – № 5-1. – С. 211-216.

3. Травкин, Е.И., Галкина Е.В. Структура межпредметных связей курса «робототехника» для уровня среднего общего образования / Е.И. Травкин, Е.В. Галкина // Актуальные проблемы теории и практики обучения физико-математическим и техническим дисциплинам в современном образовательном пространстве. IV Всероссийская (с международным участием) научно-практическая конференция,

посвященная 75-летию факультета физики, математики, информатики Курского государственного университета. – Курск, 2020. – С. 404-408.

4. Виштак, Н.М. Проектные технологии в педагогической практике дополнительных общеразвивающих программ / Н.М. Виштак // «Инновационные и традиционные технологии естественнонаучного и математического образования детей дошкольного и младшего школьного возраста». – Ульяновск, 2022. – С. 9-10.

5. Виштак, О.В. Использование проектной деятельности в обучении робототехнике / О.В. Виштак, Г.С. Штыров // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий. Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции. – Балаково, 2023. – С. 192-197.

6. Улитина, К.Н. Межпредметные связи в преподавании робототехники / К.Н. Улитина, И.Н. Смирнова // Образование XXI века: факторы и предикторы успешности освоения образовательной программы школьниками. Материалы Международной научной конференции. – Липецк, 2022. – С. 304-309.

УДК 004.415

Анализ требований для разработки цифрового ассистента службы технической поддержки

Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии»;
Денисов Иван Владимирович, студент направления «Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково.

В данной статье приводится обоснование актуальности разработки цифрового ассистента службы технической поддержки, рассматриваются основные задачи цифрового ассистента, а также формулируются основные функциональные возможности цифрового ассистента.

В связи с повсеместным внедрением в рабочий процесс компьютерной техники возникает необходимость создания служб технической поддержки, задачей которых является устранение неполадок в оборудовании или программном обеспечении, решение проблем пользователей. При большом количестве пользователей у службы

технической поддержки возникает загруженность, что сказывается на времени обработки заявок. Это особенно критично в ситуациях, когда требуется быстрое решение проблемы.

Еще одной значимой проблемой является человеческий фактор, который может привести к ошибкам в обработке запросов. Операторы могут неправильно классифицировать запросы, предоставлять неверные решения или пропускать важные детали, что в итоге приводит к повторным обращениям и увеличению нагрузки на службу поддержки.

Кроме того, в службу технической поддержки часто поступает большое количество типовых запросов, таких как сброс пароля или настройка оборудования, что отвлекает специалистов от решения более сложных и важных задач. Это приводит к снижению эффективности работы службы поддержки и увеличению времени обработки запросов.

Для представления процесса обработки заявок в службу технической поддержки была составлена диаграмма потоков данных, которая представлена на рисунке 1.

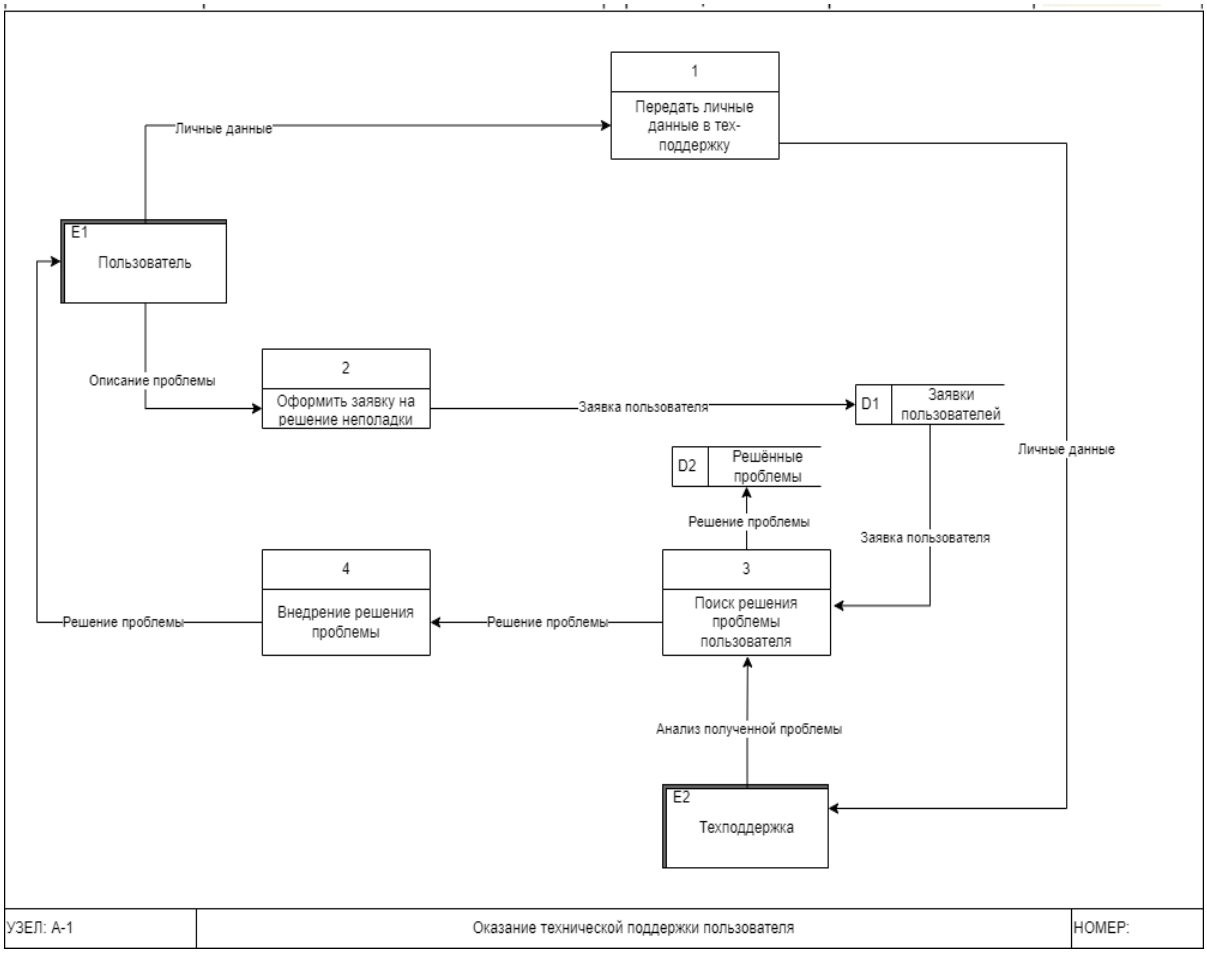


Рис. 1. Диаграмма потоков данных AS-IS

На диаграмме видно, что достаточно большой объем работы выполняется вручную. Внедрение цифрового ассистента поможет автоматизировать рутинные задачи, сократив время обработки запросов и повысив общее качество обслуживания пользователей.

Цифровой ассистент службы технической поддержки должен быть ориентирован на решение ключевых задач, которые возникают в процессе взаимодействия с пользователями. Одной из основных задач является обработка запросов пользователей. Это включает автоматическое распознавание и классификацию поступающих запросов, что позволяет оперативно определить их тип и приоритет [1].

Еще одной важной задачей является решение типовых проблем, которые часто возникают у пользователей. Цифровой ассистент должен предоставлять готовые решения на основе базы знаний, что позволяет пользователям быстро получать ответы без необходимости ожидания ответа оператора. Это не только повышает качество обслуживания пользователей, но и сокращает время обработки запросов [2].

Эскалация сложных запросов также является важной функцией цифрового ассистента. В случаях, когда запрос требует вмешательства специалиста, ассистент должен автоматически перенаправлять его на соответствующего сотрудника службы поддержки. Это позволяет избежать задержек в решении сложных проблем и обеспечивает более высокий уровень сервиса для пользователей.

Сбор и анализ данных – еще одна ключевая задача, которую должен выполнять цифровой ассистент. Автоматическое ведение журналов обращений и анализ статистики позволяют выявлять наиболее частые проблемы, оценивать эффективность работы службы поддержки и вносить улучшения в процессы. Это также помогает прогнозировать нагрузку на службу поддержки и оптимизировать ресурсы.

Наконец, интеграция с другими системами является важным аспектом работы цифрового ассистента. Взаимодействие с CRM, базами знаний и системами управления инцидентами позволяет ассистенту получать доступ к актуальной информации и обеспечивать более точные и персонализированные ответы. Это также упрощает процесс управления запросами и повышает общую эффективность работы службы технической поддержки.

Для описания требований к цифровому ассистенту и создания его модели оптимальным является объектно-ориентированный подход, так как он полностью соответствует нотациям объектно-ориентированного подхода к программированию [3,4].

С целью определения функциональных требований к разрабатываемому цифровому ассистенту службы технической поддержки была разработана диаграмма вариантов использования, которая представляет собой обобщенную модель функционирования системы в окружающей среде [5].

Так как цифровой ассистент должен иметь разграничение прав доступа и содержать несколько типов учётных записей, то на первом этапе определяем группы пользователей цифрового ассистента, которые в нотации UML представляются актерами, взаимодействующими с цифровым ассистентом: пользователь и техподдержка.

На рис. 2 изображена диаграмма вариантов использования для разрабатываемого цифрового ассистента, в которой смоделирован основной функционал для каждой группы пользователей.

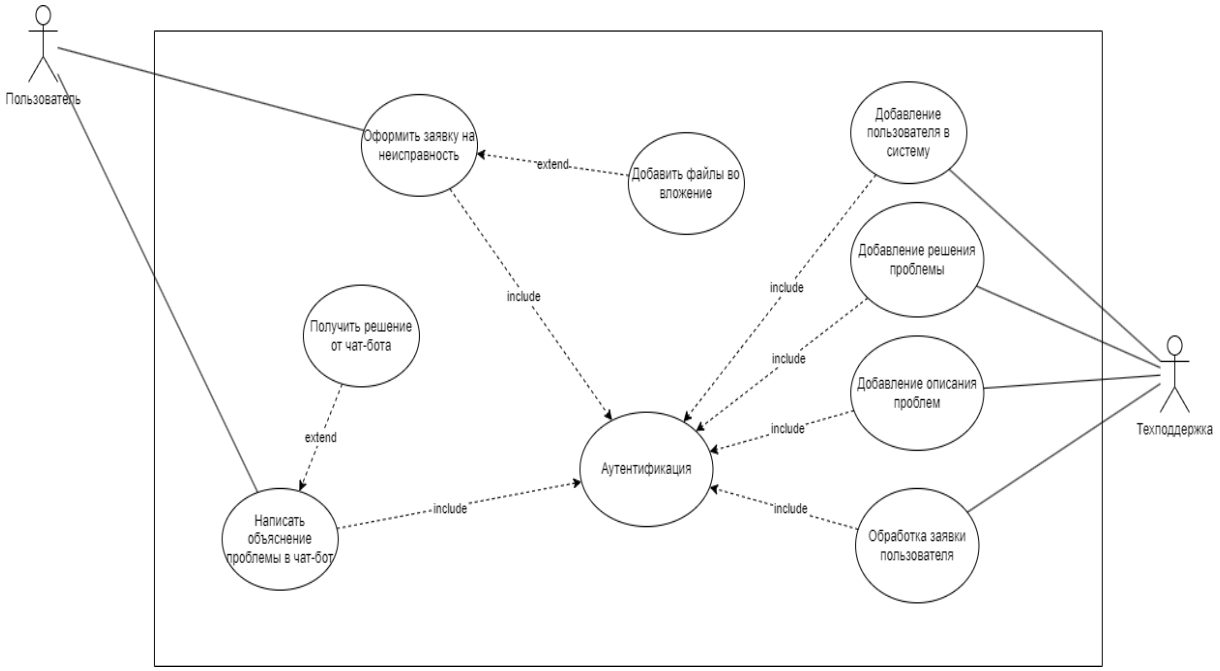


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

Здесь под пользователем понимается любой сотрудник, имеющий доступ к цифровому ассистенту, под технической поддержкой понимается сотрудник службы технической поддержки, назначений ответственный за администрирование цифрового ассистента. Описание вариантов использования представлено в таблице 1.

Таблица 1

Варианты использования

Имя	Описание
Оформить заявку на неисправность	Пользователь оформляет заявку на неисправность в системе
Получить решение от чат-бота	Пользователь получает решение проблемы от чат-бота
Написать объяснение проблемы в чат-бот	Пользователь пишет объяснение проблемы в чат-бот
Аутентификация	Пользователь системы проходит аутентификацию в системе
Добавить файлы во вложение	Пользователь добавляет файлы в качестве вложений
Добавление пользователя в систему	Техническая поддержка добавляет нового пользователя
Добавление решения проблемы	Техническая поддержка добавляет новое решение проблемы в базу знаний
Добавление описания проблемы	Техническая поддержка добавляет описание проблемы в базу знаний
Обработка заявки пользователя	Техническая поддержка обрабатывает заявку пользователя

Таким образом, цифровой ассистент должен быть способен решать широкий спектр задач, начиная от автоматической обработки запросов и заканчивая интеграцией с другими системами, что делает его неотъемлемой частью современной службы технической поддержки.

Литература

1. Тюшнякова, И.А. Чат-бот как современный инструмент коммуникации / И.А. Тюшнякова // Вестник Таганрогского института имени А.П. Чехова, 2023. – № 2. – С. 64-68.

2. Рябенков Р.А., Михеев И.В. Искусственный интеллект и его потенциал / Р.А. Рябенков, И.В. Михеев // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий. Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. – Балаково, 2020. – С. 229-233.

3. Виштак, О.В. Моделирование информационной системы с использованием UML / О.В. Виштак, Э.Н. Коновалов // Сборник трудов V Юбилейной Международной научно-практической конференции «Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты». – Брянск, 2023. – С. 239-244.

4. Виштак, О.В. Использование объектно-ориентированного подхода к проектированию образовательного web-квеста / О.В. Виштак, И.А. Штырова // Сборник статей участников Международной научно-практической конференции «Современные образовательные Web-технологии в реализации личностного потенциала обучающихся». – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2020. – С. 241-245.

5. Виштак, Н.М. Проектирование тематических web-квестов / Н.М. Виштак, И.А. Штырова // Сборник статей участников V-ой Международной научно-практической конференции «Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки». – Арзамас: Арзамасский филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», 2017. - С. 175-179.

УДК 004.9

Моделирование данных для прогнозирования нагрузки на городские транспортные системы

Ярощук Никита Сергеевич, студент направления
«Информационные системы и технологии»,
Очкур Галина Викторовна, кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Статья посвящена разработке модели данных для прогнозирования нагрузки на городские транспортные системы. Описана методика учета различных факторов, влияющих на транспортные потоки, такие как плотность и тип застройки, доступность инфраструктуры и пассажиропоток. Представлен серверный backend на основе фреймворка NestJS, работающий с реляционной базой данных PostgreSQL и расширением PostGIS для обработки геоданных. Разработанная модель позволяет точно прогнозировать изменения нагрузки на дороги и метро при планировании новых зон застройки.

Развитие городов и пригородных территорий неизбежно связано с процессами градостроительства, включая проектирование новых зон застройки. Одним из ключевых факторов успешного планирования развития инфраструктуры города является оценка воздействия новых жилых, коммерческих или промышленных объектов на транспортную инфраструктуру. В частности, прогнозирование нагрузок на дороги и системы общественного транспорта, такие как метро, играет важную роль в предотвращении перегрузок транспортных магистралей, снижении уровня пробок и обеспечении удобства передвижения для граждан.

Сложность такой задачи заключается в необходимости учитывать множество факторов: плотность и тип застройки, доступность инфраструктуры, ожидаемый пассажиропоток, а также временные и пространственные характеристики транспортных потоков. Современные методы анализа данных и машинного обучения предоставляют различные инструменты для создания моделей, которые способны учитывать эти аспекты и обеспечивать точные прогнозы.

Целью данной работы является разработка модели данных, которая позволяет прогнозировать нагрузку на дороги и метро при учете информации о планируемой зоне застройки. Модель принимает на вход параметры, описывающие характеристики застройки, и выдает прогнозируемые изменения в транспортных потоках. Такой подход может быть применим в различных сценариях – от планирования новых микрорайонов, до разработки крупных инфраструктурных проектов.

Ключевым компонентом модели прогнозирования нагрузки на дороги и метро является серверное приложение (бэкенд), которое выполняет все расчеты, обрабатывает входные данные и предоставляет интерфейсы для взаимодействия с пользователем или другими системами.

Для реализации бэкенда может быть использован фреймворк NestJS. NestJS — это прогрессивный фреймворк для создания серверных приложений на языке TypeScript. Он использует модульный подход и основывается на архитектурных принципах, подобных Angular, что упрощает создание масштабируемых и поддерживаемых приложений [1]. Модульная структура. NestJS позволяет разбивать приложение на модули, что делает код структурированным и легко расширяемым. Благодаря строгой типизации языка TypeScript повышается надежность кода и снижается вероятность ошибок. Также фреймворк имеет встроенную поддержку популярных библиотек, включая ORM для работы с базами данных, модули для авторизации и многое другое. Удобство работы с API. NestJS предоставляет инструменты для быстрой разработки RESTful.

Бэкенд реализует функционал, необходимый для прогнозирования транспортной нагрузки на основе вводимых данных о новых зонах застройки. Рассмотрим ключевые аспекты работы приложения:

1. Обработка данных о зоне застройки.

Данные о зоне застройки поступают в формате GeoJSON. GeoJSON — это стандартный формат, используемый для представления географических данных. Он позволяет описывать пространственные объекты, такие как точки, линии, полигоны, а также их свойства.

Пример GeoJSON представлен на рисунке 1.

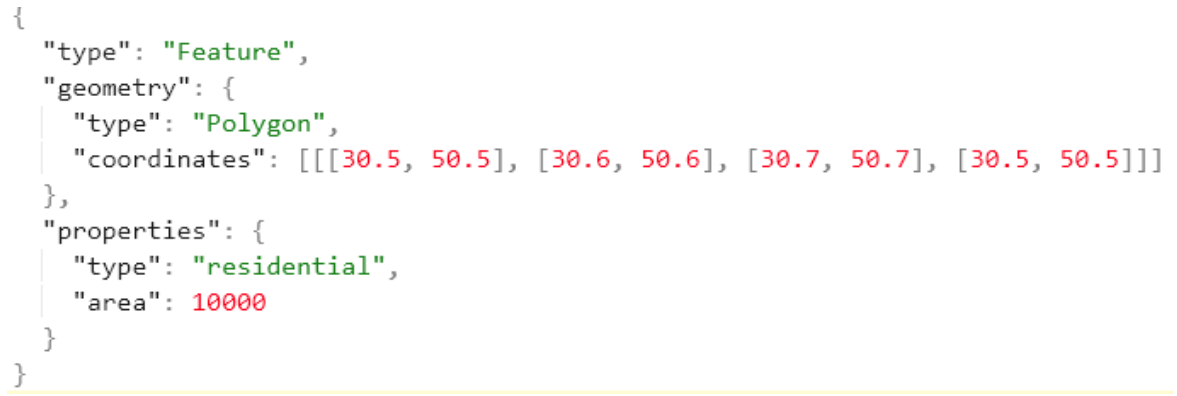


Рис. 1. Пример формата данных GeoJSON

Бэкенд принимает данные, проверяет их корректность и сохраняет в базе данных для дальнейших расчетов.

2. Расчет нагрузки на транспортную систему.

Для выполнения расчетов используются заранее заданные коэффициенты и формулы. Для жилых зон расчет численности населения производится на основе поэтажной площади (25 – 45 м² на человека). Для коммерческих зон - 35 м² на одного человека.

На основании этих данных определяется доля трудоспособного населения (57 %) и распределение между общественным транспортом и личными автомобилями (modal split: 70 %/30 %).

Бэкенд выполняет эти расчеты динамически, что позволяет быстро получать результаты при вводе новых данных.

3. Прогнозирование в утренний час пик.

Особое внимание уделяется утреннему пиковому периоду, когда нагрузка на транспорт достигает максимума.

Для жилых зон учитывается, что 10 % населения формируют спрос в утренний час пик. Для коммерческих зон — 35 % сотрудников используют транспорт для поездок на работу. Большая часть поездок (80 %) направлена в центр города, остальные распределяются по другим направлениям. Прогнозирование вечерней нагрузки определяется подобным же образом. На основании этих данных бэкенд рассчитывает ожидаемую нагрузку на дороги и общественный транспорт.

4. API для взаимодействия.

Бэкенд предоставляет удобный интерфейс взаимодействия через RESTful API [2]. API поддерживает следующие ключевые маршруты:

POST /construction-zones — для создания новой зоны застройки;

GET /construction-zones — для получения всех зон застройки;

GET /construction-types — для получения всех категорий зон застройки.

Для документации API использован инструмент Swagger, который позволяет автоматически генерировать описание всех доступных маршрутов и их параметров. Это упрощает интеграцию системы с другими приложениями.

Бэкенд состоит из следующих основных компонентов:

- контроллеры (Controllers): обрабатывают запросы от клиентов и передают данные в соответствующие сервисы;

- сервисы (Services): представляют логику обработки данных и выполнения расчетов сосредоточена здесь. Например, сервис ConstructionZone отвечает за прогнозирование нагрузки на транспорт и метро, создание новой зоны застройки и получения списка зон из базы данных;

- DTO (Data Transfer Objects): используются для валидации и типизации входных данных.

Благодаря модульной архитектуре NestJS бэкенд легко адаптируется под новые требования и сценарии использования.

Для эффективной работы системы прогнозирования нагрузки на транспортную инфраструктуру была разработана реляционная база данных с использованием PostgreSQL и расширения PostGIS, которое добавляет поддержку работы с географическими данными [3]. База данных является основным хранилищем информации о строительных зонах, дорогах, станциях метро, типах строительства и транспортных потоках [4].

Проектирование базы данных началось с определения основных сущностей, необходимых для моделирования инфраструктуры и строительных зон [5].

Сущности базы данных:

1. Станции метро (metro_stations). Назначение: хранение информации о станциях метро, их географическом положении и пропускной способности. Атрибуты сущности:

– id: уникальный идентификатор станции;

– name: название станции метро;

– position: географическое положение (широта, долгота);

– morning_traffic и evening_traffic: утренний и вечерний пассажиропоток;

– capacity: максимальная пропускная способность станции.

2. Дороги (roads). Назначение: хранение данных о дорожной сети, включая её географическое расположение и параметры пропускной способности. Атрибуты сущности:

– id: уникальный идентификатор дороги;

– name: название дороги;

– geometry: географическая геометрия дороги в виде линии;

– morning_traffic и evening_traffic: утренний и вечерний трафик в машинах/час;

– capacity: пропускная способность дороги.

3. Типы строительства (construction_types). Назначение: определение категорий строительных объектов, таких как жилые дома или офисы, с указанием средней площади на один объект. Атрибуты сущности:

– id: уникальный идентификатор типа строительства;

– name: название категории строительства;

– floor_area: средняя поэтажная площадь объекта данного типа;

4. Строительные зоны (construction_zones).

Назначение: хранение информации о зонах застройки и их географических границах. Атрибуты сущности:

– id: уникальный идентификатор зоны;

– name: название зоны;

– area: географическое описание зоны в виде полигона (POLYGON).

5. Площади строительных зон (construction_zone_areas).

Назначение: определение площади каждого типа строительства в рамках конкретной зоны застройки. Атрибуты сущности:

– zone_id: ссылка на зону строительства;

– construction_type_id: ссылка на тип строительства;

– zone_area: площадь застройки определённого типа (м²).

6. Трафик строительных зон (zone_metro_traffic и zone_road_traffic).

Назначение: установление связей между строительными зонами и элементами транспортной инфраструктуры (дорогами и станциями метро). Атрибуты сущности:

– zone_id: ссылка на зону строительства;

– metro_station_id или road_id: ссылка на станцию метро или дорогу.

В итоге разработанная модель базы данных соответствует схеме, представленной на рис. 2.

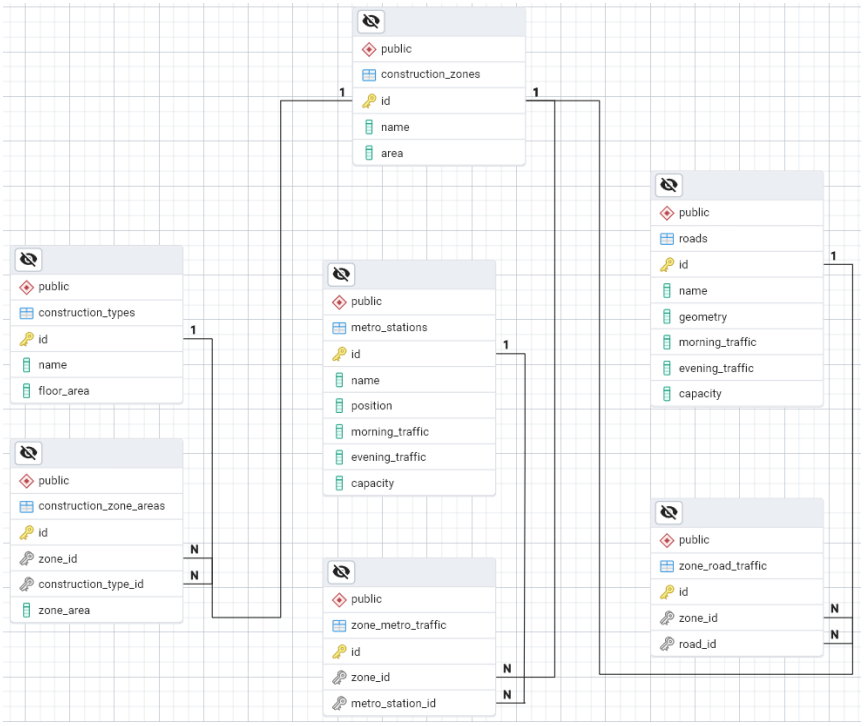


Рис. 2. Схема базы данных

Для создания базы данных использовались принципы нормализации данных, что позволило минимизировать избыточность и обеспечить гибкость в управлении. Таблицы базы данных связаны через внешние ключи, что позволяет моделировать взаимодействие зон строительства с дорогами и станциями метро. Например, таблицы «zone_metro_traffic» и «zone_road_traffic» устанавливают связь между конкретной зоной застройки и соответствующей инфраструктурой.

После проектирования структуры базы данных были добавлены исходные данные. Примеры данных включают:

– географические координаты станций метро и дорог;

– примерные значения пассажиропотока и пропускной способности;

– географические полигоны для зон строительства.

Разработанный бэкенд на базе NestJS взаимодействует с базой данных, обеспечивая доступ к данным через REST API. Это позволяет получать информацию о текущей загруженности транспортной инфраструктуры; выполнять анализ доступности строительных зон с учётом расположения метро и дорог; прогнозировать изменения нагрузки на инфраструктуру в зависимости от развития новых строительных зон.

Модель данных для прогнозирования нагрузки на транспортную инфраструктуру представляет собой комплексное решение, объединяющее мощный бэкенд и функциональную базу данных. Внедрение современных технологий, таких как PostgreSQL с PostGIS, позволяет эффективно работать с географическими данными и

строить прогнозы. Архитектура системы позволяет масштабировать её, добавляя новые источники данных и улучшая алгоритмы анализа, что делает её незаменимым инструментом для планирования городской инфраструктуры.

Литература

1. NestJS Документация. – Текст: электронный // NestJS: [сайт]. – 2024. – URL: https://docs.nestjs.com/ (дата обращения: 11.12.2024).

2. Ричардсон, Л., Руби, С. RESTful Web Services. O'Рейли Медиа, 2007. – 352 с.

3. PostGIS PSC & OSGeo. PostGIS Документация. – Текст: электронный // PostGIS: [сайт]. – 2023. – URL: https://postgis.net/documentation/manual/ (дата обращения: 11.12.2024).

4. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Документация. – Текст: электронный // PostgreSQL: [сайт]. – 2024. – URL: https://www.postgresql.org/docs/ (дата обращения: 11.12.2024).

5. ISO/IEC JTC 1/SC 32. SQL – A standard of database language. – Текст: электронный // ISO: [сайт]. – 2016. – URL: https://www.iso.org/standard/63555.html (дата обращения: 11.12.2024).

СЕКЦИЯ 3
«ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 691

Применение отходов производств в качестве заполнителей бетонов

Андреева Наталья Викторовна, старший преподаватель кафедры
«Промышленное и гражданское строительство»
Король Юлиан Викторович, студент направления «Строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлен обзор областей использования промышленных отходов в качестве заполнителей бетонов.

Производство строительных материалов связано как с использованием природных ресурсов, так и с переработкой промышленных отходов. Поэтому важным направлением является создание новых строительных материалов, в частности бетонов, на их основе. Решение данной проблемы связано с задачей сохранения ресурсов в регионах, где образуется большое количество отходов производств. Накопление отходов производства и потребления подчеркивает недостаток эффективных технологий их сбора и переработки, а также низкий уровень использования техногенных отходов в качестве вторичных ресурсов.

Экономический рост и увеличение численности населения приводят к росту объема промышленных отходов. Безопасные, нетоксичные отходы производств могут служить недорогим и эффективным сырьем для производства бетонов. Использование промышленных отходов способствует снижению материалоемкости, улучшению качества и снижению стоимости готовой продукции. Важно учитывать географическое положение и вид отходов, объем, их качество, доступность и инфраструктурные условия для их переработки.

Отходы металлургического производства (рис. 1). Одним из наиболее встречающихся видов отходов на металлургических предприятиях являются шлаки. Из этих шлаков производят гранулированный шлак, щебень и шлакопортландцемент. В современных металлургических процессах чаще всего используется сталеплавильная

технология на заводах. Шлаковый щебень и песок из него получают из отвалов или литых материалов. Шлаковые отходы, как правило, используют в строительстве дорог, хотя вопрос их применения для создания строительных компонентов все еще остается актуальным. На примере Поволжья можно увидеть, как шлаковые отходы используются как крупный заполнитель, так и в форме шлакового песка. Эффективное использование отходов в виде крупных и мелких заполнителей может привести к существенной экономии ресурсов при производстве бетонных смесей и бетонов, что очень важно в строительной отрасли [1].

Рис. 1. Отходы металлургического производства

Отходы камнедробления (рис. 2). При извлечении горных пород и дроблении камня образуются различные отходы, такие как каменная пыль и измельчённый камень, которые находят разнообразное применение. В основном, эти материалы могут быть широко использованы в качестве наполнителей для производства бетонов: в цементе они выступают как вяжущие компоненты, в бетонных смесях – в роли заполнителя или как модифицирующие добавки.

Рис. 2. Отходы камнедробления

Таким образом, применение отходов камнедробления в строительной сфере не только способствует улучшению экологической ситуации, но также помогает сохранить природные ресурсы, особенно исчерпаемые, для будущих поколений [3, 4].

Отходы ТЭС (рис. 3). Отходы тепловых электростанций, такие как зола и шлаки от сжигания бурого и каменного угля, активно используются в качестве добавок для бетонов и пористых заполнителей. Например, в Великобритании зола применяется для частичной замены цемента и песка в строительных бетонах. В Соединенных Штатах золу, полученную от теплоэлектростанций, добавляют в бетонные смеси в количестве 5-10% вместо цемента, что способствуют увеличению плотности и стойкости к сульфатам.

Рис. 3. Отходы ТЭС

Одним из способов повышения утилизации отходов ТЭС является использование золы-уноса вместо части цемента и песка. На строительных предприятиях зола-уноса применяется в сочетании со шлаками, что позволяет экономить на щебне и цементе до 12%. Эти бетоны находят применение как в сборных, так и монолитных конструкциях.

Мировой опыт применения показывает, что наиболее эффективное применение золы-уноса и шлаков – это их использование как заполнителей для бетонов. Добавление золы-уноса помогает снизить теплопроводность и повысить водонепроницаемость бетона [5].

Шлаки также используются в производстве многокомпонентных цементов, улучшая при этом морозостойкость и водонепроницаемость.

Отходы угледобычи. Такой вид отходов применяется для производства пористого заполнителя - аглопорита. Аглопоритовый щебень и гравий получают путем спекания отходов гравитационного обогащения (без добавления топлива) или отходов

флотации (с добавлением глины для улучшения грануляции и пластичности) насыпной плотностью 300-500 кг/м^3.

При переработке отходов химической и перерабатывающей областей промышленности получают примеси для бетонов, благодаря использованию которых возможно увеличение прочности бетона; улучшение свойств бетонной смеси; регулирование процесса схватывания, твердения, тепловыделения; сокращение продолжительности тепловлажностной обработки; повышение морозостойкости, плотности, водонепроницаемости, стойкости в разных агрессивных средах.

Использование примесей при изготовлении бетонных смесей значительно повышает качество и эффективность бетонных и железобетонных конструкций, уменьшает энергоемкость и трудоемкость технологических процессов.

Резиносодержащие отходы. Бывшие в употреблении автомобильные шины и другие резиносодержащие отходы находят вторичное применение в качестве заполнителя (фибры) при изготовлении фибробетонов.

Применение отходов производств в качестве заполнителей для бетонов позволит не только сократить стоимость готовой продукции, но и даст возможность ускорить утилизацию техногенных отходов.

Литература

1. Голова, Т. А., Магеррамова, И.А. Комплексный подход к использованию отходов производств в изготовлении бетонов / Т. А. Голова, И. А. Магеррамова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2024. – № 3(96). – С. 34-42. – DOI 10.35211/18154360_2024_3_34.

2. В.М. Аббасов, С.А. Мамедов, А.Д. Гулиев, Т.А. Исмаилов и др. Подбор природных наполнителей для асфальтобетона. Kimya problemləri. 2018 № 3 (16). - с. 391-399.

3. Г.Де Шуттер. Влияние известнякового наполнителя в качестве минеральной добавки в самоуплотняющийся бетон. Лаборатория исследований бетона Magnel в Бельгии. Конференция «Наш мир в бетоне и конструкциях», Сингапур, 14-16 августа 2011 г. - С. 25.

4. Баженова, С. И. Получение высококачественного бетона с использованием модификаторов структуры на основе отходов промышленности / С. И. Баженова. — Текст : непосредственный // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). — Санкт-Петербург : Реноме, 2011. — С. 23-25. — URL: https://moluch.ru/conf/tech/archive/2/252/.

5. Голова, Т. А. Виды вяжущих на основе техногенных отходов / Т. А. Голова, М. В. Булах // Современные векторы развития архитектуры и строительства : Сборник статей по материалам конференции, посвященной 50-летию архитектурно-строительного факультета, посвященной 50-летию архитектурно-строительного факультета, Краснодар, 28 марта 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 28-31.

УДК 004.8

Концепция создания умных городов в России

Башков Дмитрий Игоревич, студент архитектурно-строительного факультета;
Иванова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура»
Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
Краснодар, Россия.

В работе авторы рассматривают этапы создания умных городов, необходимые условия и технологии. Рассмотрена система «Умный город», используемая в разных городах России. Проанализированы подробные причины, почему так активно используется система «Умный город». Представлены примеры, в каких городах используется система умный город. Актуальность исследования создания умных городов заключается в необходимости повышения качества жизни населения, эффективности управления ресурсами и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Новизна исследования связана с исследованием разработок и инновационных технологий, направленных на улучшение инфраструктуры, общественного транспорта, безопасности, экологии и комфорта жителей.

С развитием Интернета стало возможным создавать новые архитектурные проекты зданий. Возможности создания «Умного города» объединят медицинские, коммунальные и корпоративные системы. В то же время правительственная и домашняя ИТ-инфраструктуры интегрированы. Информация из них поступает в единый центр, где в дальнейшем обрабатывается, анализируется и служит основой для принятия управленческих решений.

Искусственный интеллект позволяет использовать различные онлайн-инструменты и сервисы для улучшения архитектурного процесса и предоставляет бесплатный доступ ко многим материалам [1]. «Умная энергетика»: в умном городе энергия вырабатывается за счет природного газа, а отходящее тепло в виде горячей воды обогревает здания или питает системы кондиционирования воздуха, что приводит

к экономии ресурсов, потребление энергии в каждом здании снижается на 30%, а потребление воды в десять раз ниже, чем в обычном городе.

Стоит отметить, что интернет-ресурсы, направленные на образовательные технологии в создании умных городов, постоянно обновляются и дополняются новыми сайтами, приложениями и формами их реализации, все это связано с развитием технологий [2]. Поэтому при проектировании зданий используются современные технологии в строительстве. Онлайн-ресурсы являются частью инновационных технологий в строительстве, которые предоставляют возможности глобальной сети для поиска информации, создания дизайна, виртуальной реальности и многого другого. Они помогают повысить мотивацию, развить навыки поиска информации и подготовить к самостоятельному проектированию. Благодаря развитию современных технологий, строители и разработали новые типы зданий и «городов», поэтому архитекторы разработали современные решения для «умных городов», собрав в них все необходимое и экологически чистое для строительства [3].

Концепция, на которой базируется система «Умный город», должна учитывать ряд ограничений:

1. Значительный износ городской инфраструктуры. Внедрению цифровых систем должна предшествовать модернизация инженерной инфраструктуры.

2. Капиталоемкость многих проектов. Они не всегда выполнимы для муниципальных бюджетов, поэтому часто реализуются с использованием механизмов ГЧП/МЧП.

Умный город географически ограничен: его дизайн исключает дальнейшее расширение границ. При строительстве «Умного города» особое внимание уделяется экологии городского пространства (рис. 1) [4].

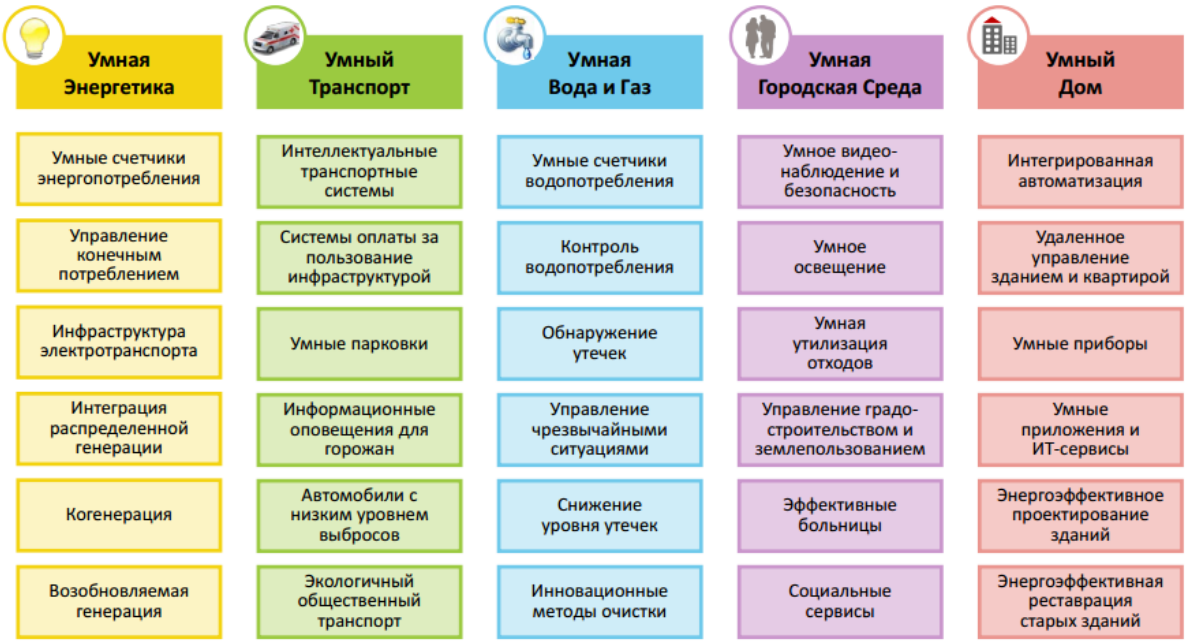


Рис. 1. Функциональные области проектов «Умный город»

Информация от ИТ-инфраструктуры поступает в единый центр, где в дальнейшем обрабатывается, анализируется и служит основой для управленческих решений и решения возникших проблем.

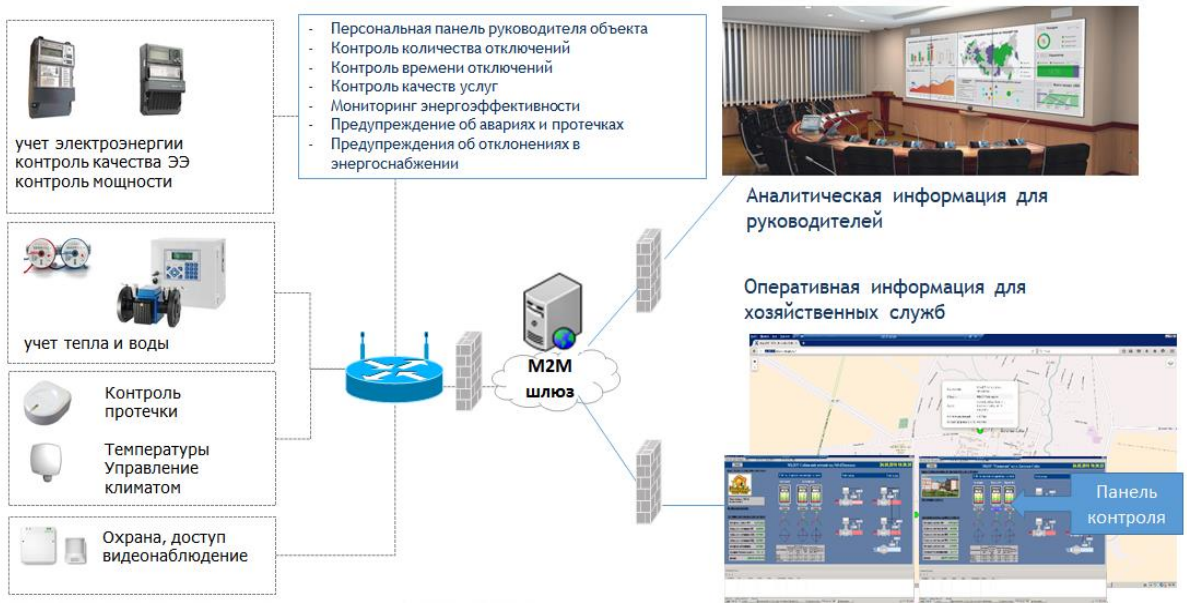


Рис. 2. Умный город, контроль и прогнозирование состояния инфраструктуры

Этапы создания «Умного города»:

1. Определение структуры реализации проекта.
2. Создание дорожной карты внедрения.
3. Понимание текущего состояния, причин и проблем.

4. Установка систем, которые получают информацию из окружающей среды (рис. 2). [4]

5. Создание телекоммуникационной инфраструктуры.

6. Установка вычислительных центров.

Для создания умных городов требуется ряд условий и технологий, такие как:

1. Передовые научные достижения. Умные города строятся на основе компьютерных технологий, алгоритмов, систем связи, теории информации и искусственного интеллекта.

2. Блокчейн. Надёжное хранилище важных данных — например, биометрических паспортов, электронных медицинских карт (рис. 3) [4].

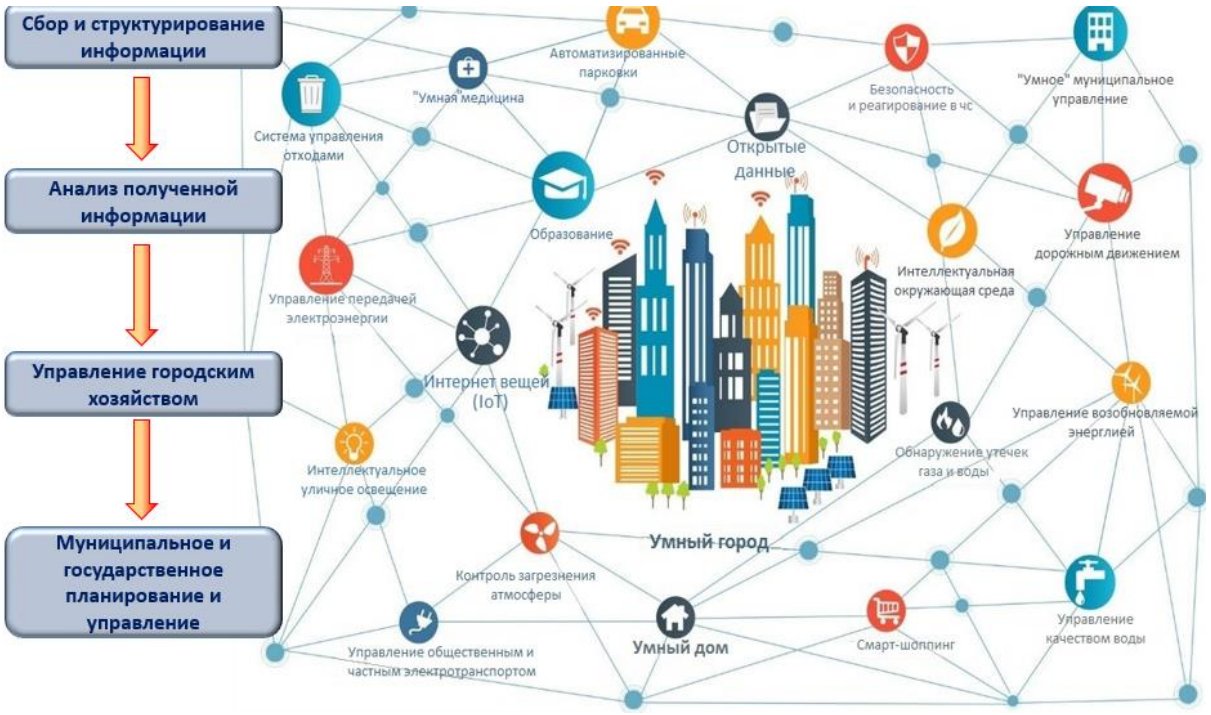


Рис. 3. Модель эксплуатации «Умного города»

Рассмотрим систему «Умный город», используемую в разных городах России, на примере некоторых городов. В Москве автомобили и общественный транспорт оснащены датчиками, которые передают данные о дорожном движении в режиме реального времени. В Санкт-Петербурге система выбирает оптимальный маршрут для общественного транспорта на основе данных о дорожном движении и прогнозов погоды. Нижний Новгород использует аналитику больших данных для мониторинга качества воздуха и оптимизации работы промышленных предприятий. В Уфе внедрена система интеллектуальной парковки, которая с помощью датчиков определяет свободные парковочные места и помогает водителям находить их через мобильное

приложение. В Тюмени агропромышленный комплекс «Безопасный город» используется для мониторинга аварий и отключений электроэнергии, оказания экстренной помощи по вопросам жилищно-коммунального хозяйства и других ситуаций.

Однако не все города России имеют возможность в полной мере внедрить «Умные города», так как их инфраструктура не всегда и не во всем готова к внедрению интеллектуальных сервисов. Тем не менее, общая концепция создания умных городов в России может вывести систему управления городами на более высокий уровень.

Литература

1. Никольский А.Г., Виштак О.В., Очкур Г.В., Виштак Н.М. Искусственный интеллект как инструмент изучения программирования Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. - № 2. - С. 191-197.

2. Виштак О.В., Фролов М.В. Анализ средств разработки образовательных интернет-ресурсов // Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества. Балаково, БИТИ. 2016. С. 88-89.

3. Сопер М.Э.. Практические советы и решения по созданию «Умного дома» / Сопер М. Э. - М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.

Сайт /Умные города (Smart cities) – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/ (дата обращения 10.12.2024).

УДК 624.15; 69.02.021

Новое поколение фундаментов-оболочек с преднапряжением по грунту

[1]Землянский Анатолий Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

[2]Землянский Константин Анатольевич, ведущий инженер ТАИ;

[1]Дробахин Николай Александрович, студент направления «Строительство»

[1]Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Балаковская атомная станция

В работе представлен обзор мирового опыта практического применения фундаментов-оболочек в реальном строительстве. Предложена новая конструкция многоволнового фундамента-оболочки с преднапряжением и управляемой эксплуатационной надёжностью.

В новом веке с целью снижения материалоемкости, стоимости и сроков строительства различных зданий и сооружений всё более широкое применение на практике находят принципиально новые конструкции фундаментов в виде гиперболических параболоидов, пологих сферических и многоволновых параболических оболочек.

Положительный опыт практического применения указанных фундаментов-оболочек в реальном строительстве накоплен в настоящее время в США [1], Франции [2], Венгрии [3], Японии и в отечественной строительной сфере [4, 5].

Подавляющее большинство рассматриваемых в практике фундаментостроения оболочек конструируется в виде сжатых под эксплуатационной нагрузкой конструкций. Это обусловлено традиционным представлением о работе железобетона, в котором стальная арматура воспринимает растягивающие усилия, усадочные и температурные деформации. Бетон, в свою очередь, как и любой каменный материал, хорошо воспринимает сжимающие усилия, формирует геометрическую форму конструкции, обеспечивает её жёсткость и создает щелочную среду, в которой стальная арматура защищена от коррозии.

В условиях строительства подземных сооружений, как правило, не допускается образование трещин в бетоне, так как это может привести к скрытой коррозии арматуры и в конечном счёте к потере несущей способности фундамента. Поэтому большинство фундаментов-оболочек в составе сплошных конструкций выполняются выпуклостью вниз в виде обратной арки с восприятием внешней нагрузки по контуру и за счёт наличия реактивных давлений грунта находятся в сжато-изогнутом состоянии (рис. 1). При этом нежелательное в данном случае внутреннее усилие изгибающего момента можно уменьшить за счёт геометрических параметров конструкции, например: уравнением кривой оболочки, оптимальной стрелой подъёма, переменностью поперечного сечения и т.д. В этом случае, как правило, удаётся избежать появления трещин в бетоне, т.е. создать равнозначное напряжённое состояние в сечении и тем самым предотвратить коррозию стальной арматуры.

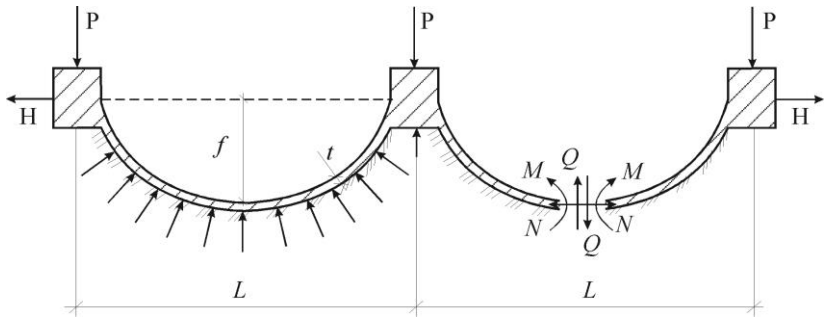


Рис. 1. Конструкция и напряжённо-деформированное состояние фундамента-оболочки выпуклостью вниз

Однако фундаменты-оболочки, обращенные выпуклостью вниз, имеют ряд значительных недостатков, сдерживающих их массовое применение.

Во-первых, работа конструкции на сжатие предполагает определенную развитость сечения оболочки в силу возможной потери устойчивости. Так, отношение толщины оболочки t к пролету L составляет в среднем 1/20 – 1/25 при стреле подъема f 1/2 – 1/5 от пролета L. Таким образом, бетон не полностью реализует свою способность работы на сжатие, что влечёт за собой высокую материалоемкость конструкции.

Во-вторых, горизонтальный распор H, являющийся обязательным внутренним усилием при работе любой криволинейной конструкции, действует в верхней части фундамента, где не может быть воспринят поверхностным слоем грунта. Таким образом, необходимо предусматривать дополнительные затяжки либо усложнять конструкцию перекрытия подвальной части.

В-третьих, технология устройства выпуклой вниз поверхности с последующим устройством криволинейных арматурных каркасов и криволинейной опалубки настолько сложна, что сводит к нулю все преимущества фундамента-оболочки. Кроме того, при данной геометрии строительные работы могут значительно усложняться при атмосферных осадках (сбор воды на дне конструкции), что усложняет контролируемость качества бетонирования.

Подобные конструкции в составе сплошных фундаментов, но обращённые выпуклостью вверх, с точностью до обратного знака меняют напряжённое состояние фундамента-оболочки. Цилиндрическая оболочка в этом случае работает исключительно на растяжение, сферическая – преимущественно на растяжение, и лишь краевая к опорной части зона в кольцевом направлении испытывает сжатие. Опорные рёбра при цилиндрической оболочке работают на поперечный изгиб, при сферической – на сжатие. Распор в цилиндрической оболочке направлен внутрь конструкции и воспринимается изгибной жёсткостью рёбер и реактивным отпором грунта, в сферической оболочке распор замыкается в сжатие опорного контура, как показано на рис. 2.

Преимуществом фундаментов-оболочек, обращенных выпуклостью вверх, в составе сплошных фундаментов является следующее.

Во-первых, в силу работы на растяжение исключается появление предельного состояния, связанного с потерей устойчивости, что позволяет полностью использовать на прочность сечение оболочки, что существенно, в несколько раз, снижает необходимую толщину сечения и тем самым материалоёмкость.

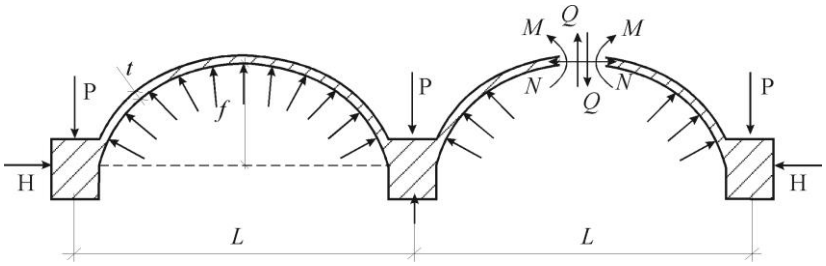


Рис. 2. Конструкция и напряжённо-деформированное состояние фундамента-оболочки выпуклостью вверх

Во-вторых, уменьшение толщины сечения увеличивает гибкость конструкции и резко снижает величину изгибающих моментов в оболочке.

В-третьих, значительная часть распора в цилиндрической оболочке воспринимается грунтовым или искусственным основанием, которое в силу объёмного напряжённого состояния по причине восприятия контактных давлений от оболочки и горизонтальных усилий распора значительно снижает свою сжимаемость и тем самым уменьшает общую осадку сооружения.

В-четвертых, технология устройства таких фундаментов достаточно проста, особенно при искусственных основаниях, которые формируются путём отсыпки любого минерального материала на горизонтальную поверхность.

В пятых если на вертикали вдоль опорных рёбер фундамента ввести систему горизонтального преднапряжения грунта, находящегося под оболочкой, до предельно-критического уровня, то общая несущая способность исследуемого фундамента резко увеличится, как за счёт обеспечения полного контакта грунтового массива с цилиндрической частью оболочки, так и за счёт переуплотнения грунта под оболочкой до необходимого уровня, как показано на рис. 3, что позволит создать ещё один новый класс фундаментов-оболочек с управляемой несущей способностью и эксплуатационной надёжностью [6].

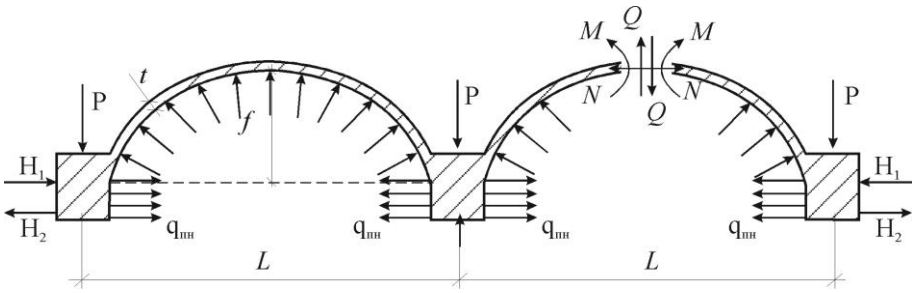


Рис. 3. Конструкция и напряжённо-деформированное состояние фундамента-оболочки выпуклостью вверх с преднапряжением по грунту

Единственным, но очень важным недостатком таких фундаментов, препятствующим их широкому внедрению до настоящего времени, являлась их склонность к трещинообразованию и, как следствие, к скрытой коррозии стальной арматуры. При основной роли стальной арматуры в работе растянутой оболочки данное обстоятельство являлось непреодолимым препятствием в развитии таких фундаментов.

Данную эксплуатационную проблему, как показано в настоящей работе, можно решать путём использования предварительного напряжения стальной арматуры, расширяющихся цементов, дисперсным армированием тонкомолотыми волокнами. Однако все данные методы имеют свои недостатки конструктивного или технологического плана, которые должны быть подвергнуты критическому анализу для возможности дальнейшей своей реализации на практике.

Целесообразным направлением в решении имеющейся проблемы трещинообразования и коррозии арматуры в выпуклых вверх фундаментах-оболочках является применение в качестве арматуры неметаллических и композиционных материалов, стойких к действию окружающей среды. Из известных на сегодня разновидностей неметаллической арматуры – арамид, стекло, углеволокно – в качестве основного армирования можно успешно использовать любой вариант в зависимости от конкретных климатических условий, конструктивной схемы, и вида применяемой технологии возведения. Кроме отмеченного, в качестве несущей мембраны могут эффективно использоваться широко применяемые в дорожном и трубопроводном строительстве так называемые геосетки.

Предварительно выполненные экспериментальные работы подтвердили возможность использования углеволокна в качестве армирования бетонных оболочек. При этом наиболее эффективно использование углеволокна в качестве внешней и внутренней арматуры в бетоне. К настоящему времени стоимость неметаллической арматуры из расчёта на единицу несущей способности лишь в 1,5 – 2 раза превышает стоимость стальной арматуры. Таким образом, использование неметаллической арматуры в выпуклых вверх фундаментах-оболочках позволяет на практике:

– снизить толщину бетона оболочки до 1/100 L, где L - пролет оболочки, тем самым существенно, в несколько раз, снизить расход бетона по отношению к фундаментам-оболочкам, работающим на сжатие, и на порядок уменьшить расход бетона по отношению к плоским плитным конструкциям;

– исключить использование стальной арматуры в оболочке, сохранив её лишь в элементах опорного контура;

– снизить трудоёмкость работ за счёт исключения операций, связанных с установкой металлических сеток и каркасов;

– уменьшить транспортные расходы и подготовительные работы по доставке и обработке стальной арматуры;

– минимизировать выбросы вредных веществ при строительстве за счёт снижения сварочных работ и уменьшения общей трудоемкости строительных работ;

– увеличить долговечность и надёжность фундамента за счёт использования неподвергающегося коррозии армирующего материала;

– предотвратить возникновение любых аварийных ситуаций с объектом, возведенным на исследуемых фундаментах-оболочках, за счёт введения в оболочку специальных активных элементов преднапряжения слабого грунта с целью управления деформационной способностью указанного фундамента и его потенциальной несущей способностью.

В целом представленный материал позволяет создать новый класс фундаментов-оболочек с управляемой эксплуатационной надёжностью за счёт преднапряжения грунта в горизонтальном направлении непосредственно под оболочкой с целью активного повышения несущей способности возводимого фундамента.

Литература

1. Candela, F. The Shell Builder/ F. Candela. – N.Y.: Reinhold – Publishing Co, 1963.

2. Guerrrin, A. Trate de beton arme. Tom 3/ A. Guerrrin. – Paris^ Dunod, 1959.

3. Banerjee, S.P. Numerikal analisis of doubly curved shells/ S.P. Benerjee//IASS Symposium – Budapest, 1966.

4. Гончаров, Ю.М. Новая конструкция фундамента-оболочки для вечномерзлых грунтов/ Ю.М.Гончаров, Г.В. Шарапов, В.Г. Тарасюк//Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1983. – №2 – С.13–16.

5. Рекомендации по расчету и проектированию фундаментов типа оболочек. – Свердловск: Уралпромстройниипроект, 1968.

6. Землянский, А.А. Новые методы кольцевого армирования слабых грунтов при строительстве высотных зданий и сооружений/ Землянский А.А.// Тр. Междунар. конф. по геотехнике. Т.4: Развитие городов и геотехническое строительство – СПб., 2008. – С. 16–90.

УДК 624; 620.1.08

Инновационные системы мониторинга технического состояния уникальных объектов и методы активного управления уровнем их эксплуатационной надежности

[1]Землянский Анатолий Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

[2]Землянский Константин Анатольевич, ведущий инженер ТАИ;

[1]Исаева Юлия Сергеевна, студент направления «Строительство»

[1]Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Балаковская атомная станция

В работе представлены результаты широкомасштабных исследований существующих и принципиально новых систем мониторинга технического состояния уникальных, высотных ядерных и экологически опасных объектов. Кроме того в работе представлены принципиально новые системы активного мониторинга НДС в ферромагнитных материалах несущего каркаса высотных объектов, а также инновационные фундаменты нового поколения с преднапряжением и возможностью управления их несущей способностью, а также уровнем ожидаемой деформативности, позволяющим активно управлять уровнем эксплуатационной надежности рассматриваемых технически сложных строительных объектов.

В последние годы развития человеческой цивилизации во всем мире нарастает поток грозных сообщений о серьезных авариях и катастрофах произошедших, якобы внезапно на различных сложных, уникальных, экологически опасных и высокоответственных инженерных объектах, включая гидротехнические сооружения, ядерные объекты, объекты гражданского и промышленного назначения, а также общественного и жилого сектора. При этом, по жесткой статистике, указанные катастрофические аварии год от года растут практически по экспоненциальной зависимости, как по количеству, так и по тяжести и трагичности самих последствий. Так, только по предварительным сведениям, они несут за собой не только огромные

материальные и экологические потери, но и, как правило, серьезные человеческие жертвы [1, 2].

Все это требует, по нашему мнению, принятия незамедлительного решения на государственном уровне о необходимости создания и практического использования эффективной системы активного мониторинга фактического уровня эксплуатационной надежности сложных и ответственных инженерных объектов, для неукоснительного предупреждения и предотвращения подобных аварийных ситуаций.

В Российской Федерации Главгосэкспертиза России ежегодно проводит очень серьезную работу по экспертизе проектной документации по особо опасным и технически сложным инженерным объектам, в состав которых входят объекты энергетики, металлургии, нефтегазовой промышленности, а также объекты горной и горнодобывающей промышленности.

В результате в последние годы установлена и еще одна очень серьезная проблема, связанная с проектированием новых объектов, обусловленная тем, что только в 2015 году, в более чем 50% случаев представленные проектные решения были признаны экспертами Главгосэкспертизы – аварийными. И только благодаря тщательной и принципиальной работе экспертов Главгосэкспертизы России все аварийные решения были устранены, а проектная документация в результате проведения дополнительных инженерных изысканий была приведена в соответствие с требованиями технических регламентов.

Сам факт наличия огромного количества аварийных технических решений в новой проектной документации свидетельствует о серьезных кадровых проблемах как по уровню профессиональной квалификации проектировщиков, так и по общей компетенции инженерно-технических работников нового поколения.

Если посмотреть глобально на нашу планету, то только за последние 20 лет в мире жертвами техногенных и природных катастроф стали более 3 млн. человек, а число прямо и косвенно пострадавших достигло более 800 млн. человек, что свидетельствует о серьезности и доминировании данной проблемы для жителей нашей планеты.

В целом причины всех аварий рассматриваемых объектов в большинстве случаев связаны с человеческим фактором, с ошибками в проектировании, нарушениями при возведении, реконструкции и эксплуатации технически сложных объектов, отсутствием должного контроля со стороны проверяющих органов, недопустимой халатностью как строителей, так и эксплуатирующих организаций. Но самой главной причиной большинства аварий и катастроф строительных объектов

является, по мнению международных экспертов, практически полное отсутствие эффективного мониторинга НДС активно эксплуатируемых объектов, а также необходимость создания в настоящее время системы активного управления уровнем эксплуатационной надежности возведенных объектов с использованием несущих конструкций нового поколения, разработанных авторами настоящей работы и способных предотвращать возникновение любых предаварийных или аварийных ситуаций при эксплуатации указанных объектов.

Высокая актуальность рассматриваемой проблемы определила в свою очередь и необходимость обеспечения конструктивной и эксплуатационной безопасности возводимых уникальных и технически сложных зданий и сооружений. Глубоко осознавая отмеченное, Правительство РФ инициировало принятие Федерального закона №384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». В котором одним из ключевых элементов надежности и обеспечения конструкционной безопасности являются автоматизированные системы мониторинга напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений. Необходимость создания подобных систем определена и в существующей нормативно-методической базе, в частности ГОСТ 32019-2012, ГОСТ Р 53778-2010, ГОСТ 22.1.12-2005, МГСН 4.19-2005, МРДС 02-08, ТР 182-06, что, в свою очередь, требует соответствующего учета и при разработке новых нормативных документов и технических регламентов в области обязательного обеспечения безопасности указанных зданий и сооружений. Опыт широкомасштабного детального анализа большинства причин серьезных аварий и повреждений различных зданий и сооружений свидетельствует, что к основным и доминирующим причинам аварий указанных объектов, очень часто относятся недопустимо критический крен высотных сооружений или его неравномерные относительные деформации по периметру, что, в свою очередь, зачастую приводит к резкому повышению уровня НДС в несущих конструкциях объекта выше предельно допустимых значений с последующим лавинообразным разрушением последнего.

Учитывая отмеченное, авторами настоящей работы была предложена новая концепция проектирования уникальных объектов с созданием не только системы активного мониторинга НДС возведенного объекта, но и разработки специальной системы управления уровнем эксплуатационной надежности рассматриваемого объекта, которая в своем составе имеет не только всю элементную базу для регистрации динамики изменения напряженно- деформированного состояния несущих и ограждающих конструкций объекта в ходе его эксплуатации, но и специальные

фундаменты нового поколения с управляемой несущей способностью и возможностью активного устранения потенциально возможного крена рассматриваемого объекта и нейтрализации недопустимо критических неравномерных деформаций объекта в случае их возникновения.

На практике традиционно используемые геодезические методы наблюдений напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений не могут обеспечить необходимую оперативность и точность проводимых измерений. Они позволяют установить лишь факт возникновения и развития деформаций в конструкциях зданий и сооружений, без возможности их оперативного наблюдения в режиме онлайн, прогнозирования динамики изменений и тем более предупреждения аварийных ситуаций. Кроме того, геодезические методы наблюдений требуют огромных финансовых затрат и длительного времени наблюдений.

Представленные недостатки геодезических методов наблюдений приводят к необходимости создания новых средств мониторинга с целью оперативного наблюдения за техническим состоянием несущих строительных конструкций зданий и сооружений с целью предупреждения их возможного повреждения или разрушения.

Исходя из формулировок Федерального закона №384-ФЗ от 30.12.2009, под мониторингом технического состояния зданий и сооружений понимается выявление элементов конструкции, которые подверглись значительным изменениям напряженно-деформированного состояния (понимая, что любое изменение напряженно-деформированного состояния последних, зачастую и вызывается возникновением несанкционированного крена сооружения или возникновением неравномерных деформаций фундаментных конструкций). Указанное определение мониторинга технического состояния зданий и сооружений однозначно определяет и главные этапы создания предложенной авторами активной системы управления уровнем эксплуатационной надежности объекта, в частности:

1) На первом этапе необходимо провести расчетный анализ допустимых напряжений элементов конструкции строительного объекта и выявить характер их распределения в зависимости от действия нагрузки (например, с помощью программного пакета ANSYS, www.ansys.com);

2) На втором этапе – определить в зависимости от характера распределения деформаций под действием нагрузки, а также на основании эмпирических данных, критически напряженные участки конструкции с целью установки на них датчиков деформации и угла наклона;

3) На третьем этапе – построить схему размещения датчиков в привязке к схеме объекта в зависимости от расположения и характера критически напряженных участков конструкции;

4) На четвертом этапе – выбрать, исходя из схемы размещения датчиков, топологию и технологию построения сенсорной сети строительного объекта с целью построения активной системы мониторинга НДС объекта;

5) На пятом этапе – спроектировать моты и координатор сенсорной сети, в зависимости от выбранной топологии и технологии построения сенсорной сети для системы мониторинга деформаций здания или сооружения;

6) На шестом этапе – построить систему мониторинга НДС здания или сооружения в соответствии с выбранной архитектурой системы;

7) На седьмом этапе – разработать нетрадиционную систему фундаментов нового поколения обладающих способностью изменять свою несущую способность, выправлять возникающий крен объекта или нейтрализовывать ожидаемые неравномерные деформации сооружения;

8) На восьмом этапе запроектировать автоматизированную систему управления уровнем эксплуатационной надежности возводимого уникального объекта (АСУУЭН), исходя из выбранной архитектуры построения, как показано на рис. 1.

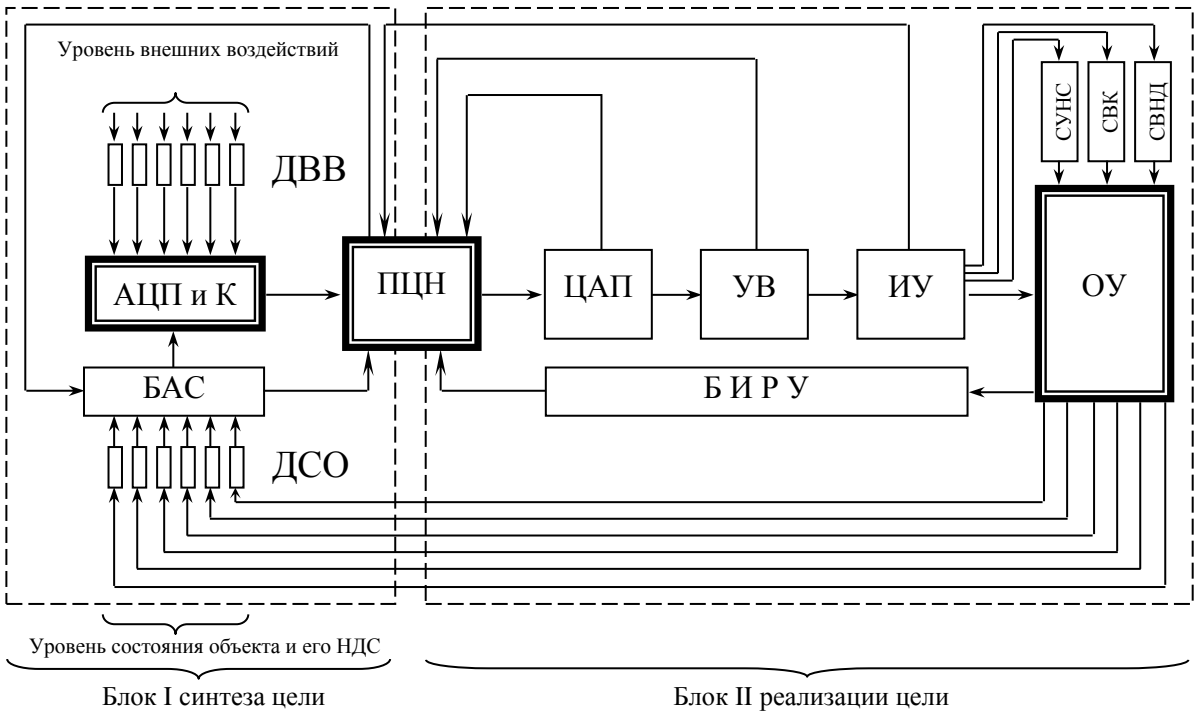


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления с уровнем эксплуатационной надежности, технически сложными и уникальными объектами.

На рис. 1 применены следующие обозначения: ДВВ – датчики внешних воздействий; ДСО – датчики состояния объекта; АЦП – аналого-цифровой преобразователь и координатор; ПЦН – процессор целевого назначения; ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь; УВ – блок управляющего воздействия; ИУ – блок исполнительных устройств; ОУ – объект управления; БИРУ – блок интерпретации результатов управления; СУНС – система увеличения несущей способности фундамента; СВК – система выравнивания крена объекта; СВНД – система выбора неравномерных деформаций объекта; БАС – блок анализа и сравнение уровня фактического состояния объекта с уровнем допустимого уменьшения эксплуатационной надежности исследуемого объекта.

Внимательный конструктивный анализ представленной схемы свидетельствует о том, что в ее состав входят датчики внешних воздействий ДВВ, которые регистрируют изменение влажности и температуры окружающей среды, интенсивность ветровой нагрузки, интенсивность снеговой нагрузки, активность инсоляции световых лучей и т.д. Кроме того, в представленную схему входят и комплекс датчиков состояния объекта (ДСО), в частности: инклинометры (датчики крена объекта), тензометрические датчики, регистрирующие напряженное состояние материала несущих конструкций в критически опасных зонах, датчики деформационного поведения объекта, датчики изменения теплопроводности ограждающих конструкций и т.д. Наличие в представленной схеме фундаментов с управляемым уровнем деформационного поведения и необходимым уровнем изменения их несущей способности, позволяет авторам настоящей работы управлять и уровнем эксплуатационной надежности объекта с помощью СУНЗ – системы увеличения несущей способности фундаментов в случае увеличения нагрузки на перекрытиях объекта, с помощью СВК – системы выравнивания крена объекта в случае необходимости и, наконец, с помощью системы СВНД – системы выбора неравномерных деформаций объекта при сложных инженерно-геологических условиях промплощадки. Одновременно предлагаемая инновационная система интеллектуально разумных строительных объектов позволяет с помощью блоков БАС и БИРУ сравнивать уровни фактического напряженно-деформированного состояния объекта с допустимым уровнем НДС, а также интерпретировать результаты управления, отслеживая скорость возвращения объекта в нормативно безопасное состояние [3, 4, 5].

В настоящее время в России успешно функционируют две фирмы, разрабатывающие элементную базу для создания датчиков внешних воздействий (ДВВ)

и датчиков состояния объекта (ДСО), работающих по беспроводной системе сбора данных, это ОАО «Авангард» и НИЦ «Тоннели и метрополитены» при «ЦНИИС».

Разработанное оборудование предназначено для оперативного контроля напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений. Используя специальные алгоритмы работы предложенной системы мониторинга и системы активного управления уровнем эксплуатационной надежности объекта, а также схемотехнические решения данной проблемы, специалистам ОАО «Авангард» удалось решить задачу снижения энергопотребления датчиками и обеспечить высокую надежность изделий СМД. С марта 2010 года координатор и датчики выпускаются серийно, и применяются для контроля напряженно-деформированного состояния как вновь возводимых, так и реконструируемых зданий и сооружений. В 2012 году ОАО «Авангард» была выведена на рынок и сама система мониторинга деформаций (СМД). Система основана на беспроводной технологии передачи данных ZigBee по стандарту IEEE 802.15.4-2006. Она осуществляет непрерывный оперативный контроль напряженно-деформированного состояния элементов строительных конструкций зданий и сооружений (уникальные, высотные, ядерные и экологически опасные объекты, жилые дома, здания общественного назначения, большепролетные мосты, тоннели, метрополитены, трубопроводы высокого давления и т.д.).

В состав системы активного мониторинга состояния объекта входит:

1) координатор беспроводной сети датчиков;
2) датчики:
   - датчик деформации тензометрический полумостовой СМД-ДТ-1;
   - датчик деформации тензометрический полномостовой СМД-ДТ-2П;
   - датчик деформации потенциометрический СМД-ДП-1;
   - датчик деформации индукционный СМД-ДП-2;
   - измеритель угла наклона двухкоординатный ИН-Д3ц;
   - измеритель угла наклона двухкоординатный ИУН2-1;
   - тензометр закладной ТЗБ-200 и т.д., образующие вместе с устройством преобразования и передачи информации (УППИ) и блоком аккумуляторов (БА) моты беспроводной сенсорной сети.

Указанная система предназначена для контроля текущего напряженно-деформированного состояния несущих конструкций зданий и сооружений в процессе их эксплуатации, при возникновении аварийных ситуаций и обеспечивает выполнение следующих функций:

1) периодический контроль напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений с выдачей информации о месте приближения измеренных значений к критическим значениям;

2) гибкость конфигурации при установке датчиков и сенсорных узлов;

3) при превышении измеренных значений критических напряжений и деформаций, формирование сигналов опасности, выдача информации о месте превышения проектных значений прочности и деформации;

4) автоматическая регистрация событий в разработанной системе и выдача отчетов о событиях в соответствии с запросом оператора;

5) возможность просмотра состояния объекта через веб-браузер;

6) автоматическое оповещение в виде sms-сообщений ответственным лицам при недопустимых значениях напряжений и деформаций в элементах конструкции зданий и сооружений.

Отличительной особенностью предложенной системы является простота и высокая скорость развертывания, надежность и удобство пользования – датчики всех типов объединены в единую беспроводную сеть, что позволяет контролировать строительные объекты весьма большой протяженности за счет ретрансляции показаний одного датчика через другие (выполняющие при этом функции маршрутизаторов). Выход из строя одного из датчиков не приводит к прекращению передачи и накоплению информации, так как сеть автоматически переконфигурируется и для прохождения информации от датчика выбираются другие маршруты передачи информации.

Построение системы мониторинга деформаций зданий и сооружений на основе проводной сенсорной сети требует проведения дорогостоящих кабельных работ, наличия специально подготовленного персонала для монтажа и технического обслуживания сети. При этом отсутствует возможность компактного размещения датчиков на объекте, надежность сети на 100% зависит от функционирования ее отдельных элементов. Исходя из этих соображений, для построения системы мониторинга деформаций конструкций зданий и сооружений и была выбрана сетевая технология ZigBee.

Для организации беспроводной сети используются маломощные радиочастотные трансиверы второго поколения стандарта IEEE 802.15.4 компании Texas Instruments (TI), работающие на нелицензируемой частоте 2,4 ГГц. Радиотрансивер имеет хорошую избирательность и совместимость с другими устройствами, а также высокий энергетический потенциал.

Радиотрансивер применяется совместно с микроконтроллером семейства MSP430, производства компании TI. Микроконтроллер обладает сверхнизким энергопотреблением, а радиотрансивер уменьшает нагрузку на него, обеспечивая расширенную аппаратную поддержку для обработки пакетов, буферизации данных, передачи информации со сжатием во времени, шифрования данных, аутентификации данных, оценки состояния канала, индикации качества линии связи и информации хронометрирования пакетов. Дальность связи между соседними датчиками определяется условиями распространения сигналов и может достигать расстояния до 500 метров. Благодаря такому решению достигается более высокая степень надежности по сравнению с проводными системами передачи данных, так как при проведении строительных работ крайне высока вероятность механических повреждений кабельных линий связи. В целом применение СМД позволяет обеспечить следующие преимущества подсистемы сбора данных:

1) гибкость конфигурации при установке мотов;

2) снижение трудозатрат на монтаж, пуско-наладку и сопровождение;

3) простота наращивания системы;

4) высокая отказоустойчивость в условиях возможного выхода из строя датчика.

Поскольку процесс деформации зданий и сооружений очень медленный и только в экстренных ситуациях требуется непрерывный поток информации, то алгоритм работы предложенной системы позволяет задавать интервалы опроса датчиков от 5 секунд до 1 месяца. В большинстве случаев для мониторинга объекта достаточно 1-2 измерений в сутки. При таком интервале опроса указанных датчиков (при использовании штатных блоков аккумуляторов) обеспечивает получение информации о состоянии объекта в течение одного года, а при непрерывном опросе датчиков от 7 до 15 дней.

На рис. 2 представлена структурная схема мота беспроводной сенсорной сети ZigBee, который является идентичным по отношению к каждому из предложенных типов применяемых датчиков: ПП - первичный преобразователь; F - физическое или силовое воздействие на ПП; УППИ - устройство преобразования и передачи информации (рис. 3), состоящее из: НУ - нормирующий усилитель, RTC - часы реального времени, МК - микроконтроллер; РТ - радиотрансивер; УМП - управляемый

модуль питания; и блок аккумуляторов (БА), обеспечивающий электропитание УППИ и первичного преобразователя. Применяемые типы первичных преобразователей (ПП) в составе мота беспроводной сенсорной сети ZigBee системы мониторинга деформаций, представлены на рис. 4.

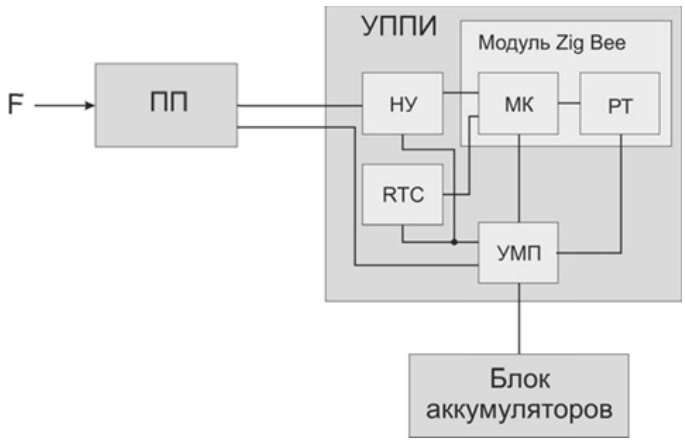


Рис. 2. Структурная схема мота беспроводной сенсорной сети ZigBee СМД

а) б)

Рис. 3. Устройство преобразования и передачи информации (УППИ) по сетевой технологии ZigBee (а) и мот системы мониторинга деформаций (б)

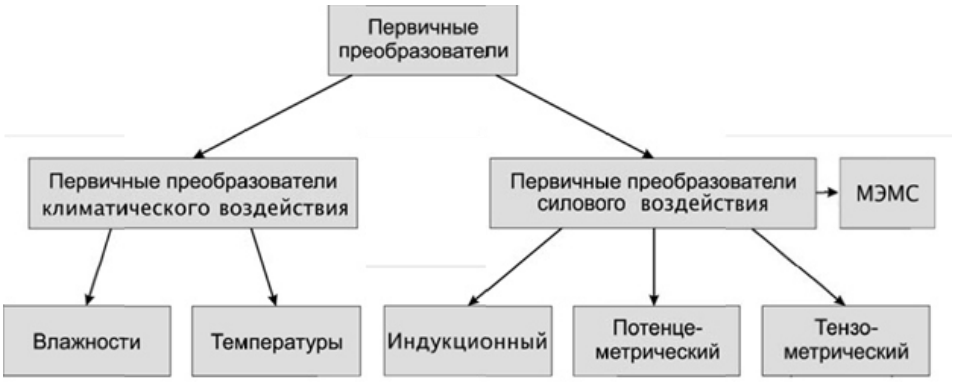


Рис. 4. Типы первичных преобразователей для мотов СМД

Датчики наклона (инклинометры) используются для контроля величины наклона объектов относительно гравитационного поля Земли. В СМД применяются как датчик ИН-ДЗц производства ЗАО «НТП Горизонт» (рис. 5, а), так и датчик ИУН2-1 производства ОАО «Авангард» (рис. 5, б) на основе технологии МЭМС. ИУН2-1

а) б)

Рис. 5. Датчики угла наклона (инклинометры): а) ИН-Д3ц; б) ИУН2-1

Для измерения линейных перемещений элементов конструкций зданий и сооружений используются тензометрические датчики деформации СМД-ДТ-1 (полумостовой) и СМД-ДТ-2П (мостовой) производства ОАО «Авангард».

Внешний вид тензометрических датчиков показан на рис. 6

а) б)

Рис. 6. Общий вид тензометрических датчиков деформации:
а) полумостовой СМД-ДТ-1; б) мостовой СМД-ДТ-2П

Потенциометрический датчик СМД-ДП-1 используется для измерения больших линейных перемещений элементов конструкций промышленных объектов (рис. 7).

Он представляет собой питаемую переменным напряжением катушку индуктивности, выполненную в виде неподвижного элемента конструкции, и скользящей по ней подвижной щётке.

Рис. 7. Потенциометрический датчик деформации СМД-ДП-1

На рис. 8 показан индукционный датчик деформации СМД-ДП-2.

Рис. 8. Индукционный датчик деформации СМД-ДП-2

СМД-ДП-2 обеспечивает большой диапазон измеряемых линейных перемещений (от 0 до 40 мм) и высокую точность (0,5 %) при потребляемой мощности в 1 Вт.

На рис. 9 приведен внешний вид датчика влажности и температуры производства ОАО «Авангард».

Рис. 9. Датчик влажности и температуры

Координатор беспроводной сети СМД-КМ (рис. 10) осуществляет опрос мотов короткими сенсорами связи (остальное время моты и координатор находятся в «спящем режиме» с малым энергопотреблением) в связи с программой, заложенной в координаторе, сохранение информации в своей памяти и обмен информацией по интерфейсу USB или через встроенный GSM (GPRS) модем с ПЭВМ (ноутбуком), на которой установлено специальное программное обеспечение (ПО). Имеется возможность передачи данных с координатора на ПЭВМ (ноутбук) с помощью флэш-накопителя, отправки тревожных сообщений по SMS и электронной почте.

Рис. 10. Координатор беспроводной сенсорной сети СМД-КМ

Рассматриваемое решение позволяет объединять в беспроводную сенсорную сеть ZigBee до 10000 датчиков и строить территориально распределенные системы мониторинга деформаций строительных конструкций зданий и сооружений. Для включения мотов с датчиками в системе выделяются кластеры, построенные на базе координаторов. Координаторы сети могут подключаться к сети Интернет через сетевой кабель Ethernet, по технологии Wi-Fi, через внешний GSM-модем (по каналу GPRS) или LTE-модем.

В целом представленная система мониторинга технического состояния уникальных, высотных, ядерных и экологически опасных объектов, совмещенная с системой активного управления уровнем эксплуатационной надежности последних, позволяет на практике полностью предотвратить возникновение каких либо предаварийных или аварийных ситуаций при эксплуатации указанных объектов, что не имеет в настоящее время, каких-либо аналогов в мире.

Литература

1. Еремин К.И., Махутов Н.А. и др. Реестр аварий зданий и сооружений 2001-2010 годов. М.: ООО «ВЕЛД» 2011. 318 с.

2. Байбурин, А.Х. Аварии зданий и сооружений. (уроки строительных аварий) /Байбурин А.Х. Стоякин И.В. – Челябинск: Изд. ЗАО « Цицеро», 2019. 124 с.

3. Михайлов А.Н. Интегрированные системы безопасности строительных объектов и сооружений // Электроника: НТБ, Спецвыпуск, 2008 г. С. 92–94.

4. Михайлов А.Н., Молев Ф.В., Балашов А.В. Беспроводная система конструкционной безопасности // СПб. : Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и студентов магистерской подготовки ОАО «Авангард», Выпуск 4, 2011 г. С. 182-194.

5. Землянский, А.А. Эффективное повышение уровня надежности АЭС за счет введения системы активного мониторинга напряженно-деформированного состояния строительных конструкций энергоблока. // Ж. «Глобальная ядерная безопасность» №1(34) 2020 С38-47 (807 из перечня ВАК).

УДК 691

Ограждающие конструкции из легкого бетона

Магеррамова Инна Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Сливков Иван Петрович, студент направления «Строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В современном строительстве ограждающие конструкции выполняют важную функцию: они не только разделяют внутреннее пространство здания на отдельные зоны, но и создают надёжный барьер от неблагоприятных внешних факторов. Среди современных строительных материалов особое место занимают лёгкие бетоны: газобетон, арболит и керамзитобетон. Их популярность обусловлена оптимальным сочетанием теплозащитных характеристик, механической прочности и экологичности, что делает эти материалы идеальным выбором для создания качественных ограждающих конструкций.

К ограждающим конструкциям относятся строительные элементы, которые формируют внешние границы здания и организуют внутреннее пространство путём отделения одних помещений от других. Проще говоря, это все те части строения, которые создают границы — как внешние, так и внутренние, разделяя общую площадь на отдельные функциональные зоны. [1].

Ограждающие конструкции делят на две группы:

Наружные. Защищают строение от различных внешних воздействий: температурных, атмосферных (осадки, излучения), химических, акустических и др.

Внутренние. Предназначены для организации пространства внутри здания или сооружения и обеспечения звукоизоляции отдельных помещений [2].

К ограждающим конструкциям относят:

1. Перегородки.

2. Не несущие и самонесущие стены.

3. Элементы заполнения проёмов (окна, ворота, двери).

4. Витражное остекление.

5. Зенитные фонари и другие.

К ограждающим элементам предъявляются строгие требования по эксплуатационным характеристикам. Они должны обладать достаточной механической прочностью и устойчивостью к нагрузкам, обеспечивать защиту от огня и воздействия низких температур, а также сохранять свои свойства на протяжении длительного времени. Кроме того, важно соответствие светотехническим параметрам, включая способность пропускать, поглощать и отражать свет в необходимых пределах.

По типу конструкций ограждающие элементы делятся на сборные (собираются на строительной площадке из готовых заводских элементов, таких как панели, блоки и щиты) и монолитные (создаются непосредственно на месте строительства).

По своей структуре ограждающие конструкции делятся на два основных типа: однородные и многослойные. Многослойные решения, сочетающие различные материалы в одной конструкции, позволяют значительно улучшить теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства при одновременном уменьшении толщины и веса конструкции. В контексте данного исследования особое внимание уделяется ограждающим конструкциям, выполненным из легких бетонов, которые представляют особый интерес для современного строительства. Лёгкий бетон включает в себя:

1. Бетоны с пористыми заполнителями, такие как керамзитобетон и перлитобетон.

2. Бетоны с лёгкими органическими заполнителями, например, арболит, костробетон и полистиролбетон.

3. Ячеистые бетоны, включая пенобетон и газобетон.

В качестве вяжущих могут быть использованы цемент, гипс, магнезиальный цемент.

Лёгкие бетоны применяются как конструкционные или теплоизоляционные материалы, обладая небольшой массой и стоимостью относительно тяжёлых бетонов.

В современном строительстве широко применяются стены, возводимые из газобетонных блоков. Этот уникальный материал производится путем смешивания вяжущих веществ, кварцевого песка и воды с добавлением специальных газообразующих компонентов. В процессе производства формируется особая структура материала с равномерно распределенными воздушными порами небольшого размера.

Такая структура придает газобетону ряд важных преимуществ: он обладает легким весом при высокой прочности и отличными теплоизоляционными

характеристиками. По своим свойствам газобетон относится к особой категории строительных материалов, сочетающих конструкционные и теплоизоляционные функции, что делает его универсальным решением для современного строительства. [3].

Газобетон активно используется в современном строительстве для создания наружных стен. Его использование позволяет существенно уменьшить толщину и вес стен, сокращая время и количество необходимых материалов. Это также важно с экономической точки зрения, поскольку снижает стоимость строительства за счёт уменьшения массы здания и затрат на фундамент.

Конструкции из газобетона имеют более высокие теплофизические показатели в сравнении с блоками из тяжелых бетонов, силикатными и керамическими штучными материалами (рис.1).

Рис. 1. Газобетонные блоки

Газобетон представляет собой полностью пожаробезопасный материал, который соответствует самым строгим требованиям пожарной безопасности. Его структура не разрушается при воздействии открытого огня, эффективно препятствуя его распространению. Уникальная пористая структура обеспечивает отличную устойчивость к низким температурам, что делает материал идеальным для регионов с холодным климатом.

Дополнительным преимуществом является его простота в обработке – газобетон легко поддается любым механическим воздействиям, таким как резка, сверление и штробление. Важное достоинство материала – его абсолютная устойчивость к процессам гниения и коррозии, что гарантирует длительный срок службы без потери эксплуатационных характеристик. [3]

К числу недостатков блоков из газобетона можно отнести:

- Хрупкость: газобетонные блоки могут повредиться при неправильной транспортировке или обращении.
- Плохая удерживающая способность крепёжных элементов: из-за пористой структуры блоков возникают сложности при установке гвоздей или шурупов, которые могут выпадать или ломаться.
- Высокое водопоглощение: это свойство может ухудшить теплоизоляционные свойства блоков и снизить прочность конструкции, поэтому необходимо обеспечивать хорошую гидроизоляцию стен и фасадов зданий из газобетона.

В строительстве активно используются стены, построенные из арболитовых блоков (рис. 2). Арболит, также известный как древобетон, представляет собой особый вид легкого бетона, в состав которого входит цементное вяжущее вещество, органические заполнители (составляющие 80-90% общего объема) и специальные химические добавки.

Рис. 2. Арболитовый блок

Этот уникальный материал получил широкое распространение в Советском Союзе в период с 1960-х по 1980-е годы. В наше время, когда все больше внимания уделяется экологичности строительных материалов, арболит вновь приобретает актуальность, успешно конкурируя с другими видами легких бетонов и предлагая экологически безопасное решение для современного строительства.

Материал получают путём смешивания древесной щепы, воды и цемента. Щепа предварительно обрабатывается для удаления сахаров и проходит процесс минерализации. Затем смесь формуется блоками и подвергается сушке.

Арболит во многом объединил в себе большую часть строительных плюсов дерева и камня. Один кубометр арболита весит от 500-800 килограммов [5]. Это сопоставимо с плотностью газобетона и примерно равно плотности соснового бруса. В

то же время куб арболита значительно легче куба кирпича (на тот же объём приходится 2 тонны), учитывая вес кладочного раствора. В сравнении с другими ячеистыми бетонами арболит выделяется высокой прочностью на изгиб, которая достигает 1 МПа, и модулем упругости до 2300 МПа. Эти параметры имеют прикладное значение – от них зависит устойчивость материалов к возникновению трещин в процессе эксплуатации зданий. Арболит обладает очень высоким показателем.

Согласно нормам СНиП, каменщики могут работать с блоками весом до 35 килограммов без использования дополнительных подъёмных механизмов, что делает процесс кладки арболитовых стен более быстрым и менее трудозатратным [6]. Арболит, также как и газобетон, легко подвергается механической обработке (рис. 3).

Из-за своего состава и пористой структуры арболит считается одним из самых тёплых строительных материалов. Его теплопроводность даже ниже, чем у древесины.

Рис. 3. Таблица средней теплопроводности материалов

Хотя в составе арболита содержится много горючих органических веществ, он считается трудновозгораемым (класс Г1) и трудновоспламеняемым (класс В1) материалом с низким дымообразованием (класс Д1). Его степень огнестойкости – одна из самых низких среди возможных.

Арболит демонстрирует превосходную способность к звукоизоляции, существенно превосходя традиционные строительные материалы вроде дерева и кирпича. Его эффективность в поглощении звуков находится в диапазоне от 0,17 до 0,6, что актуально для широкого спектра частот – от 135 до 2000 Гц. Для сравнения, кирпич показывает значительно более низкий коэффициент звукопоглощения – всего 0,04 на частоте 1000 Гц, что делает его существенно менее эффективным в борьбе с шумовым воздействием.

К числу недостатков арболита можно отнести:

1. Высокое влагопоглощение. Способно привести к возникновению плесени и грибков внутри дома, если не обеспечить качественную гидроизоляцию и вентиляцию.

2. Арболит может оказаться неподходящим материалом для строительства в районах с высокой степенью грунтовых вод или сейсмической активностью из-за его недостаточной прочности на сжатие.

В строительстве широко применяются цельные стеновые панели, изготовленные из керамзитобетона. Этот вид легкого бетона производится на основе цементного вяжущего вещества, в качестве крупного заполнителя используется керамзитовый гравий, а в качестве мелкого – либо керамзитовый песок, либо природный песок, либо их комбинация.

В конструктивном исполнении ограждающие элементы из керамзитобетона представляют собой сплошные монолитные стены. Особенность их создания заключается в том, что бетонная смесь готовится непосредственно в процессе строительства на месте возведения объекта, что позволяет оперативно адаптировать состав под конкретные условия строительства.

Технология строительства включает подготовку смеси из керамзитового песка и гравия фракции 4–8 мм и цемента марки М400 или М500. Смесь тщательно перемешивают, затем заливают в опалубку.

Рис. 4. Панель из керамзитобетона

Стены из керамзитобетона имеют ряд преимуществ:

1. Отличные теплоизоляционные свойства: керамзит обладает низким коэффициентом теплопроводности, что способствует сохранению тепла в помещении и экономии на отоплении;

2. Влаго- и химическая стойкость: керамзитобетон не подвержен гниению, коррозии и воздействию агрессивных сред, что делает его идеальным материалом для строительства в разных климатических условиях;

3. Простота в уходе: стены из керамзитобетона не требуют дополнительной обработки или регулярного обслуживания, что снижает затраты на эксплуатацию здания.

Ограждающие конструкции из керамзитобетона широко используются в строительстве жилых, административных и промышленных зданий. Они обеспечивают теплоту, прочность и долговечность стен, соответствующих современным стандартам качества и энергоэффективности зданий.

Несмотря на множество преимуществ, керамзитобетон имеет ряд ограничений в применении:

Во-первых, из-за неидеальной геометрической формы строительных элементов в готовых конструкциях могут образовываться так называемые «мостики холода», что снижает общую теплоэффективность здания.

Во-вторых, конструкции из керамзитобетона требуют дополнительной внешней отделки стен, что особенно актуально при строительстве в регионах с холодным климатом. Это не только улучшает внешний вид здания, но и повышает его защитные характеристики от неблагоприятных погодных условий. В современном строительстве особое значение имеют ограждающие конструкции, которые не только формируют внутреннее пространство здания, разделяя его на функциональные зоны, но и создают надежный барьер между внутренней средой помещения и внешними факторами.

Среди современных строительных материалов особое место занимают различные виды легких бетонов: газобетон, арболит и керамзитобетон. Их применение в качестве ограждающих конструкций особенно перспективно благодаря комплексу преимуществ: отличной теплоизоляции, высокой прочности и полной экологической безопасности. Эти материалы идеально сочетают в себе защитные функции с комфортом проживания, что делает их оптимальным выбором для современного строительства.

Литература

1. Материалы для ограждающих конструкций при проектировании объектов [Электронный ресурс] – https://mco-7.ru/blog/materialy-dlja-ograzhdajuschih-konstruktsij.

2. Ограждающие конструкции. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс] – URL: https://bigenc.ru/c/ograzhdaiushchie-konstruktsii-398044.

3. Эффективность ограждающих конструкций из бетона и каркасно-обшивных модулей [Электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ograzhdayuschih-konstruktsiy-iz-lyogkogo-yacheistogo-betona-i-karkasno-obshivnyh-moduley-v-mnogoetazhnyh-karkasnyh/viewer.

4. АрболитЭкстраДом [Электронный ресурс] – URL: https://arbolitecostroydom.ru/kak-vyibrat-pravilnyij-arbolit.

5. Инфокам «Сколько весит арболит» [Электронный ресурс] – URL: https://infokam.su/n34256.html.

6. Журнал К-BLOK «Арболит – мифы, минусы, плюсы блоков и недостатки дома из арболита.» [Электронный ресурс] – URL: https://kblok.ru/blog/dom-iz-arbolita-za-i-protiv-plyusy.

7. Состав и характеристики керамзитобетона [Электронный ресурс] – URL: https://blog.velesark.ru/kharakteristiki-keramzitobetona.

УДК 691

Заполнители для бетонов из отходов производств

Магеррамова Инна Александровна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Магеррамова Арина Рауфовна, студент направления «Строительство»;
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье описываются отходы текстильной промышленности, применяемые как вторичное сырье для изготовления легких бетонов. Описываются отходы предприятий, используемые в виде армирования бетонов, а также их свойства.

В России расположено множество промышленных предприятий и заводов, которые в процессе производства различных материалов и изделий генерируют значительное количество отходов. Эти производственные остатки скапливаются на обширных территориях, образуя настоящие свалки. Проблема переработки отходов в

стране остается крайне актуальной, поскольку существенная часть мусора не утилизируется, а просто складируется, увеличивая объемы отходов [1].

Для иллюстрации данной проблемы рассмотрим ситуацию на примере отходов текстильной промышленности.

В процессе производства и потребления образуются текстильные отходы, включающие химические, хлопковые и смешанные волокна. По уровню опасности они классифицируются как IV и V классы, но из-за отсутствия необходимого оборудования на предприятиях их невозможно переработать, поэтому они отправляются на свалки.

Тем не менее, эти отходы можно эффективно применять как вторичное синтетическое сырье для армирования при производстве легких фибробетонов.

В масштабах России текстильные отходы составляют 5% от общего объема твердых бытовых отходов (приблизительно 17 млн тонн в год), что эквивалентно 850 тысячам тонн в год. При этом объемы этих отходов постоянно увеличиваются.

К отходам синтетического сырья относятся:

- обрезки тканей с текстильных фабрик;
- вторичное текстильное сырье на основе капроновых изделий;
- путанка из синтетических волокон, образующаяся при производстве полипропиленовых изделий.

Для производства легких бетонов в качестве фибрового компонента можно использовать различные виды производственных отходов:

- остатки тканевых материалов;
- отходы от производства капроновых чулочно-носочных изделий;
- производственные остатки при изготовлении полипропиленовых изделий.

Важно отметить, что перед использованием любого типа текстильных отходов требуется провести их предварительную обработку и разрыхление. Объем необходимых подготовительных работ определяется несколькими факторами:

- химический состав отходов;
- их физический вид;
- место образования в производственном процессе;
- уровень загрязнения посторонними примесями.

Отходы текстильного производства представляют собой обрезки ткани различных размеров и разнообразного состава. Их классификация регламентируется ГОСТ 4.115-84 «Система показателей качества продукции. Сырье вторичное текстильное сортированное и отходы производства, текстильные сортированные»

(рис.1).

Рис. 1. Отходы и волокна из лоскутов ткани

В состав таких отходов входят различные компоненты:

- хлопковая ткань;
- фрагменты ткани, обработанные водоотталкивающими составами;
- материалы, пропитанные смолами;
- ткани с лаковым покрытием;
- фрагменты, покрытые масляными красками;
- элементы с полимерными композициями;
- синтетические ткани;
- резиновые детали швейного производства.

Отходы чулочно-носочного производства состоят преимущественно из полиамидных волокон (90-95% полиамида) и подлежат классификации согласно ГОСТ 10590-75 «Сырье вторичное текстильное сортированное из смешанных волокон. Технические условия» [4].

Эти волокна обладают выдающимися характеристиками:

- высокая прочность;
- износостойкость;
- химическая устойчивость;
- стойкость к разложению (десятилетия).

Благодаря своим физико-механическим свойствам, такие отходы перспективны для использования в качестве фибрового компонента в бетонных смесях [3]. Их преимущества включают:

- высокую прочность;
- эластичность (низкий модуль упругости);
- значительные деформации при разрыве;
- химическую инертность, в том числе к щелочным реакциям в цементной матрице.

Влияние на процесс твердения бетона зависит от концентрации волокон [2]:

- при содержании 0,1 – 0,2% не влияет на гидратацию цемента;
- при более высоком содержании изменяет условия твердения матрицы.

Важно отметить экологическую составляющую: переработка таких полимерных отходов является эффективным способом рекуперации сырья, который позволяет минимизировать (рис. 2) [5, 10]:

- загрязнение атмосферы;
- загрязнение водных объектов;
- воздействие на рельеф местности;
- отрицательное влияние на здоровье человека.

Рис. 2. Отходы и волокна из капроновых чулочно-носочных изделий

В России существует масштабное производство полипропиленовых изделий, при котором образуются специфические отходы - полипропиленовая фибрилиновая путанка. Эти отходы регламентируются следующими стандартами: ГОСТ Р 57043-2016 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Характеристики вторичных полипропиленов», ГОСТ ISO 1346-2013 «Изделия канатные из полипропиленовых фибрилиновых пленочных нитей».

Полипропиленовое волокно представляет собой синтетический материал, получаемый путем полимеризации пропилена (рис. 3). Его основные характеристики включают:

- повышенную деформативность;
- высокую химическую стойкость;
- значительную прочность на растяжение;
- хороший модуль упругости.

Для проведения экспериментальных исследований свойств таких волокон применяются следующие нормативные документы: ГОСТ 14613-83 «Фибра. Технические условия», ГОСТ 8541-2014 «Изделия чулочно-носочные…», ГОСТ 4643-75 «Отходы потребления текстильные…», ГОСТ 24221-94 «Ткань кордная

капроновая», СТО 15122014-2014 «Бетон, армированный полипропиленовой фиброй». [6-9]

Рис. 3. Отходы из полипропиленовой фибрилиновой путанки

Таким образом, текстильные отходы (как вторичное сырье) можно применить при изготовлении легких бетонов в качестве заполнителей и армирования.

Литература

1. Соловьев В.Г. Эффективность применения различных видов фибры в бетоне / В.Г. Соловьев, Е.А. Шувалова // Международный исследовательский журнал. – 2017. - № 9-3 (63). – С. 78-81.

2. Шилкина С. В. Мировые тенденции управления отходами и анализ ситуации в России. / С.В. Шилкина // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». Т. 1. - 2020. - № 1. – 5 с.

3. ГОСТ 4.115-84 Система показателей качества продукции. Сырье вторичное текстильное сортированное и отходы производства текстильные сортированные. - М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. – 7 с.

4. ГОСТ 10590-75 Сырье вторичное текстильное сортированное из смешанных волокон. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – 6 с.

5. Коровкин М.О. Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне. / М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина, А.Р. Янбукова // Инженерный вестник Дона. – 2017. - № 2. – 129 с.

6. ГОСТ ISO 1346-2013 Изделия канатные из полипропиленовых фибрилиновых пленочных нитей, мононитей, мультифиламентных нитей (ПП2) и полипропиленовых мультифиламентных нитей высокой прочности (ПП3) 3-, 4-, и 8-прядные. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2021. – 11 с.

7. ГОСТ 14613-83 Фибра. Технические условия. - М.: Государственный комитет СССР по стандартам. 2015. – 28 с.

8. ГОСТ 8541-2014 «Изделия чулочно-носочные, вырабатываемые на круглочулочных автоматах. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2015. – 50 с.

9. ГОСТ 4643-75 Отходы потребления текстильные хлопчатобумажные сортированные. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 1975. – 7с.

10. ГОСТ 24221-94 Ткань кордная капроновая. Технические условия. - Минск: Межгосударственный совет стандартизации, метрологии и сертификации, 1994. – 19с.

УДК 372.862

Инженерно-техническая подготовка школьников как основа формирования профессиональных инженерных кадров

Марьина Надежда Леонидовна, кандидат технических наук, доцент,
учитель МАОУ Гимназия 2, г. Балаково

Инженерно-техническая подготовка школьников играет ключевую роль в формировании профессиональных инженерных кадров. Проект направлен на развитие у школьников навыков и знаний в области инженерии и техники. Через проведение практических занятий, мастер-классов, лекций и экскурсий учащиеся получают представление о различных инженерных специальностях и областях применения технических знаний. В процессе обучения школьники учатся работать с инженерным оборудованием, проектировать и создавать простые устройства, а также решать технические задачи. Цель проекта – подготовить молодежь к будущей профессиональной деятельности в области инженерии, стимулировать интерес к техническим наукам и повысить уровень технической грамотности среди школьников.

Президент России Владимир Путин 29 февраля 2024 года огласил послание Федеральному собранию РФ. В своей речи глава государства обозначил курс развития страны на следующие шесть лет, уделив в этом контексте особое внимание культурно-образовательной сфере. Фундаментальная цель, поставленная Президентом, — обеспечить тесную взаимосвязь всех ступеней системы образования и нацелить её на подготовку востребованных специалистов. К 2030 году, привёл статистику Президент, число молодых людей в возрасте от 20 до 24 лет увеличится до 8,3 миллионов человек. Задача, которая стоит перед государством, – превратить новое поколение в высококвалифицированных профессионалов, готовых к успешной интеграции в экономику 21-го века [1]. Для её успешного выполнения необходимо совершенствование образовательной системы и расширение профориентационных программ. Школьники, которые занимаются научно-техническим творчеством, должны

быть включены в систему подготовки инженерных кадров, – подчеркнул Владимир Путин, выступая 19 апреля 2024 года на съезде Союза машиностроителей России.

«Школьники и студенты уже сегодня делают уникальные, прорывные вещи: роботы, беспилотные летательные аппараты, мини-корабли. Невероятные умения и навыки демонстрируют и команды подростков на чемпионатах по рабочим профессиям», — сказал Владимир Путин. «Нужно поддержать ребят, помочь им добиться совершенства в выбранной профессии и осуществить свои самые смелые мечты, и тогда, уверен, у отечественного машиностроения будет успешное будущее, в этом мы с вами, собственно говоря, не сомневаемся» [2].

Президент России В.В. Путин утвердил изменения в школах с нового учебного года 2024/2025. В школах изменился подход к техническому обучению: появляется новый предмет «Труд» («Технология»), разрабатываются новые учебники, по которым необходимо преподавать технологию. Это уже не та технология, которая разделяла девочек и мальчиков по половой принадлежности. Это уже общие технологические навыки, умения и компетенции, которые понадобятся нашим детям в современных реалиях.

Анализ программ обучения в школах показал, что качество преподавания предмета «Технология» в школах необходимо изменить таким образом, чтобы ученики могли закреплять базовые знания, полученные при изучении естественнонаучных предметов, в проектной и практической деятельности, считает глава государства. Ещё десять лет назад было понятно, что технологическое образование в школах сильно отстаёт от современных технологий. Технологическое образование школьников проводится уже с начальной школы. С пятого по девятый класс, дети начинают изучать технологии труда, они начинают изучать робототехнику, программировать, моделировать и выходить на уровень 3D-технологий. К девятому классу школьники умеют моделировать предметы и печатать их на 3D-принтере. Они получают основные компетенции, которые воспитывают будущих инженеров: исследовательская деятельность, проектная деятельность, работа в группах, работа в командах, а также моделирование и конструирование.

Участие школьников в инженерных мероприятиях — это специфическая мыслительная и практическая деятельность человека в технической сфере, в процессе движения от идеи до макета, особенностью которой является достижение новизны конструкции, полученного материального или идеального объекта как запланированного результата [3].

Техническое творчество развивает у школьников интерес к технике и технологиям, существующим и будущим, способствует формированию мотивов к учебе, приобретению практических умений и развитию творческих способностей. Основной путь разрешения проблем в техническом творчестве – создание проблемной и научной ситуации в проектировании, решение творческих задач конструкторского характера (на конструирование и моделирование) и, как правило, изготовление материального объекта путем применения аддитивных технологий и последующей обработки макета.

Анализ показывает, что техническая проектная деятельность есть вид специфической деятельности учителя, особенностью которой является получение технических решений, требующих огромных знаний, творческого мышления, возможности заинтересовать учащихся, а также колоссальных трудо- и времязатрат от педагога.

Роль педагогов в формировании инженерных навыков бесценна. Творчество учителя технологии рассматривается как деятельность по организации и проведению учебной работы с учащимися различного школьного возраста в технической сфере, связанной с изучением, 3D- проектированием и прототипированием объектов техники. Специфическая особенность творческой деятельности учащихся заключается в ее реализации в сфере техники в процессе изучения различных технологий. Большой дефицит имеется сегодня в подготовленных кадрах для обучения школьников в свете новых реалий. Предлагаем сделать особый упор на поиск таких кадров на производстве, а также обратить внимание на творческих выпускников высших технических учебных заведений. Влияние инженерно-технической подготовки на профессиональное развитие – основная цель преподавания технической грамотности в школе. Исследование успешных кейсов профессиональной карьеры способствует не только приобретению фундаментальных знаний и навыков технологического образования, но и формирует установку на самообразование и развитие пространственного мышления, которое со времени игнорирования графических и технических дисциплин практически утрачено современным поколением. А это, в свою очередь, приводит к пробелам восприятия физики, геометрии и прочих наук. И затрудняет процесс подготовки качественных кадров в высшей школе. То есть получается замкнутый круг проблем воспитания кадров на всех этапах.

Развитие технологического образования школьников в России направлено на обеспечение экономики и производства страны высококвалифицированными кадрами, готовыми жить и работать в современной высокотехнологичной среде. Для этого

необходимо создать соответствующие условия для подготовки учителей Технологии и в процессе получения образования изучать робототехнику и программирование, 3D-моделирование и проектирование в специальных программных средах, современные аддитивные технологии и прочие современные технологии, и оборудование на курсах повышения квалификации педагогического состава.

Ориентация на инженерно-технологическую подготовку школьников в рамках технологического образования становится все более востребованной в образовательных системах страны. На наших глазах происходит смена приоритетов в инженерной подготовке кадров, связанной с интеграцией знаний и видов профессиональной деятельности, вниманием к научно-технологической грамотности и компетентности, стремлением к междисциплинарности в инженерной подготовке.

Не случайно и внимание государства и общественности к этому вопросу, активно обсуждается будущее технологического развития России и определение ключевых компетенций инженеров.

Но если труд — это всё-таки созидательная деятельность, то технология — это проектная деятельность, умение применить свои знания на практике. На технологии занимаются развитием функциональной грамотности, которая помогает решать задачи в реальной жизни, методы улучшения инженерно-технической подготовки.

Внедрение инновационных образовательных технологий отражает в себе неразрывную связь и взаимодействие компонентов общего и профессионального образования. По отношению к технологической подготовке это отражено во взаимодействии базового и вариативного компонентов школьного обучения, которые призваны находиться в стратегическом равновесии и развитии, обеспечивающем непрерывность и преемственность разделов и этапов единой образовательной системы.

Современные взгляды на систему технологической подготовки школьников показывают два основных подхода к ее сущности и реализации. Один из них может быть определен как технократический, направленный на изучение и использование технических средств решения практических проблем человека. Другой подход характеризует технологию в контексте философского, социального, экономического аспектов развития общества.

Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Труд (технология)» имеет модульную структуру: пять обязательных для изучения направлений и три модуля по выбору. Обязательными станут «Производство и технологии», «Технологии обработки материалов и пищевых продуктов», «Компьютерная графика. Черчение», «Робототехника» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование». На выбор

можно также изучать «Автоматизированные системы», «Животноводство», «Растениеводство».

Новый предмет имеет двойное название – «Труд (Технология)». Такая программа предмета в нашей гимназии функционирует уже около двух лет, ранее она называлась «Технология ИКТ». Основная работа — это переподготовка учителей, повышение квалификации педагогов, насыщение школ необходимой инфраструктурой и методикой для преподавания. В последние годы всё более актуальными становятся проблемы поиска ресурсов создания условий, способствующих эффективному управлению развитием технической творческой деятельности учащихся школы посредством качественной переподготовки преподавательских кадров. Однако важно сохранить именно многопредметность дисциплины, основанную на проектной деятельности. А потому преподавательский состав должен быть многофункционален, мотивирован на самообучение и на получение дополнительных многотехнологических знаний. В России чрезвычайно остро стоит вопрос подготовки инженеров, технологов, а без развитого пространственного, конструкторского, творческого мышления представить этих специалистов невозможно. Возникает острая необходимость разработать и провести курсы повышения квалификации для педагогов-трудовиков.

Технология — это мультипредметное направление, учитель технологии должен быть компетентным во многих вопросах, иметь, возможно, непосредственно профильное педагогическое, но наиболее предпочтительно именно инженерное политехническое образование. В рамках данного исследования представляется важным отметить, что значительная часть педагогов выражает заинтересованность в реализации программы без ее дифференциации на разные предметы.

Для детей перспективой является, в первую очередь, возможность поступить в лучшие технические вузы страны. Грамотное, с технической точки зрения, преподавание предмета даст мощный прорыв в техническом образовании для наших школьников. Нужны педагоги, которые знают, как научить работать, заинтересовать детей и дать им техническое творческое направление. Тем самым мы с юных лет сформируем базу инженеров, технологов и изобретателей. Можно сделать вывод, что жизненно необходимо партнерство с инженерными компаниями, проведение профориентационных мероприятий среди наших выпускников, что приведет к появлению большого количества инженеров, обладающих повышенными компетенциями.

Комплексный характер технологической подготовки школьников и их преподавателей предполагает ее направленность на различные области практической

деятельности. В этой связи система педагогического взаимодействия в процессе технологической подготовки может быть реализована для широкого комплекса предметов труда с выходом на ролевые функции профессий и специальностей в различных сферах социально-профессиональной деятельности.

Литература

1. «Президент России». Послание Президента Российской Федерации от 29.02.2024 г. б/н : офиц. сайт. – URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50431/page/1 (дата обращения: 27.12.2025).

2. «Президент России». Съезд Союза машиностроителей России : офиц. сайт.. – URL:http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/51746/audios (дата обращения: 27.12.2025).

3. Махотин, Д.А. Развитие технологического образования школьников на переходе к новому технологическому укладу/ Д.А. Махотин // Образование и наука. Том 19, № 7. 2017/The Education and Science Journal. Vol. 19, № 7. 2017.

УДК 711.52

Градостроительная и архитектурная специфика ансамбля купеческой усадьбы Анисима Мальцева

Попова Надежда Александровна, доктор архитектуры,
профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье приведены результаты научного мониторинга архитектуры усадебного купеческого комплекса Анисима Мальцева – памятника градостроительства и архитектуры периода середины и конца XIX века, выполненного в целях выявления как степени сохранности, так и утрат ценных специфических исторических качеств.

В историко-архитектурном наследии Балаково XIX – начала XX века прослеживается тесная взаимосвязь с развитием русской архитектуры в целом. Наиболее сложной и крупной ансамблевой композицией исторического города Балаково является усадьба Анисима Мальцева – памятник архитектуры и

градостроительства [2]. Это крупная усадьба с развитыми жилыми, производственными функциями является родовой усадьбой богатых купцов-старообрядцев, хлебопромышленников Михаила и Анисима Мальцевых. Она занимает половину квартала в границах улиц Новоузенской (Ленина), Александровской (Пролетарской) и Никольской (Советской).

Главная специфическая градостроительная черта ансамбля родовой усадьбы купцов Мальцевых – это замкнутость пространств с изоляцией разных функций, и сохранена в настоящий период. Замкнутая композиция многоклеточной объемно-пространственной структуры из 13 строений и четырех изолированных дворов вызывает повышенный профессиональный интерес к архитектуре этого почти дворцового комплекса (рис. 1). Построение ансамбля использует приемы фронтальной и глубинной композиций. Ансамбль является феноменом российской градостроительной культуры.

Рис. 1. Замкнутая градостроительная композиция усадьбы А. Мальцева (реконструкция)

Усадьба строилась в три этапа. Первый этап строительства по ул. Новоузенской (ныне Ленина) (рис. 2) был начат главой семьи Мальцевых – Михаилом Трофимовичем – в середине XIX века. Это жилой дом с воротами, когда главенствующими были строгие классические формы в сочетании с живописными элементами архитектурного

убранства оштукатуренных фасадов жилого дома гипсовыми деталями. Дом выполнен в духе русского классицизма. [2].

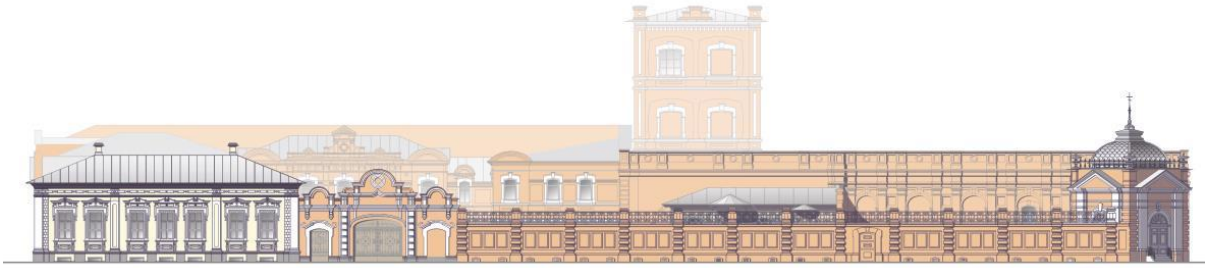


Рис. 2. Фасад ансамбля с ул. Ленина (фронтальная композиция). Первый жилой дом, въездные ворота, ограда

В настоящее время сохранилась историческая архитектурная специфика усадьбы, отражающая особенности трех исторических периодов, где использованы архитектурные исторические тенденции развития российской архитектуры – 1) русский классицизм с чертами барокко середины Х1Х; 2) неоклассицизм в кирпичном стилизации конца Х1Х в.; 3) ранний модерн начала ХХ в.

В традициях русского классицизма выполнен первый дом Михаила Трофимовича Мальцева, черты которого сохранены до настоящего времени. Главный фасад дома имеет характерную трехчастную композицию за счет его деления профилированными пилястрами, прямоугольные окна и карниз, украшенные изящными лепными деталями. Белые фигурные наличники с гипсовыми деталями на фоне цветной гладко оштукатуренной кирпичной стены – одна из главных особенностей архитектуры этого периода. Главные ворота усадьбы и внутренняя ограда липового сада выполнены с использованием характерных форм барокко. Проем ворот имеет подковообразную форму и фланкирован рустованными лопатками.

К архитектуре второго периода конца Х1Х века, неоклассицизм в кирпичной стилизации, относятся все основные здания и сооружения и ограды усадьбы, за исключением жилого дома Екатерины Мальцевой, выполненного в начале ХХ века периода раннего модерна. Рассмотрим некоторые строения, которые сохранили черты неоренессанса в кирпичной стилизации, определяющие ценное историко-архитектурное наследие.

В книге «Стили в искусстве» [1] Власов В.Г. отмечает следующее: кирпичный стиль – одно из рациональных течений в архитектуре России конца XIX века, пришел на смену недолговечной и непрочной штукатурке. В строительную практику приходит новый способ отделки фасадов. При возведении здания поверхность кладки стали либо оставлять обнаженной, либо облицовывать качественным кирпичом без штукатурки.

На замену трудоемким лепным украшениям приходит рациональный декор из фигурного кирпича

В период владения усадьбой Анисимом Мальцевым в конце XIX века она получила большую часть своих строений кирпичного стиля и приобрела вид, дошедший до нас.

При Анисиме в кирпичном стиле направления неоклассицизма были построены двухэтажный дом Анисима, каретная, хозяйственные и служебно-хозяйственные корпуса, расположенные по периметру главного двора (рис. 3), а также флигель и конюшня, образующие конюшенный двор, водокачка.

Рис. 3. Фронтальная композиция уличного фасада ансамбля с ул. Советская. Флигель, ворота, главный жилой дом Анисима, дом Екатерины и первый дом Михаила

Рис. 4. Глубинная градостроительная композиция парадного двора усадьбы Анисима Мальцева. Слева жилой дом Анисима, в центре каретный сарай и справа гостиный корпус

Неоклассические черты сохранены в архитектуре брандмауэра (рис. 5), кирпичной стены, отделяющего липовый сад от хозяйственного двора [3]. Вся его поверхность украшена великолепным рельефом, напоминающим римский стиль. Массивная стена разбита на 6 секций пилястрами, соединенными между собой полуциркульными декоративными арками, каждая из которых увенчана замковым камнем. Выделяется металлический фигурный кронштейн (рис. 6.)

Рис. 5. Брандмауэр. Конец Х1Х века

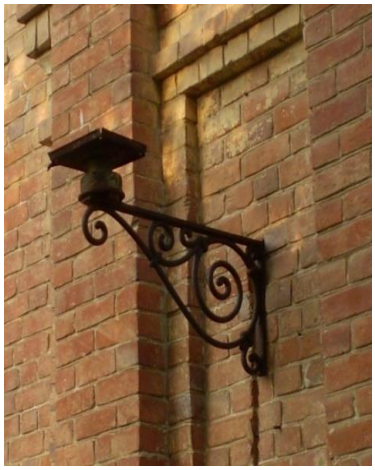


Рис. 6. Кронштейн фонарь

Одна из немногочисленных, сохранившаяся в Балаково ценных оград из кирпича (рис. 7) – это внешняя ограда усадьбы А. Мальцева конца Х1Х века. Кирпичная мощная стена расчленена с помощью рустованных лопаток на секции. Венчают ограду между кубообразных тумб литые чугунные решетки с декоративным рисунком.

Рис. 7. Внешняя кирпичная ограда с металлической решеткой усадьбы А. Мальцева по ул. Ленина

В южной части усадьбы (рис. 8, 9) сохранилась высотная доминанта композиции комплекса – исторический раритет усадьбы, образец исторической промышленной архитектуры неоклассицизма. Это четырёхъярусная кирпичная башня-водокачка над

артезианской скважиной, которая снабжала Балаково высококачественной питьевой водой. Водокачка состоит из двух объединенных объёмов: четырёхэтажной водонапорной башни и двухэтажного кубического объёма служебно-хозяйственного назначения. Фасад башни разделён на четыре яруса подоконными тягами, углы фланкируют фигурные лопатки, в центре каждого яруса – окно с кирпичными наличниками, на боковых фасадах оконные проёмы чередуются с ложными окнами. Водокачка не функционирует. Многие архитектурные элементы строения утрачены и требуют реставрации.

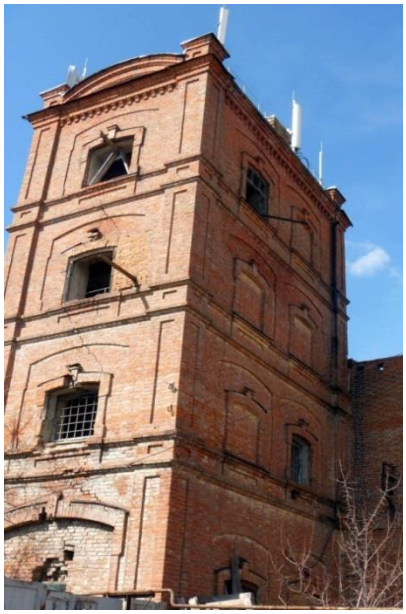


Рис. 8. Водонапорная башня

Рис. 9. Хозяйственно-бытовой корпус. Конец XIX в.

В начале XX века строится дом дочери Анисима Мальцева – Екатерины (рис. 3) с рациональными чертами раннего модерна.

Летом 2024 года студенты гр. СТЗС-21 БИТИ НИЯУ МИФИ во время летней практики провели научное натурное обследование современного состояния всех строений усадебного комплекса А. Мальцева. Фотографическая и обмерная фиксация элементов экстерьера фасадов строений, определили степень разрушений и дефектов и сохранившихся ценных качеств памятников.

В результате проведенного градостроительного и архитектурного анализа определена сохранность общих градостроительных форм и архитектурная специфика ценных фасадных деталей, проявляющих стилевые архитектурные особенности ансамбля усадьбы Анисима Мальцева, выполненных в формах, характерных для архитектуры раннего модерна рубежа XIX – XX столетий, сочетая в себе черты русского классицизма, барокко, ампира и ренессанса.

Литература

1. Власов, В.Г. Стили в искусстве. Словарь. Архитектура, графика, декоративное искусство, живопись, скульптура. СПб., 1995. С. 274.

2. Попова, Н.А. Балаково. Историко-архитектурное наследие. Саратов, 2008.

3. Попова, Н.А. Неоклассическая стилизация в памятниках купеческой архитектуры Балаково. БИТИ. Балаково, 2023.

УДК 711.52

Результаты натурного обследования усадьбы купца Анисима Мальцева, водонапорная башня

Елохов Сергей Васильевич, студент направления «Строительство»;

Попова Надежда Александровна, доктор архитектуры,

профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье приведены некоторые результаты научного исследования современного состояния памятника архитектуры, которые выполнялись во время учебной практики в июле 2024 года. Натурное обследование содержало: фотографическую и обмерную фиксацию элементов экстерьера и интерьера памятника с выявлением разрушений и дефектов и сохранившихся ценных качеств. Заданием на практику являлось выполнение архитектурного обследования водонапорной башни. Работа содержит: визуальный осмотр, фотофиксацию с описанием памятника; обмерную фиксацию с вычерчиванием; составление дефектной ведомости.

Водонапорная башня, находящаяся на территории усадьбы купца Анисима Мальцева и расположенная в г. Балаково, по улице Советская, 40, выполняла важную функцию – обеспечивать водоснабжение усадьбы.

1. Результаты визуальной и фотографической фиксации фасадов памятника.

Историческая усадьба содержит 13 строений, 3 изолированных двора и сад: 3 жилых дома, каретная с лавкой, служебно-хозяйственный корпус, флигель с воротами, конюшня, водонапорная башня, механическая мастерская, дом управляющего, липовый сад с чайным домиком, рельефным брандмауэром, металлической ажурной оградой, уличной рельефной оградой и въездными торжественными воротами.

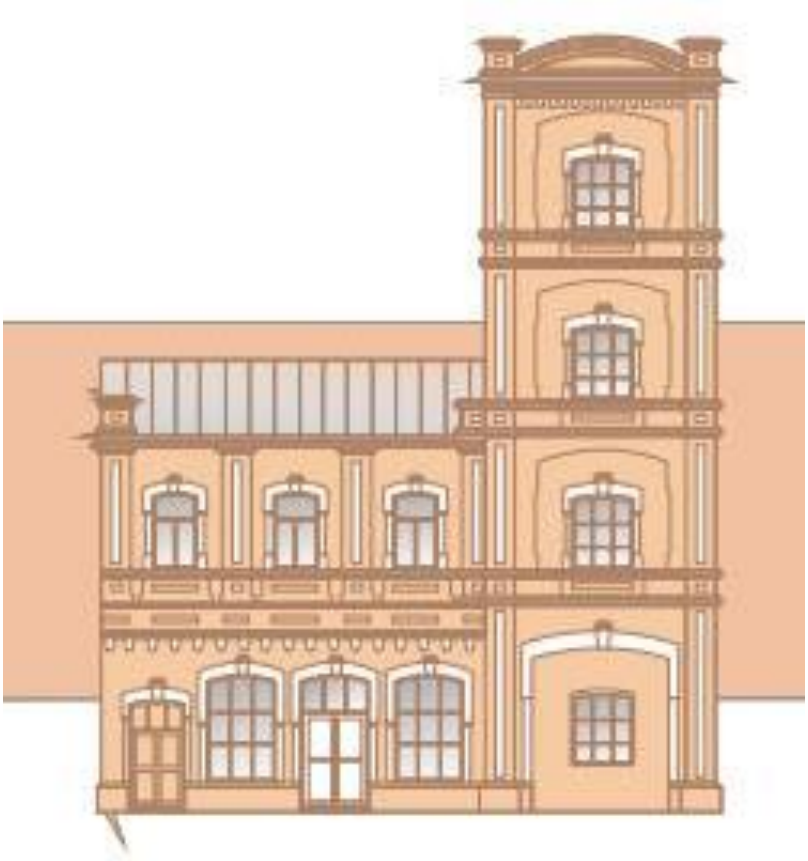


Рис. 1. Общий фасад водонапорной башни и механического корпуса усадебного комплекса Анисима Мальцева со стороны Пролетарской улицы. Использованы и откорректированы материалы дипломного проекта Кашаевой Е.О. [3]

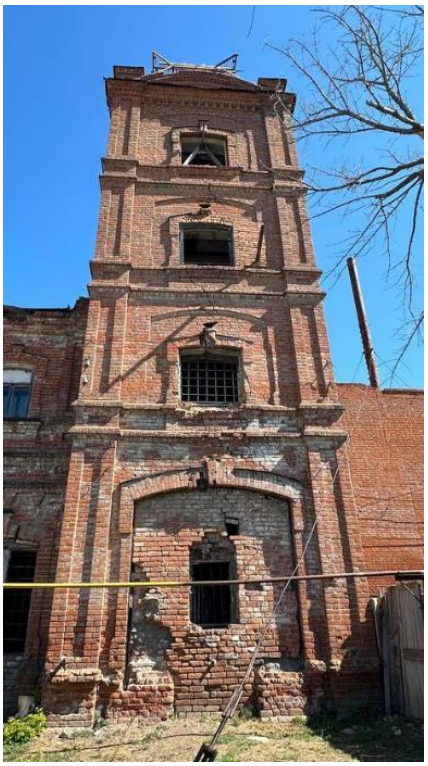


Рис. 2. Южный фасад башни

Рис. 3. Фото восточного фасада

Рис. 4. Западного фасада башни

Рис. 5. Фото восточного фасада

Водонапорная башня в комплексе застройки усадьбы купца Анисима Мальцева представляет собой памятник, образец промышленной архитектуры (рис. 2). Это высотный кирпичный четырехэтажный объем башни, сблокированный с двухэтажным механическим корпусом. Башня построена из облицовочного кирпича в период модерна в конце XIX – нач. XX вв., сохранила архитектурные элементы стиля неоренессанс.

В результате визуального обследования и фотофиксации выявлено: памятник сохранил исторические объемы и размеры. Здание пустует, общее состояние удовлетворительное, имеются разрушения кладки, однако архитектурно-художественное убранство внешних стен сохранило свой исторический стилевой колорит.

Сохранились стилевые архитектурные элементы убранства стен башни: уступчатый карниз (сухарики); углы закреплены рельефными лопатками, пояса между ярусами, прямоугольные тумбы по углам верхнего завершения, лучковый рельефный аттик с архивольтом; рельефные сандрики с замковым камнем [1].

2. Обмерная фиксация и составление обмерных чертежей современного состояния фасада.

В исследовании применен модульный метод обмерного чертежа, за модуль приняты размеры исторического кирпича. Его размеры представлены ниже.

Длина ложка – 240 мм (рис. 4.), высота тычка – 70 мм (рис. 5). Толщина слоя соединительного раствора – 10 мм. Работа выполнялась по методике Подъяпольского [2].

Рис. 6. Фото обмеров исторического кирпича

3. Исследование основных разрушений, переделок и дефектов

За время практики были выявлены такие дефекты, как разрушение кирпичной кладки, повреждение и высыпание кирпича, растрескивание и отслаивание краски на разных участках, высолы на кирпичной кладке, трещины. Примеры дефектов приведены ниже.

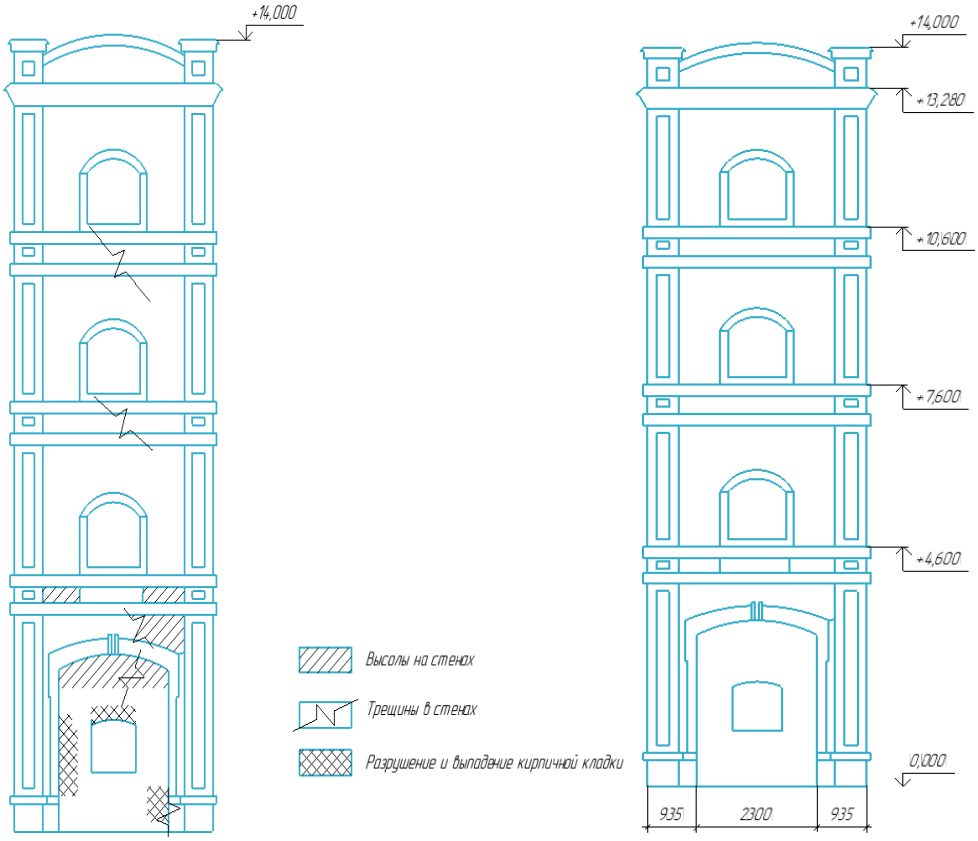


Рис. 7. Южный фасад Водонапорной башни с выявленными дефектами и размерами

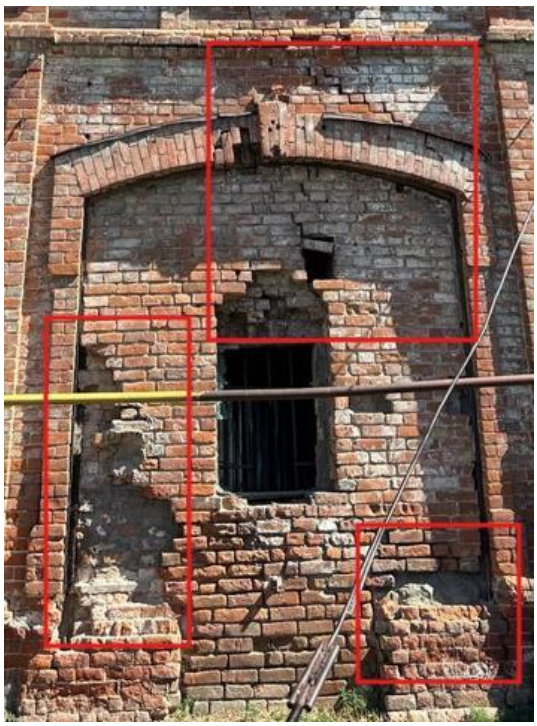


Рис. 8. Разрушение кирпичной кладки на южном фасаде башни

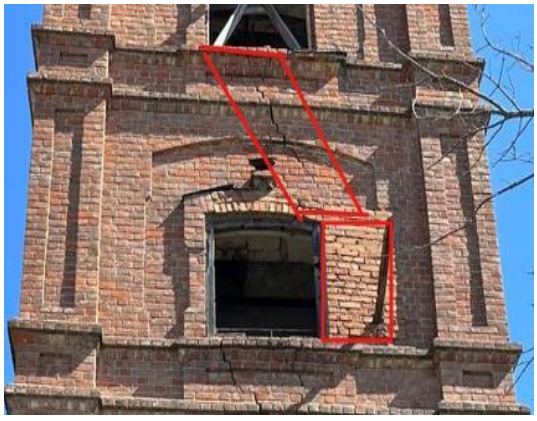


Рис. 9. Трещины кирпичной кладки на фасаде водонапорной башни

Основной целью проведения работ на памятнике архитектуры и градостроительства является продление его жизни как ансамбля разновременных сооружений периода модерна неоклассической стилизации, обладающего многосторонней культурной ценностью. Важной частью наследия комплекса является образец промышленной архитектуры конца XIX века – водонапорная башня с артезианской скважиной, которые требуют восстановления.

В научном отчете определены с помощью архитектурного сравнительного анализа сохранившиеся ценностные качества памятника. Выявлены изменения и разрушения, требующие незамедлительных мер для их устранения и сохранения

историко-архитектурного наследия. Работа будет применена для реставрации памятника с целью использования его Балаковской Епархией.

Литература

1. «Балаково. Историко-архитектурное наследие». Попова Н.А. Саратов, – 2009.

2. Подъяпольский, С.Ч, Бессонов, Г.Б. Реставрация памятников архитектуры: Уч.пособие для архитектурных вузов.М., – 1988.

3. Кашаева, Е.О. Дипломный проект по реновации усадьбы Анисима Мальцева. БИТИ, Балаково, – 2015.

УДК 624.014

О фермах покрытий, применяемых в зданиях и сооружениях

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Дрындина Ирина Витальевна, студент направления «Строительство»;
Шумкаева Ева Петровна, студент специальности «Строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассматриваются различные типы ферм из металла, железобетона, дерева. Анализируется каждый вид фермы, указываются их достоинства, недостатки и возможное применение. Приводится сравнение массы и стоимости ферм из разных материалов.

Фермы служат для покрытия больших пространств, что позволяет сократить использование материалов и снизить общий вес конструкций. Это особенно важно в строительстве большепролетных объектов, мостов, стропильных систем для промышленных и спортивных зданий, а также при возведении небольших легких сооружений, включая павильоны, сценические установки, подиумы и т.д.

С ростом масштабов строительства и новыми требованиями к повышению энергоэффективности, применение ферм становится всё более востребованным. Они находят использование не только в жилых и коммерческих объектах (дома, офисы, торговые центры), но также в промышленных (цеха, склады, ангары) и культурных

(музеи) постройках, а также спортивных сооружениях (бассейны, стадионы, катки). Благодаря современным технологиям и материалам, возможно создание конструкций, которые отличаются лёгкостью и прочностью, что делает фермы незаменимыми в современной архитектуре и строительстве.

Материал для изготовления фермы выбирается в зависимости от нагрузок, пролета, района строительства, а также от выделенного бюджета на строительство здания. При этом наибольшее внимание уделяется материалу конструкции, как основному фактору, позволяющему оценить ее стоимость и принять тип фермы.

Цель данной работы – провести анализ влияния вида материала и типа фермы на массу и стоимость, выявить достоинства и недостатки материалов для ферм покрытий.

Металлические фермы

Они используются для перекрытия длинных пролетов объектов, чтобы сделать конструкцию легкой и уменьшить количество металла на ее изготовление [1].

Достоинства:

- высокая прочность;

- скорость установки;

- низкая трудоемкость монтажных работ;

- готовность металла к дальнейшим этапам строительства; в отличие от древесины стальные стропила не требуют высыхания, проведения обработки их элементов антипиренами и антисептиками;

- легкий вес и небольшая металлоемкость;

- высокая устойчивость к влаге, неблагоприятным погодным условиям и агрессивным компонентам в воздухе (при наличии надежного антикоррозионного слоя);

- стойкость к биологической коррозии – в стальных стропилах не заведутся насекомые, грибки или бактерии, присутствие которых может повлиять на несущие показатели конструкции.

Недостатки**:**

- высокая стоимость; при небольших пролетах материалы и процесс изготовления делают их дороже в сравнении с деревянными или железобетонными балками;

- стальные фермы подвержены риску коррозии из-за воздействия влаги и агрессивных химических веществ; требуется регулярное обслуживание и защитные покрытия для поддержания их долговечности.

Таким образом, металлические фермы обладают высокой прочностью, высокотранспортабельностью, скоростью монтажа, имеют сравнительно небольшой вес. Такие фермы рекомендуются к применению в зданиях с большими пролетами. Например, в спортивных комплексах, развлекательных центрах и других зданиях.

Железобетонные фермы

Это тип строительной конструкции, в которой сочетаются свойства металлической арматуры и бетона [2]. Они обладают рядом преимуществ:

- долговечность; преимущественно конструкции из железобетона служат без деформаций, повреждений и аварийных ситуаций;

- устойчивость к землетрясениям; железобетонные фермы обладают высокой несущей способностью и жёсткостью; это позволяет железобетонным фермам выдерживать динамическую нагрузку, включая подземные толчки;

- высокая пожарная безопасность и надежность; железобетон легко выдерживает большие положительные и отрицательные температуры, он замедляет распространение огня;

- железобетонные фермы покрытий устойчивы к воздействию окружающей среды; при этом, как известно, все стальные детали обрабатываются и защищают слоем бетона;

- железобетонные фермы – это высокотехнологичные и универсальные конструкции; они могут иметь различную форму, уклоны поясов в зависимости от назначения и пролета.

а *б*

Рис. 1. Фермы в общественных зданиях [3]: а - Торгово-развлекательный комплекс, Челябинск; б - Крытое спортивное сооружение, Минск

Недостатки ферм покрытий из железобетона:

- транспортировка ферм железобетонных заметно дороже деревянных и стальных ферм, что снижает их эффективность;

- очень сложно осуществляется замена стержней решетки, которые потеряли прочность и устойчивость; особенно если работы требуется осуществлять на высоте, например, при усилении или реконструкции ферменного покрытия.

Таким образом, железобетонные фермы обладают универсальностью, долговечностью, устойчивостью к динамическим воздействиям и землетрясениям, имеют высокую пожарную безопасность, что позволяет их широко применять в промышленных и гражданских зданиях.

Рис. 2. Покрытие из железобетонных ферм, Пермь, Россия [4]

Деревянные фермы

Это тип строительной конструкции, которая изготавливается из цельного дерева или пиломатериалов [5]. Их преимущества включают в себя легкость, экологичность и доступность. Деревянные фермы также обладают хорошими тепло- и звукоизолирующими свойствами, что делает их идеальными для использования в зданиях с высокими требованиями к комфорту.

Преимущества:

- дерево обладает высокой прочностью и долговечностью, что гарантирует надежность конструкции;

- дерево имеет отличные теплоизоляционные свойства, что позволяет снизить затраты на отопление здания;

- дерево имеет привлекательный внешний вид и приятный запах, что делает здание более уютным и комфортным;

- экологически чистая конструкция – это дополнительное преимущество; древесина является возобновляемым ресурсом и может поддержать методы экологичного строительства;

- деревянные фермы довольно легкие и просты в монтаже;

- ферма может быть изготовлена по индивидуальному заказу.

Недостатки:

- фермы склонны к деформации;

- фермы требуют дополнительного обслуживания;

- деревянные фермы уязвимы для вредителей и гниения.

Таким образом, деревянные фермы имеют привлекательный вид; этот материал конструкций экологически чистый, к тому же легкий и простой в монтаже, а также обладает теплоизоляционными свойствами. Рекомендуются к применению в общественных зданиях, детских развлекательных комплексах.

а *б*

Рис. 3. Деревянные фермы покрытия: а - Покрытие из деревянных ферм в кафе, Москва; б - Ферма в городе Ватерлоо, Лондон [5]

Металлодеревянные фермы

В последнее время стали широко применять металлодеревянные фермы, имеющие важнейшие достоинства:

- применение двух материалов,

- технологичность,

- невысокая материалоемкость,

- транспортабельность,

- долговечность при обеспечении коррозионной стойкости и биостойкости материалов.

Недостатки:

- коррозия металла;

- гниение дерева при плохом уходе за конструкцией фермы покрытия.

Следует отметить отличную совместимость металла и дерева, их совместная работа обеспечивает прочность и устойчивость элементов и, соответственно, безопасность покрытия здания [4].

Рис. 4. Покрытие из металлодеревянных ферм [6]

Изучив анализ ферм из разных материалов и данные табл. 1, можно заключить, что стоимость одного погонного метра фермы возрастает с увеличением её пролёта. Это обусловлено тем, что по мере удлинения конструкции также увеличивается её высота, что, в свою очередь, приводит к большему расходу материалов. При этом средняя цена одного погонного метра для железобетонной фермы приблизительно равняется 2572,5 рублям.

Таблица 1

Технико-экономические показатели ферм

Наименование	Пролёт, м	Расход материалов		Стоимость, руб
		Бетон, м³	Сталь, кг	
Железобетонные фермы [4]	6	1,424	109,5	~8 000
	9	2,814	216	~14 300
	15	7,636	425,9	~38 000
	18	2,75…4,4	377…1210	~53 700
	24	3,9…7,6	534…2137	~66 500
	30	6,58…6,75	975…2124	~126□768
Металлические фермы [3]	9	-	472	~12 000
	12	-	615	~16 700
	15	-	789	~20 702
	18	-	937	~24 350
	24	-	2404	~45 000
Металлодеревянные фермы [7]	Пролёт, м	Древесина, м³	Сталь, кг	Стоимость, руб
	9	0,272…0,540м³	70…142	~14 400
	10,5	0,358…0,640	254…463	~19 800
	12	0,437…0,754	307…528	~21 600

Расход стали значительно увеличивается при повышении пролёта. Это необходимо для обеспечения требуемой прочности конструкции. Учитывая это, средняя масса стали, приходящейся на 1 м³ бетона, составляет 180 кг. Цены указаны для ферм простой конфигурации и стандартных размеров. Примерная стоимость 1467 рублей, расход стали ~ 64кг на погонный метр. Металлодеревянные фермы имеют меньший диапазон стандартных размеров. Средняя стоимость на погонный метр

конструкции – 1761 рубль. Расход стали ~ 54 кг на погонный метр. В большинстве случаев изготавливаются по заказу для перекрытия индивидуальных проектов, в таком случает стоимость фермы повышается.

Проведенный анализ и сравнительная оценка (табл. 1) нескольких видов ферм, в том числе металлических, деревянных и железобетонных, выявил свои собственные сильные и слабые стороны каждого типа фермы, а выбор подходящего решения для проектируемого здания зависит от ряда факторов – прочности здания, его долговечности, стоимости и эстетики.

В ходе проведенного обзора и анализа получено следующее:

– железобетонные фермы обладают универсальностью, долговечностью, устойчивостью к динамическим воздействиям и землетрясениям, имеют высокую пожарную безопасность;

– металлические фермы имеют высокую прочность, высокотранспортабельность, скорость монтажа, сравнительно небольшой вес.

– деревянные фермы имеют привлекательный вид, экологически чистые конструкции, легкие и простые в монтаже, обладают теплоизоляционными свойствами.

Полученные результаты рекомендуются к применению при проектировании покрытий зданий промышленного и общественного назначения.

Литература

1. Металлические конструкции / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева и др.; под ред. Ю.И. Кудишина – М.: «Академия», 2011. – 688 с.

2. Евстифеев, В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2 частях. Часть 1. Железобетонные конструкции. – М.: Академия, 2011. – 430 с.

3. Металлические фермы // Метинвест сервис URL: https://pkf-m.ru/metallicheskie-fermy/?dlina-m=9%7C%7C24 (дата обращения: 05.11.24).

4. Фермы железобетонные // Завод железобетон URL: https://zavod-zhelezobeton.ru/zhbi-dlya-zdanij-i-sooruzhenij/fermy-zhelezobetonnye?ysclid=m3qbfjz48p949259268 (дата обращения: 05.11.24).

5. Сенюков, А. Ю. Проектирование и развитие деревянных ферм и их конструктивное решение // Молодой ученый. – 2018. –№ 12 (198). С. 50-52.

6. Кузнецов И. Л., Актуганов А. А., Трофимов А. П. Разработка и исследование металлодеревянной двутавровой балки // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1 (13). С. 117–121.

7. Фермы металлодеревянные треугольные из цельной древесины пролетами 9,0; 10,5 И 12 М // Серия 1.063.9-6.93 Выпуск 1. Фермы. URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293847/4293847199.pdf?ysclid=m3ajpjk28a389715662 (дата обращения: 08.11.2024).

УДК 624.014

Особенности конструирования плавающих крыш вертикальных цилиндрических резервуаров

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Попова Виктория Николаевна, студент направления «Строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены резервуары с плавающими крышами, представляющие собой важный элемент в системе хранения нефти, бензина и дизельного топлива. Они обеспечивают минимизацию потерь продукта за счет испарения и предотвращают загрязнение окружающей среды. Указаны достоинства, недостатки крыш и их применение.

Рост добычи нефти, ее переработка ставят задачи строительства новых резервуаров разной вместимости и с различными покрытиями. В последнее время при больших объемах резервуаров нашли применение плавающие крыши. Использование плавающих крыш в резервуарах значительного объёма является более удобным и практичным решением по сравнению с другими типами покрытий, их применение представляется обоснованным и логичным, что делает плавающую крышу предпочтительным выбором при проектировании крупноразмерных резервуаров. Резервуары с плавающими крышами рекомендуется использовать для хранения продуктов с температурой вспышки в закрытом тигле не выше 55°С и давлением насыщенных паров от 26,6 кПа до 93,3 кПа, что позволяет их применять для хранения различных жидких веществ, включая нефть, бензин [1]. Плавающие крыши применяются в резервуарах без стационарной крыши в районах с нормативной снеговой нагрузкой до 1,5 кПа, что делает возможным эффективно их использовать в условиях, где снеговая нагрузка может быть значительной [2].

Типы плавающих крыш

Существует два основных типа плавающих крыш: однодечные и двудечные. Каждый из них имеет свои особенности и преимущества.

Однодечные крыши понтонного типа представляют собой одинарный настил, который имеет форму неглубокого конуса (рис. 1). Этот конус создает дренажный уклон к центру крыши, что позволяет эффективно собирать конденсат и направлять его к дренажной системе. По контуру настила расположен вертикальный обод, который минимизирует объем паров, образующихся в резервуаре. Однако однодечные крыши имеют свои недостатки, такие как ограниченная плавучесть и небольшая устойчивость. Конструкция состоит из настила, прикрепленного к понтонам кольцевого и центрального типов, а также дренажной системы. Настил выполняется из тонколистового металла толщиной 4-6 мм [3].

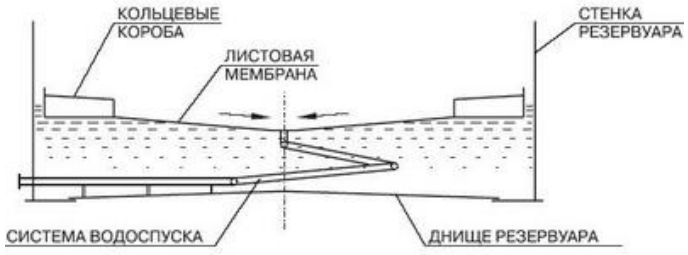


Рис. 1. Однодечная крыша понтонного типа [2]

Поплавковые крыши имеют: одинарный настил 1, кольцевой понтон 2, точечные понтоны 3 (рис. 2). Плавучесть крыши обеспечивается герметичными полыми поплавками и частично периферией кольцевого понтона.

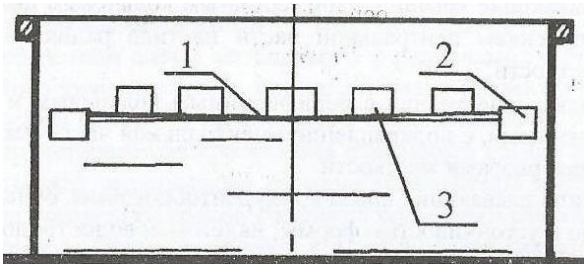


Рис. 2. Плавающая однодечная крыша с поплавками [1]

Двудечные плавающие крыши состоят из верхнего и нижнего настилов, между которыми расположены герметические отсеки (рис. 3). Образуется сплошной жесткий понтон по всей площади крыши, который значительно повышает его устойчивость.

Двудечные крыши могут быть выполнены в двух вариантах: традиционной и унифицированной конструкции. Традиционная крыша имеет наружные радиальные

отсеки, тогда как унифицированная крыша использует заводские радиальные коробки, что сокращает объем монтажной сборки [1, 4].

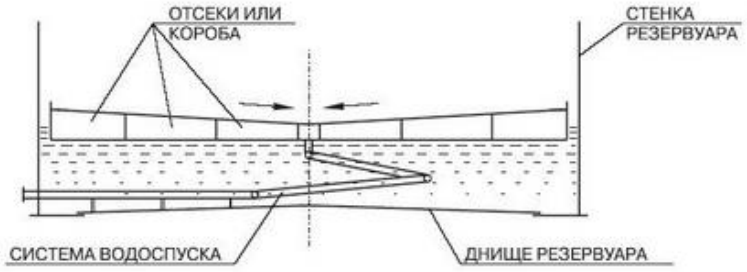


Рис. 3. Двудечная плавающая крыша [2]

Достоинства двудечной крыши:

- хорошо выдерживают нагрузки дождевой воды и снега;
- обладают высокими изоляционными свойствами;
- лучше, чем однодечная крыша воспринимают воздействия ветра;
- обладают повышенной плавучестью;
- способны предотвратить потери от испарения хранимого продукта.

Недостатки крыши:

- высокая трудоемкость ее изготовления и монтажа:
- большая металлоемкость крыши.

Водоспускные устройства

Водоспускные устройства являются важной частью конструкции резервуаров с плавающими крышами (рис. 4). Они представляют собой пространственную складывающуюся герметичную конструкцию, состоящую из трубных звеньев, соединенных шарнирами. Водоспускные устройства соединяют водоприемник на крыше с патрубком, врезанным в стенку резервуара.

Водоспускные устройства должны обеспечивать свободное перемещение плавающей крыши в пределах заданных проектом отметок. Они применяются в районах, где снеговая нагрузка не превышает 240 кг/м², и для резервуаров диаметром не более 50 м. Важно учитывать, что при больших диаметрах и высокой скорости ветра могут возникать значительные динамические нагрузки, что может привести к повреждению крыши. На рис. 4 обозначено: 1 – приемный узел, 2 – шарнир, 3 – соединительная труба, 4 – приемная камера, 5 – сильфон, 6 – водоотводящий коллектор, 7 – опора.

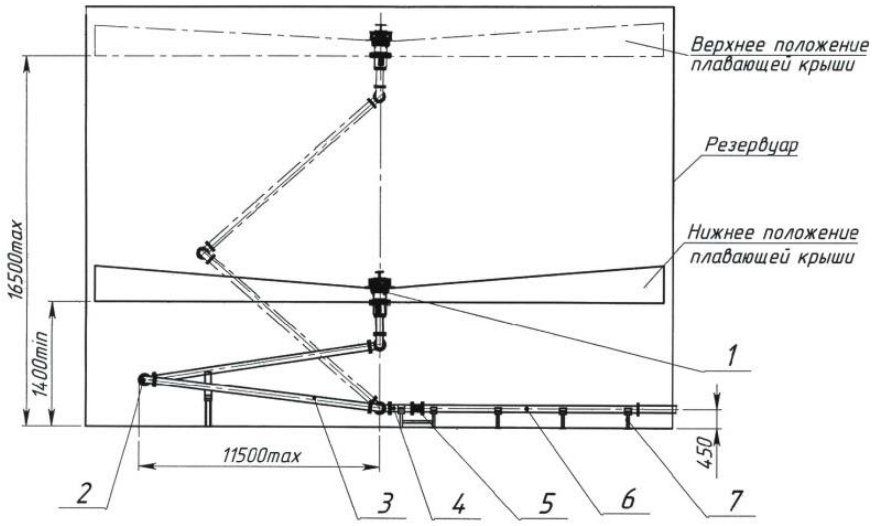


Рис. 4. Схема водостока резервуара с плавающей крышей [5]

Основные водоспуски предназначены для сбора конденсата и дождевой воды. Они расположены в нижней точке сбора и обеспечивают отвод воды за пределы резервуара, не допуская ее попадания в хранимый продукт. Для однодечных крыш (рис. 1) основной водоспуск оборудуется обратным клапаном или задвижкой, что исключает возможность попадания продукта на крышу при нарушении герметичности (рис. 4).

Аварийные водоспуски предназначены для сброса дождевой воды непосредственно в хранимый продукт. Это может быть необходимо в случае, если основной водоспуск не справляется с объемом осадков.

В ходе анализа было установлено, что плавающие крыши резервуаров представляют собой надёжное решение для хранения жидкостей, особенно в условиях, когда необходимо минимизировать испарения и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Достоинства. Одним из ключевых достоинств таких конструкций является их способность эффективно защищать содержимое резервуара от атмосферных осадков и солнечного света, что существенно снижает потери от испарения. Кроме того, плавающие крыши помогают поддерживать стабильную температуру хранимых жидкостей, что особенно важно для нефтехимической промышленности. Понтонные конструкции, используемые в резервуарах, обеспечивают дополнительную гибкость и устойчивость, позволяя эффективно распределять нагрузки и адаптироваться к изменениям уровня жидкости.

Недостатки. Такие конструкции требуют регулярного мониторинга состояния и технического обслуживания, чтобы избежать потенциальных повреждений, которые могут возникнуть в результате механических воздействий или коррозии. Также стоит

отметить, что в условиях сильных ветров существует риск смещения или повреждения плавающих крыш, что может привести к утечкам хранимой жидкости.

Таким образом, понтоны и плавающие крыши имеют разные функции и назначение. Понтон – это покрытие, по форме напоминающее диск, который находится поверх залитой жидкости и мешает её испарению. Он охватывает 90% поверхности нефтепродуктов и оснащён затвором для уплотнения зазора между плоским покрытием и стенкой резервуара. Плавающая крыша также предназначена для покрытия жидкости с целью предотвращения её испарения. В опорожнённом резервуаре она находится на стойках, опёртых на днище резервуара, а во время наполнения конструкции жидкостью поднимается и плавает на поверхности. Основное отличие в том, что понтон предназначен для резервуаров со стационарной кровлей, а плавающая крыша используется в ёмкостях без стационарной кровли в районах с нормативной снеговой нагрузкой до 1,5 кПа.

Анализ расхода стали для разных типов плавающих крыш

В Японии применена однодечная плавающая крыша в резервуаре объемом 100 тыс. $м^3$ и диаметром 78,5 м. В Голландии возведен резервуар объемом 100 $м^3$, диаметром 76 м с однодечной крышей понтонного типа. В нашей стране функционируют однодечные понтонные крыши, разработанные в научно-исследовательском институте «ЦНИИПроектСталькострукция» для резервуаров объемом 50…100 тыс. $м^3$. Крыши поплавкового типа нашли применение в резервуарах объемом 80 тыс. $м^3$, построенные в США.

Наиболее надежны двудечные крыши. Однако они имеют большую трудоемкость в процессе изготовлении и монтажа. В табл. 1 приведены основные показатели однодечных и двудечных плавающих крыш [1].

Таблица 1

Технико-экономические показатели плавающих крыш

Показатели	Тип плавающей крыши					
	Однодечные				Двудечные	
	Понтонного типа			Поплавкового типа		
	Япония	Голландия	Россия	США	Россия	
Объем резервуара, тыс. $м^3$	100	100 / 105	50 / 100	80	50	100
Диаметр резервуара, м	78,5	76 / 95	60,7 /85,3	71,3	60,7	76
Толщина листов центральной части крыши, мм	6	5 / 6	5 / 6	5	2х4	2х5
Масса крыши, тонн	301	318 / 523	189 / 409	-	231	424
Удельный расход металла на крышу, $м^2$	64	72 / 76	65 / 71	65	81	96

На рис. 5 представлен удельный расход металла при различных типах крыш для резервуаров, возведенных в разных странах.

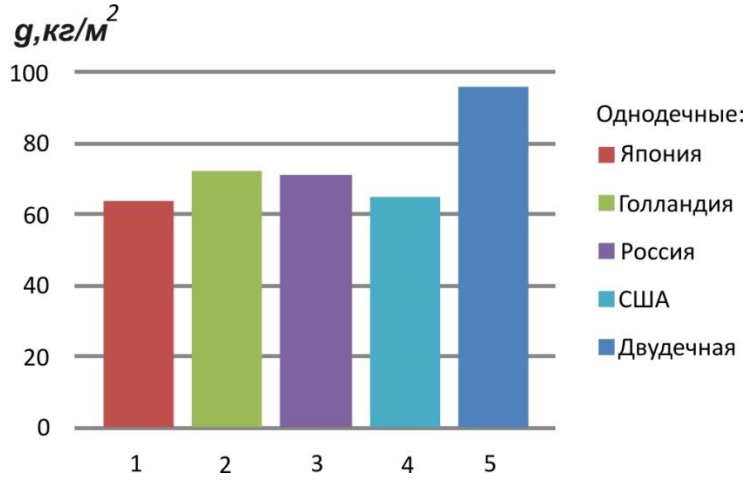


Рис. 5. Удельный расход металла на крыши:

1, 2, 3 - однодечные понтонного тип (Япония, Голландия, Россия),

4 - однодечные поплавкового типа (США); 5 - двудечные (Россия)

Из представленных гистограмм (рис. 5) четко видно:

- однодечные крыши имеют близкие значения удельного расхода стали (в пределах 64-72 кг/м^2) как для понтонного, так и поплавкового типов;

- в двухдечных крышах расход стали увеличился более чем на 30 %.

Таким образом, тип плавающей крыши (однодечная или двудечная) существенно влияет на удельный расход стали, что необходимо учитывать при назначении ее в процессе проектирования вертикальных цилиндрических резервуаров.

Заключение

Для успешного применения плавающих крыш необходимо учитывать существующие их недостатки и разрабатывать эффективные стратегии по их минимизации. Будущие исследования в этой области могут сосредоточиться на оптимизации конструкций, выборе более устойчивых материалов и разработке новых технологий, что позволит сделать плавающие крыши и понтоны более доступными и надежными.

Литература

1. Денисова, А.П. Конструкции плавающих крыш для вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов / А.П. Денисова, М.Р. Муртазин, А.А. Землянский. Саратов: СГТУ, 2001. – 58 с.

2. Резервуары РВСПК вертикальные. URL: https://gazovikoil.ru/rvs-s-plavayushhej-kryishej-rvspk (дата обращения: 10.12.2024).

3. Однодечная плавающая крыша резервуара. URL: https://samngp.ru/articles/spravochnik-elementov-rezervuarov/odnodechnaya-plavayushchaya-krysha-rezervuara/ (дата обращения: 10.12.2024).

4. Нехаев, Г.А. Проектирование и расчет стальных цилиндрических резервуаров и газгольдеров / Г.А. Нехаев. – М.: АСВ, – 2005. – 216 с.

5. Водоспуск ВПК1-150. URL: https://am-t.by/product/104/vodospusk-vpk1-150 (дата обращения: 10.12.2024.

УДК 69.00

Перспективы применения технологий торкретирования для реконструкции зданий

Чернокоз Диана Сергеевна, студент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», г. Краснодар

В статье рассматривается анализ технологии торкретирования бетона и его применение в реконструкции. Актуальность обусловлена перспективами применения метода торкретирования в реконструкции зданий и сооружений. Научная новизна данной статьи заключается в необходимости и эффективности технологии торкретирования с применением предварительной обработки поверхности односторонней опалубки. Анализируется область применения торкретирования, плюсы и минусы каждого способа.

Торкретирование – современный метод укладки бетона в строительстве, при котором происходит нанесение смеси послойно на поверхность под действием сжатого воздуха. В зависимости от страны он имеет разные названия (Nucrete, Torkrete, Guncrete, Blastcrete). Научная новизна заключается в исследовании свойств поверхностей опалубок для применения метода торкретирования в реконструкции зданий и сооружений.

Использование в России технологии торкретирования возросло и приобрело широкое применение. Наиболее известными в России областями торкретирования в строительстве являются реконструкция зданий и сооружений, ремонт автодорог, строительство железобетонных резервуаров, тоннелей и нестандартных бассейнов. В литературных данных по торкретированию встречаются нормативные документы, связанные с реконструкцией. Полученные покрытия на основе торкретбетона

рассчитываются согласно СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [6].

Несмотря на то, что свойства торкретбетона при затвердевании аналогичны свойствам обычного монолитного бетона, особенности процесса укладки обеспечивают превосходное сцепление с большинством поверхностей, особенно при нанесении на сложные формы, такие как арки, тоннели, скейт-парки [4] (рис. 1).

Рис. 1. Примеры торкретирования

Э. Карлу Эйкли в 1911 году запатентовал в США технологию торкретирования и специальное оборудование для его работ. После этого она получила широкое распространение на территории Европы и США. Технология, оборудование значительно изменились с того момента, но получили широкое распространение в разных странах.

Торкретбетон в строительстве применяется для создания тяжелых мелкозернистых бетонов. Благодаря своей уникальности технология может успешно применяться и для изготовления легких бетонов [7].

Процесс торкретирования обычно используется для восстановления целостности конструкции, увеличения толщины бетонного покрытия поверх арматуры, обычно его используют, если ремонт требует сложных и дорогостоящих затрат.

Наиболее важным условием успешного восстановления конструкции является подготовка поверхности перед началом нанесения торкретбетона. Поврежденный бетон или отслоившийся бетон следует удалить до получения прочного бетона. Налеты коррозии на арматурных стержнях необходимо удалять абразивной обработкой или продувкой водой под высоким давлением.

Важным аспектом для применения метода торкретирования является подготовка поверхности для нанесения торкрет-массы. Пошаговые процедуры подготовки поверхности заключаются в следующем: осмотреть бетон и потрогать его, чтобы

определить участки расслоения или дефекты, удалить некачественный бетон ручным отбойным молотком или сверхвысоким давлением, чтобы не повредить бетон основания и арматурный стержень, удалить весь оставшийся незакрепленный или треснувший материал, при необходимости заменить или дополнить поврежденную арматуру, необходимо обработать поверхность водой и дать ей высохнуть до насыщенного поверхностного сухого состояния.

Метод торкретирования характеризуется полной автоматизацией всех этапов, включая транспортировку и укладку смеси, ее уплотнение в едином технологическом процессе. Полученный таким образом бетон отличается рядом уникальных свойств: повышенными физико-механическими характеристиками, стойкостью к воздействию низких температур и влаги, хорошим сцеплением к основанию, а также улучшенной трещиностойкостью.

Торкретбетон представляет собой универсальный строительный материал, идеально подходящий для широкого спектра задач. Его применение эффективно при усилении конструкций из бетона и кладки, а также стальных конструкций. Торкретбетон используется для восстановления защитного слоя бетона, усиление профилей, работы с дефектами в бетонных сооружениях, ремонта инженерных сооружений.

Помимо этого, торкретбетон применяется при реконструкции армированных покрытий и создании огнезащитных слоёв. Благодаря своим свойствам, торкретбетон также используется для строительства объектов с плавными округлыми формами, такими как бассейны и скейт-парки.

Основными компонентами торкретбетона являются цемент, заполнители фракцией до 8 мм, воды и различных добавок. Бетон наносится с высокой скоростью, что позволяет ему прочно сцепляться с тем, на что он наносится. Он может наноситься с помощью формовочного пистолета, который представляет собой пневматическое устройство. Бетон представляет собой сложный материал, свойства которого могут заметно изменяться в процессе выдерживания и эксплуатации [3].

Данная технология обладает рядом преимуществ. К ним относятся:

- универсальность: возможность нанесения токретбетона на любые поверхности без использования сложных опалубочных конструкций;

- мобильность и автономность: компактное оборудование обеспечивает мобильность и возможность работы в удаленных или труднодоступных местах;

- экономическая эффективность: технология более выгодна по сравнению с ручным нанесением ремонтных составов;

- высокая скорость набора прочности за счет уплотнения бетона под давлением.

Торкретбетон успешно применяется для укрепления скальных склонов и временной защиты недавно извлеченных пород. Он также предотвращает долговременную коррозию нефтяных резервуаров, насыпей, угольных бункеров и стальных каркасов зданий. Его используют в качестве огнеупорной футеровки печей и дымоходов. Торкретбетон легко наносится на труднодоступные участки, в сухом состоянии его усадка составляет от 0,6 до 0,1 %.

Для повышения прочности торкретного покрытия и предотвращения образования трещин усадки рекомендуется использование металлического армирования в виде сетки.

Обязательное армирование торкретного слоя требуется при его применении для усиления несущих элементов существующих конструкций, а также для защиты сооружений от механических воздействий льда и воды, таких как удар и истирание.

Процесс затвердевания торкретбетона может занимать до 72 часов, этот процесс зависит от толщины и температуры бетона, также зависит от используемого отвердителя. Процесс затвердевания бетона можно разделить на несколько этапов: мокрое отверждение, воздушное и твердение.

Мокрое отверждение происходит при нанесении бетона распылением на поверхность, этот этап может длиться до 24 часов, в зависимости от типа используемого отвердителя. Такое решение может обеспечить необходимое сцепление торкретбетона с поверхностью опалубки.

Воздушное отверждение происходит, когда влажный бетон высыхает и твердеет на открытом воздухе. Этот этап длится от двух дней до трех недель, в зависимости от температуры и влажности.

Затвердевание происходит через некоторое время после окончания воздушного отверждения. Этот процесс занимает несколько месяцев до нескольких лет, прежде чем материал достигнет полной прочности и твердости.

Для нанесения торкретбетона требуется специальное оборудование, включающее в себя: комбинированные смесители-насосы, смесительные машины и дозирующие насосы.

Выбор метода торкретирования зависит от типа строительных работ: новое строительство, ремонт или усиление конструкций. Существует 2 способа нанесения торкретбетона на обрабатываемую поверхность: мокрый и сухой методы [4].

Мокрое торкретирование используется при обработке относительно ровных и наклонных поверхностей зданий, в том числе при создании несущих слоев в закрытых помещениях.

Сухое торкретирование, как правило, применяется при работе с округлыми поверхностями, когда общая толщина несущей конструкции может достигать 150-200 мм или наноситься послойно по 40-50 мм за один раз.

Сухое торкретирование (рис. 2) – здесь цемент и заполнитель погружаются в бункер смесителя и сжатым воздухом в разряженном потоке через систему шлангов и трубопроводов подаются в сопло. У основания сопла материал смешивается и затворяется водным раствором или водой и извлекается воздухом на поверхность, ударяясь с поверхностью, происходит дополнительное смешивание смеси и ее уплотнение.

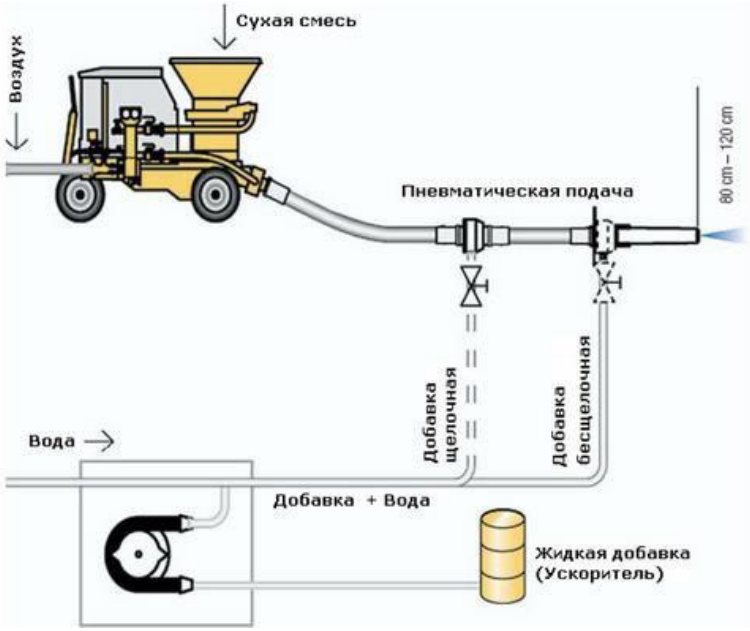


Рис. 2. Сухой метод торкретирования

По составу сухую смесь нужно выбирать в каждом конкретном случае от условий эксплуатации и состояния обрабатываемой поверхности [1].

Преимуществом этого метода является отсутствие необходимости смешивания с водой. Благодаря этому возможна работа с перерывами, поскольку смесь не затвердевает до момента подачи; упрощается логистика, так как смесь поставляется в пакетах, вместо готовых растворов; следует отметить высокую производительность, прочность и надежность поверхности.

Областью применения этого способа является ремонт мостов и эстакад, укрепление откосов котлованов и дорог, отделка и устройство монолитных конструкций тоннелей, гидроизоляция, бассейны и резервуары пожарные, скейтборд-парки [1].

Сухой способ требует специального оборудования, но его спектр номенклатур больше, что позволяет подобрать установку по мощности и производительности. Из этого можно сделать вывод, что он более экономичен, если рассматривать со стороны расхода раствора.

Второй способ нанесения бетонной смеси называется мокрым. (рис. 3) При торкретировании мокрым способом – пневматическом распылении – смесь цемента, добавок и воды готовится заранее, а затем подается через транспортировочный шланг с помощью бетононасоса.

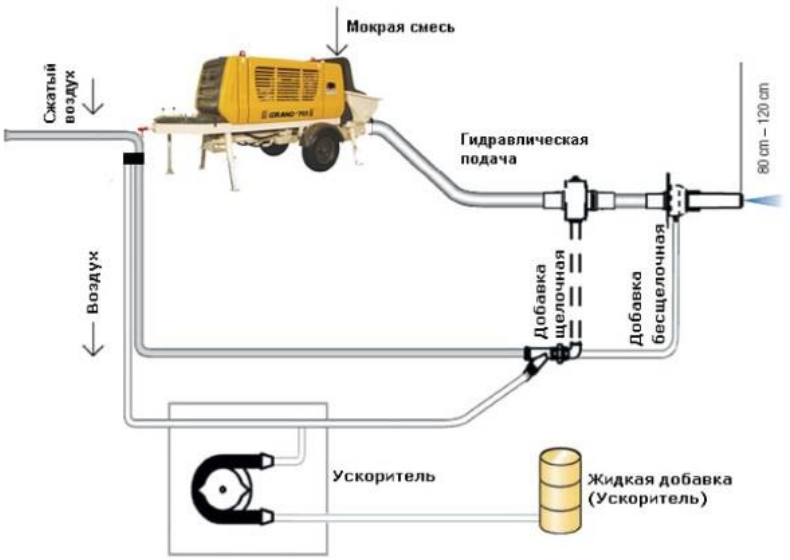


Рис. 3. Мокрый метод торкретирования

Оператор смешивает цементный раствор в бетоновозе, затем машина подает влажную бетонную смесь через форсунку. Готовый раствор подается в приемный бункер насоса, перекачивается по трубе или шлангу и через сопло или пневмоковш подается на одностороннюю опалубку. Также подводится к соплу вода для дополнительного увлажнения и сжатый воздух, и осуществляется набрызг.

Под отскоком понимается высокая скорость падения бетона или раствора на обрабатываемую поверхность. Это зависит от водоцементного соотношения, расположения и характера обрабатываемой поверхности.

Основными преимуществами использования этого метода являются: при обработке поверхности уменьшается образование пыли и низкий отскок от

поверхности, меньший расход материала, однородный состав бетонной смеси, а также возможность работы в стесненных условиях.

К минусам мокрого способа относится: ограниченная длина шланга, срок годности раствора минимальный, использование специальных составов, которые ускоряют схватывание, это существенно увеличивает стоимость работ [5].

Стоимость «мокрого» метода включает затраты на использование вспомогательного оборудования, которое нужно перемещать по рабочей зоне, затраты времени при простое более двух часов, необходимость продувать и промывать, затраты на труд специалистов, а также мониторинг раствора, так как при истечении определенного времени, он становится непригодным к работе.

Применение мокрого торкретбетона осуществляется на объектах, которым необходимо заполнять большой объем в постоянном режиме, и по возможности обеспечивать оборудование необходимым количеством герметичного торкретбетона. Например, крепление грунта при наземном строительстве, применение огнеупорных материалов в металлургии и других отраслях промышленности, связанных с высокотемпературными процессами [2].

Метод «мокрого торкретирования» можно использовать в закрытых помещениях, так как преимущество этого метода в пониженном пылеобразовании.

Разница между мокрым и сухим способом заключается в основе транспортирования и смешивания компонентов торкретбетона.

Эффективность использования торкретбетона заключается в возможности нанесения на любую поверхность, расположенную в любой плоскости, эти плоскости имеют разную степень однородности, и слои разной толщины могут наноситься в зависимости от конкретных условий и поверхности нанесения. Таким образом, можно сделать вывод, что эффективность метода торкретирования для реконструкций зданий обусловлена применением в качестве односторонней опалубки самой поверхности усиления, при соблюдении специфики технологии и выбора метода нанесения.

Литература

1. Руководство по применению торкретбетона при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций зданий и сооружений. // Библиотека нормативной документации. — URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293839/4293839687.htm (дата обращения: 09.12.2024).

2. Саусь А.А., Панченко В. В., Оплачко В. В. Торкретирование бетона в современном строительстве. // Журнал «Достижения науки и образования». — 2019. —

№. 2. — С. 36-37. Баженов Ю. М. Технологии бетона. Москва, Высшая школа, 1987, с. 491.

3. Забелина О.Б., Сунь Ц., Исследование метода торкретирования бетона. // Статья в сборнике трудов конференции. — Московский государственный строительный университет, 2022. — С. 155-158.

4. Грязнов Б.Т. Исследование метода торкретирования применительно к изготовлению тонкостенных конструкций : дис. ... канд. тех. наук техн. наук. — М.,, 1963. — С. 202.

5. Емельянова Т.А., Денисова А.П. Новый «старый» торкрет-бетон // Промышленное и гражданское строительство ежемесячный научно-технический и производственный журнал . — 2009. — №. 10. — С. 55-57.

6. Т. А. Емельянова, А. П. Денисова Тенденции развития и перспективы применения метода торкретирования // Промышленное и гражданское строительство. — 2007. — №. 12. — С. 48-50.