



**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(ПривГУПС)**

МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

**МАТЕРИАЛЫ VII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

(Самара, 4 апреля 2025 г.)

Самара
2025

УДК 004
ББК 32.81
М 55

Редакционная коллегия

Ответственный редактор:

Т.Б. Ефимова канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Цифровые технологии» ПривГУПС

Члены редакционной коллегии:

С.А. Блинкова канд. техн. наук, доцент, декан факультета «Электротехнический факультет» ПривГУПС

Е.М.Тарасов д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «АТС на ж.-д. транспорте», ПривГУПС

Е.В.Добрынин канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «ЭСЖТ», ПривГУПС

В.А. Засов канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Цифровые технологии» ПривГУПС

Е.В.Козлов канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Цифровые технологии» ПривГУПС

А.П. Припутников канд. техн. наук, доцент кафедры «Цифровые технологии» ПривГУПС

Д.В. Иванов канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры «Цифровые технологии» ПривГУПС

И.Л. Сандлер старший преподаватель кафедры «Цифровые технологии», ПривГУПС

М 55 **Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте** : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции (Самара, 4 апреля 2025 г.). – Самара : ПривГУПС, 2025. – 240 с.

Сборник материалов содержит пленарные и секционные доклады, представленные на VII Всероссийскую научно-практическую конференцию «Мехатроника, автоматизация, управление на транспорте». Материалы содержат актуальные теоретические и прикладные проблемы мехатроники и управления в области транспорта. Рассматриваются проблемы интеллектуализации мехатронных и робототехнических систем, вопросы исследования и проектирования АСОИУ, применение технологий искусственного интеллекта в управлении, системного анализа и принятия решений, а также современные цифровые технологии в различных областях науки и техники, и вопросы электроэнергетики.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 Автоматизированные системы обработки информации	7
и управления	7
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ БУНКЕРНОЙ ЗАГРУЗКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ Рамазин Н. И., Иванов Д. В.	7
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОЗАМЕТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В ПОТОКАХ МЕДИА ДАННЫХ Засов В. А., Кашлаков Д. А.	10
МНЕМОСХЕМА АРМА ОПЕРАТОРА ДЛЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ РЕМОНТНОГО ДЕПО Манаськин Н. А., Козлов Е. В.	14
МНЕМОСХЕМА ЭКРАННОЙ ФОРМЫ ОПЕРАТОРА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ШИБЕРНОЙ ЗАДВИЖКИ АСУ ТП ЗАГРУЗКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ Рамазин Н. И., Иванов Д. В.	17
МНЕМОСХЕМА АРМА ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ СТОЕЧНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ МОДЕЛИ ПВ-04 Манаськин Н. А., Козлов Е. В.	19
РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРА ЦЕЗАРЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ЛАТИНСКОГО И КИРИЛЛИЧЕСКОГО АЛФАВИТОВ НА ЯЗЫКЕ RUPHON Кирсанов С. А., Квасков Р. Е., Иванов Д. В.	22
АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ Чурунова А. С.	25
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WI-FI 7 НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ Якимов В. Н., Максимов И. Г., Танаев О. А.	31
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПЕРЕВОЗИМЫЕ ПО ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ГРУЗЫ Засов В. А., Ивлева А. В.	41
АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ С ЗАДАНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ Засов В. А., Чапланов И. С.	45
ПРОБЛЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С НЕСКОЛЬКИХ АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ЭВМ Залесов Н. А.	50
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПЛАНИРОВЩИКОВ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ Кокин А. Р., Квасков Р. Е., Засов В. А.	54
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ	57
ОБ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЯХ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ Титов А. С., Колпащиков С. А.	57
ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ СЕРВЕРА СБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ Галимова Л. Ж., Фёдорова О. Н., Фатеев В. А.	61
РАЗРАБОТКА СЕРВЕРА ДЛЯ СБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ Фёдорова О. Н., Галимова Л. Ж., Фатеев В. А.	64
БЕЗОПАСНЫЙ МНОГОФАКТОРНЫЙ АЛГОРИТМ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ КАМЕЛЬ мохаммад хашиим кхалил, АХМЕД Тамер Рашид, Авсиевич А.В.	67

СЕКЦИЯ 2 Мехатронные, робототехнические системы и технологии	71
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ ФОРМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ Лебакин И. В., Сандлер И. Л.	71
СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ Якимов В. Н., Сизова Н. А., Тагиров Р. Д., Аникин Д. В.	74
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА Квасков Р. Е., Кокин А. Р., Лебакин И. В., Сандлер И. Л.	78
ИЗМЕРЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ Федяев П. А., Попова Л. А.	83
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПНЕВМОПРИВОДА БУНКЕРНОЙ ЗАДВИЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА Рамазин Н. И., Сандлер И. Л.	87
НАМАТЫВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО УЧЕБНОЙ МИНИАТЮРНОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ЛИНИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ 3D НИТИ Алексеев К. В., Бухарина В. Д., Соболев Е. Д., Иваев Д. Ш., Припутников А. П.	90
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОПРИВОДА ПОДЪЕМНИКА Абдулганиева А. М., Сандлер И. Л., Колпашиков С. А.	94
КОНСТРУКЦИЯ ТЯНУЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЧЕБНОЙ МИНИАТЮРНОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ЛИНИИ Бухарина В. Д., Алексеев К. В., Иваев Д. Ш., Соболев Е. Д., Припутников А. П.	98
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПО ВРЕМЕНИ Сандлер И. Л., Лебакин И. В.	102
РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗЧИКА ГРАНУЛ	106
В МИНИАТЮРНУЮ ЭКСТРУЗИОННУЮ ЛИНИЮ Соболев Е. Д. Иваев Д. Ш. Алексеев К. В. Бухарина В. Д. Припутников А. П.	106
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХСТОРОННИМ ЦИЛИНДРОМ С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ Манаськин Н. А., Припутников А. П.	109
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОХЛАЖДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПВХ НИТИ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ В БАКЕ Иваев Д. Ш., Бухарина В. Д., Соболев Е. Д., Алексеев К. В., Припутников А. П.	114
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЗОНЫ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА Кирсанов С. А., Припутников А. П.	117
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШИБЕРНОЙ ЗАДВИЖКОЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПО ВРЕМЕНИ В НАЧАЛЕ	120
И В КОНЦЕ ХОДА Лебакин И. В., Рамазин Н. И., Припутников А. П.	120
ТРЕХПОТОЧНЫЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОКРАСКИ ДВЕРНОГО ПОЛОТНА Тихонов А. А., Левченко Е. К., Фильченко Н. С., Колпашиков С. А.	124
СЕКЦИЯ 3 Современные цифровые технологии в различных областях науки и техники	128
FRONTEND-РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВЩИКА МАРШРУТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ	128

С ОСОБЕННЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ Попова Н.А., Абдульманова А.Ф., Сизонов М.В., Забавин В.А.	128
ВЕБ-РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПЕРЕХОДА ПОДРОСТКОВ	133
С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК ВО ВЗРОСЛУЮ НЕФРОЛОГИЧЕСКУЮ СЛУЖБУ Кокин А. Р., Сандлер И. Л., Седашкин А. А., Седашкина О. А.	133
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ	138
ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СВС Бородин М. И., Данилушкин И. А.	138
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЭД «DIRECTUM RX»	141
И «ТЕЗИС» В ВУЗАХ Липатова М. Н., Тарасова А. А.	141
ВЕБ-РЕАЛИЗАЦИЯ КАЛЬКУЛЯТОРА РАСЧЕТА РИСКА ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК У ДЕТЕЙ Кокин А. Р., Сандлер И. Л., Седашкин А. А., Седашкина О. А.	145
ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: КАК ВИРТУАЛЬНЫЕ КОПИИ МЕНЯЮТ НАУКУ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ Бабенко А. С., Скибин Ю. В.	149
РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА	152
ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ–МАРШРУТИЗАТОРА Гладкова П. А., Филонова П. В., Фомин И. А., Сиденко С. В.	152
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ: ОТ ДИАГНОСТИКИ	157
ДО ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ Попова Е. С., Скибин Ю. В.	157
WASKEND-РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ МАРШРУТИЗАТОРА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ Райденков Е. Ю., Жидков С. Д., Третьяков К. А., Зубрилин О. О.	159
ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ	164
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ Салахов Т. А., Тамбатамба А. С.	164
ЦИФРОВИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И УГРОЗЫ Цыдилина А. С., Скибин Ю.В.	168
БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ЗАПИСЕЙ	172
В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ Якимов В. Н., Сизова Н. А., Тахиров П. М.	172
СЕКЦИЯ 4 Интеллектуальные системы в управлении, системный анализ и принятие решений в управлении	177
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ	177
НА ПАО «ТУЙМАЗИНСКИЙ ЗАВОД АВТОБЕТОНОВОЗОВ» Арысланов Ф. С. ¹ , Авсиевич А. В.	177
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО ЗВЕНА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТИ Болоховцев И. О., Данилушкин И. А.	180
РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИТС С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	184
В УСЛОВИЯХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ Булатова О. Ю.	184
ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ Захарова П. Б., Скибин Ю. В.	188

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГРАФИКИ Османкина А. И., Колпащиков С. А.....	193
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ Осокина Ю. В., Скибин Ю. В.....	197
СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СОСТОЯНИЙ Осянина Л. В., Дилигенская А. Н.....	201
ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ОБЩУЮ СТРАТЕГИЮ КОМПАНИИ Скибина В. Ю. Шарикова Ю. В.	205
РОБАСТНАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИСПЕРСИИ ШАБЛОНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ Шаталов Д. А.	210
ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОВМЕЩЕНИЯ НАБОРОВ ТОЧЕК В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Мачехин Н. И., Колпащиков С. А., Сандлер И. Л.....	215
СЕКЦИЯ 5 Телекоммуникационные технологии, автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте	220
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАНЕВРОВЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАДРОКОПТЕРА Башаркин М. В., Шестакова Е. Ю.	220
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВЫХ НИТЕЙ.....	223
С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА Данилин К. С., Пыркова М. А., Исайчева А. Г.....	223
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ В УСТРОЙСТВАХ ЖАТ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАБОЧИХ ПЛАНОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ Тарасов Е. М., Надежкин В. А., Мусин А. Р.....	226
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ.....	229
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ Харламов И. Р., Башаркин М. В.....	229
ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМНИКА СИГНАЛОВ АЛС-ЕН СО СХЕМОЙ ШОУ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ Хохрин А. С., Юсупов Р. Р.	233
ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВ В РЕЛЬСОВЫХ НИТЯХ Башаркин М. В., Саблин В. С., Исайчева Н. А.....	236

СЕКЦИЯ 1

Автоматизированные системы обработки информации и управления

УДК 681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ БУНКЕРНОЙ ЗАГРУЗКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Рамазин Н. И., Иванов Д. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) для бункерной загрузки сыпучих материалов, что является важной задачей в сфере переработки и транспортировки материалов, в том числе в железнодорожной отрасли. Разработана мнемосхема экранной формы оператора, обеспечивающая удобный интерфейс для мониторинга и управления процессом загрузки. Операторы могут контролировать параметры системы, такие как скорость подачи материала и режим работы оборудования, а также оперативно реагировать на отклонения через систему тревог. Важной особенностью системы является возможность дистанционного контроля и управления процессом в реальном времени, что способствует повышению эффективности работы и снижению времени простоя. Также предусмотрены функции создания отчетности и хранения данных для анализа производственных процессов. Внедрение данной системы позволяет повысить производительность процессов бункерной загрузки сыпучих материалов, а также создать основу для дальнейшего совершенствования производства.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, АСУ ТП, бункерная загрузка, сыпучие материалы, мнемосхема, мониторинг, управление процессом, диагностика оборудования, операторский интерфейс, удаленное управление, оптимизация, производственная эффективность, безопасность, отчетность.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) играют немало важную роль в повышении эффективности производства различных отраслей промышленности [1, 2]. Одной из важнейших задач в сфере переработки и транспортировки сыпучих материалов является оптимизация процессов бункерной загрузки, которые являются основными на многих предприятиях, в том числе при транспортировке в железнодорожной отрасли [3].

В данной статье рассматривается разработка экранной формы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) бункерной загрузки сыпучих материалов. Задачей системы является разработка автоматизации, а в частности мнемосхемы экранной формы оператора, управления загрузкой материалов в бункеры для обеспечения безопасности и контроля за состоянием оборудования.

Мнемосхемы экранной формы АСУ ТП является неотъемлемой частью визуализации данных в любой системе. Мнемосхема позволяет операторам быстро ориентироваться в процессе управления, следить за состоянием изменяемых параметров и реагировать на возможные отклонения в реальном режиме времени.

Мнемосхема экранной формы АСУ ТП бункерной загрузки представлена на рисунке 1 (на рисунке 2 мнемосхема с сообщением успешной загрузки), разработанная на платформе Simple Scada 2 [4–6]. Функциональные возможности данной мнемосхемы направлены на обеспечение полного контроля над процессом загрузки сыпучих материалов, что включает в себя мониторинг параметров системы, управление процессом и диагностику состояния оборудования.

В первую очередь мнемосхема предоставляет операторам удобный интерфейс для корректировки параметров процесса, таких как скорость подачи материала и режим работы оборудования. В случае отклонений от заданных параметров, система генерирует сигнал тревоги и предложит рекомендации по устранению неисправностей или оптимизации процесса в целом.

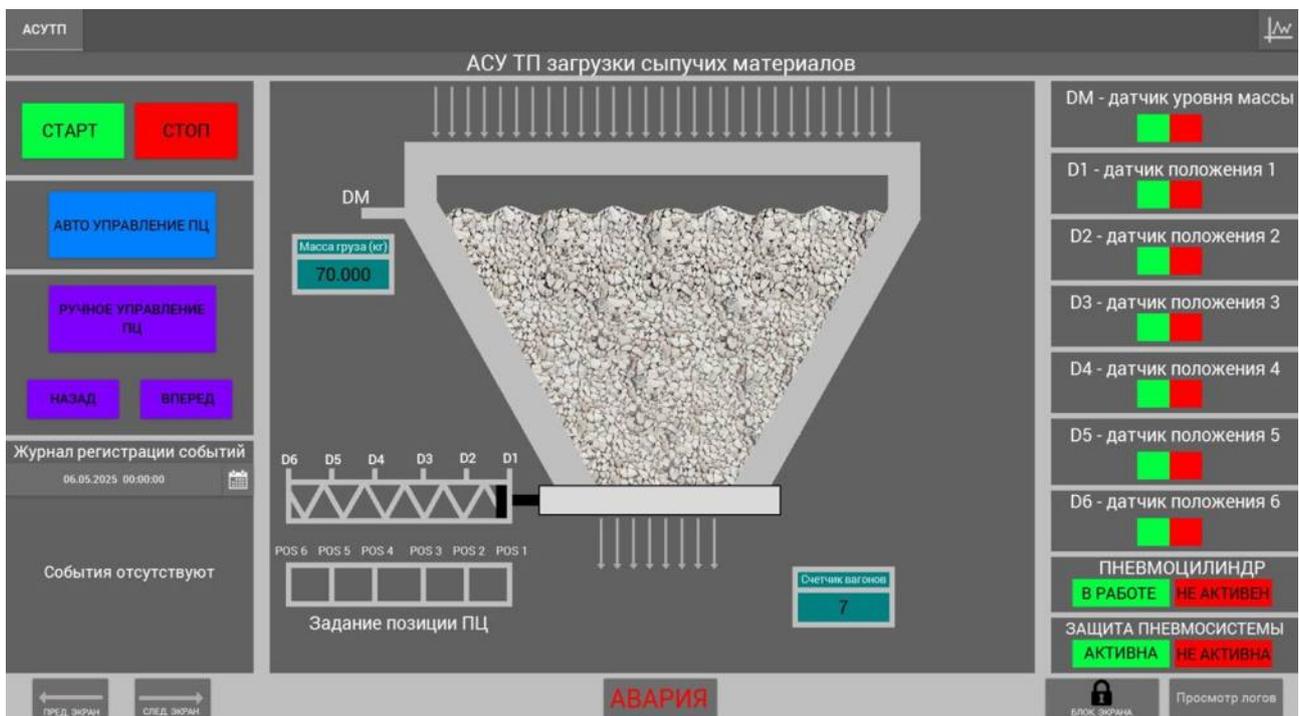


Рисунок 1 – Мнемосхема экранной формы «АСУ ТП бункерной загрузки сыпучих материалов»

Важной функцией предлагаемой экранной формы, является дистанционный контроль и управление системой непосредственно через пользовательский интерфейс, который позволяет операторам быстро реагировать на изменения в процессе загрузки,

осуществлять настройку оборудования в реальном времени. Система также предусматривает возможность создания отчетности и хранения данных (логов), что облегчает анализ производственных процессов и помогает в планировании мероприятий по улучшению производительности.



Рисунок 2 – Мнемосхема экранной формы «АСУ ТП бункерной загрузки сыпучих материалов» (сообщение завершения загрузки)

Данная мнемосхема представляет собой инструмент для автоматизации и оптимизации процесса – загрузки сыпучих материалов. Функциональные возможности обеспечивают высокий уровень контроля, диагностики и управления технологическим процессом. Внедрение предлагаемой экранной формы АСУ ТП не только предотвращает аварийные случаи (поломки), но и позволяет повысить оперативность реагирования на изменения в процессе работы, улучшая общую эффективность производственно-технологического процесса. Система также предоставляет возможность накопления и анализа данных, что создаёт основу для дальнейшего совершенствования и развития производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коломиец, А. С. Актуальность применения автоматных моделей в проектировании имитационных тренажеров для обучения операторов АСУ ТП / А. С. Коломиец // Наука и современность. – 2010. – № 3–2. – С. 152–157. – EDN RTBYFD.

- 2 Соболев, А. С. Актуальность создания интегрированных систем управления на предприятии / А. С. Соболев, Е. Л. Вайтекунене // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – Т. 1, № 6. – С. 441–442. – EDN ТВІСРТ.
- 3 Розенберг, И. Н. Разработка платформы цифровых двойников инфраструктурных объектов / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 9. – С. 26–29. – EDN TНІНQS.
- 4 Simple–Scada – простая, российская SCADA–система URL: <https://simple-scada.com/> (дата обращения: 06.03.2025).
- 5 Добромыслова, А. А. Разработка системы диспетчеризации процесса изготовления резины в программе Simple–Scada / А. А. Добромыслова, О. М. Власенко // Сборник научных трудов кафедры автоматики и промышленной электроники. – Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. – С. 11–16. – EDN RTQOST.
- 6 Бердикулова, Д. Ф. Создание мнемосхемы для винтового компрессора с использованием контроллера MAM6080 в simple–SCADA / Д. Ф. Бердикулова // Большая студенческая конференция : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 50–57. – EDN НІУКЕХ.

УДК 004.056.5

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОЗАМЕТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ В ПОТОКАХ МЕДИА ДАННЫХ

Засов В. А., Кашлаков Д. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: Рост объёма медиаконтента увеличивает риск искажения передаваемых медиаданных. Значительные искажения сравнительно несложно обнаруживаются современными методами. Но существуют также и малозаметные искажения, которые не каждый метод идентификации медиаконтента локализует или обнаруживает. Зачастую эти методы избыточны в контексте малозаметных искажений. В статье проводится анализ существующих методов обнаружения искажения в потоках медиаданных и предлагается способ обнаружения малозаметных искажений. Предложенный способ перспективен для защиты медиаданных в реальном времени и подлежит развитию в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: малозаметные искажения, медиаконтент, медиаданные, потоки медиаданных, идентификатор подлинности, безопасная передача данных.

В условия увеличения объёмов передаваемых потоков медиа данных актуальной остаётся проблема их безопасной передачи. В настоящее время передача информации сопряжена с рисками преднамеренного внесения искажений, что несёт угрозу целостности данных и их восприятию пользователем. Особую угрозу представляют малозаметные искажения, которые сложно обнаружить без специализированных инструментов.

Преднамеренно внесенные малозаметные искажения – это незаметные для человеческого восприятия искажения, которые, тем не менее, способны влиять на

содержание сообщения. Примером может послужить небольшой сдвиг цветовой палитры изображения, посторонние шумы в аудиозаписи, которые были интегрированы в оригинальную запись намеренно, или небольшие искажения видеок кадров. Примеры опасного использования подобных искажений: влияние на аудиторию, дезинформация, обход авторского права, стеганография. Основная сложность обнаружения этих искажений – их небольшой объём в общем объёме передаваемой информации, и для их выявления требуются методы, которые чувствительны к минимальным отклонениям.

Целью данной работы является системный анализ методов обнаружения малозаметных искажений и идентификаторов подлинности медиа данных. В рамках исследования рассматриваются основные существующие методы, применимые для обнаружения малозаметных искажений в потоках медиа данных, а также предлагается эффективный способ для их обнаружения.

Под идентификатором подлинности будем понимать некоторый объект, который идентифицирует подлинность кадров медиа потока. Эффективность идентификатора определяется отношением его объёма к объёму передаваемых данных. В настоящее время известны следующие методы для обнаружения искажений в потоках медиа данных.

1. Метод электронной цифровой подписи. Позволяет сравнивать заранее записанный хэш подлинного медиаконтента с полученным видео. Например, для видеоданных возможно хэширование отдельных кадров видео. Метод электронной подписи видеопотока описанный в статье [1], эффективно работает для определения искажений конкретного кадра, но не позволяет определить конкретное место внесения искажений, что снижает его эффективность для анализа малозаметных искажений потока медиа данных.

2. Метод водяных знаков. Этот метод позволяет встраивать скрытые метки прямо в медиа контент, что делает его крайне полезным для защиты авторских прав [2, 3]. Однако, их внедрение значительно увеличивает информационный объём идентификатора подлинности. Этот метод ориентирован на защиту авторских прав контента, поэтому метод водяных знаков неэффективен для выявления малозаметных искажений.

3. Метод анализа спектральных характеристик. Этот метод позволяет выявлять аномалии в частотных спектрах медиа контента, но этот метод чаще всего избыточен для малозаметных искажений и требует значительных вычислительных ресурсов. Он более чувствителен к значительным искажениям, что делает его неэффективным в задачах обнаружении малозаметных искажений.

4. Методы машинного обучения. Использование нейронных сетей в контексте поиска вмешательств в видеопоток требует большого количества размеченных обучающих данных, и точность определения зависит от качества этих данных. Более того, когда речь заходит о потоковом видео, использование нейронных сетей не представляется возможным, так как требует постоянного доступа к интернету или же высокопроизводительных средств вычислительной техники [4].

5. Метод помехоустойчивого кодирования кодами Хэмминга и Рида–Соломона. Данные методы основываются на избыточности данных, добавляя проверочные биты для обнаружения и исправления ошибок в медиаконтенте. Они лучше всего подходят для обнаружения малозаметных искажений медиаконтента, однако, при использовании этих методов значительно возрастают информационный объём идентификатора подлинности [5] и требования к вычислительным ресурсам.

Общим недостатком рассмотренных выше методов является большой информационный объём идентификаторов подлинности и высокие требования к производительности средств вычислительной техники для получения идентификаторов. Это связано с тем, что идентификаторы подлинности рассмотренных методов являются универсальными, формируются из всех данных медиа потока, поэтому для небольших (малозаметных) искажений рассмотренные методы избыточны.

С целью устранения указанных недостатков предлагается следующий способ. Для выявления малозаметных искажений следует формировать идентификатор подлинности на основе межкадровых изменений (искажений) в потоке медиа данных. Любая медиа запись имеет статичные области (равномерные поверхности, которые не меняются значительное количество последовательных кадров) и области, которые активно изменяются – динамические объекты.

Для выявления малозаметных искажений в медиа потоке следует запоминать данные о предыдущем и текущем кадрах медиа потока, затем выделить указанные

выше области для дальнейшей обработки. Например, для видео данных параметры группы пикселей из зоны активных искажений можно записать в идентификатор подлинности, в то же время, группы пикселей из статичной зоны будут записываться в идентификатор подлинности гораздо реже.

Таким образом, для вычисления идентификатора подлинности следует разделять две группы медиа данных (медиа сигналов): группу, которая образуется собственными межкадровыми изменениями медиа сигналов и группу, которая образуется внесенными извне искажениями. Для решения этой задачи можно применять алгоритмы, приведенные в [6, 7].

Таким образом, для малозаметных искажений информационный объём идентификатора подлинности будет меньше, чем у описанных выше методов, а требования к ресурсам вычислительной техники снижаются.

Малозаметные искажения представляют скрытую опасность и требуют новых методов идентификации медиаконтента. Существующие методы [1–5] же чаще всего избыточны для выявления таких малозаметных искажений с медиаконтентом. Предложенный способ может быть использован в задачах архивирования видеозаписей с камер видеонаблюдения при мониторинге объектов транспортной инфраструктуры. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на практической реализации, исследовании возможностей и ограничений предложенного метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Насенник В.Г. Электронная подпись видеопотока // Вестник СибГУТИ. 2021. № 4 (56), С. 84–86.
- 2 Муртазалиева И. А. Сравнение производительности различных методов нанесения водяных знаков // StudNet. 2021. № 5.
- 3 Мишин А. Б., Морковин С. В. Модифицированный метод внедрения робастного невидимого цифрового водяного знака в видеоданные // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2021. № 6, С. 42–49.
- 4 Лемайкина С. В. Методы обнаружения фальсификации информационного контента // Философия права. 2023. № 3 (106), С. 119–124.
- 5 Звездочкин М. Ю., Миронов В. В. Методы повышения быстродействия декодирования потоковых данных на основе кода Рида – Соломона // НиКСС. 2024. № 2 (46), С. 5–14.
- 6 Засов В.А., Никоноров Е.Н. Обеспечение робастности разделения сигналов в условиях априорной неопределенности // Математическое моделирование, численные методы и информационные системы. Сборник материалов II всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Самара, 2010. С. 101–109.
- 7 Засов В.А., Никоноров Е.Н. Алгоритмы контроля устойчивости решения задачи разделения источников сигналов в условиях априорной неопределенности // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения. Материалы конференции с международным участием. Институт проблем управления им. Трапезникова РАН. 2010. С. 482–491.

МНЕМОСХЕМА АРМА ОПЕРАТОРА ДЛЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ РЕМОНТНОГО ДЕПО

Манаськин Н. А., Козлов Е. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается разработка мнемосхемы АРМа оператора для удаленного управления грузоподъемными механизмами ремонтного депо, что является актуальной задачей в железнодорожной отрасли, а также в других сферах, где требуется управление грузоподъемными механизмами. Разработана интуитивно понятная мнемосхема экранной формы, которая позволяет отслеживать процессы и управлять системой. Диспетчер в реальном времени может отслеживать и управлять следующими параметрами – выбор режима работы, останавливать систему в случае необходимости и давать разрешение на работу. В случае возникновения ошибок сработает механизм оперативной реакции на отклонения в системе.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, технологический процесс, грузоподъемные механизмы, экранная форма, АРМ, мнемосхема, мониторинг, управление процессом, диагностика оборудования, операторский интерфейс, удаленное управление, оптимизация, производственная эффективность, безопасность, отчетность.

Одним из факторов в увеличении результативности производства в разных сферах промышленности являются автоматизированные рабочие места (АРМ) [1, 2]. Актуальной задачей в железнодорожной сфере является оптимизация процессов управления грузоподъемными механизмами, а также повышение безопасности на рабочих местах.

В данной статье рассматривается разработка мнемосхемы АРМа оператора для удаленного управления грузоподъемными механизмами ремонтного депо. Задачей статьи является разработка экранных форм автоматизированного рабочего места, а в частности, мнемосхемы экранной формы диспетчера, управления грузоподъемными механизмами в депо.

Мнемосхемы экранной формы АРМ для данной системы представляют собой визуальную карту системы, которая позволяет оператору быстро оценивать состояние оборудования, управлять процессами и отслеживать предыдущие события.

Мнемосхема экранной формы АРМ для управления грузоподъемными механизмами представлена на рисунке 1 (на рисунке 2 мнемосхема с сообщением возникновения аварии на объекте). Для разработки использовалась программа Simple Scada 2 [4–7].

Данная мнемосхема обеспечивает мониторинг и выбор режима системы, управление процессом, диагностику состояния оборудования и создания отчётности.

В первую очередь мнемосхема экранной формы АРМ предоставляет возможность наблюдения за всеми подъемниками, находящимися в депо.

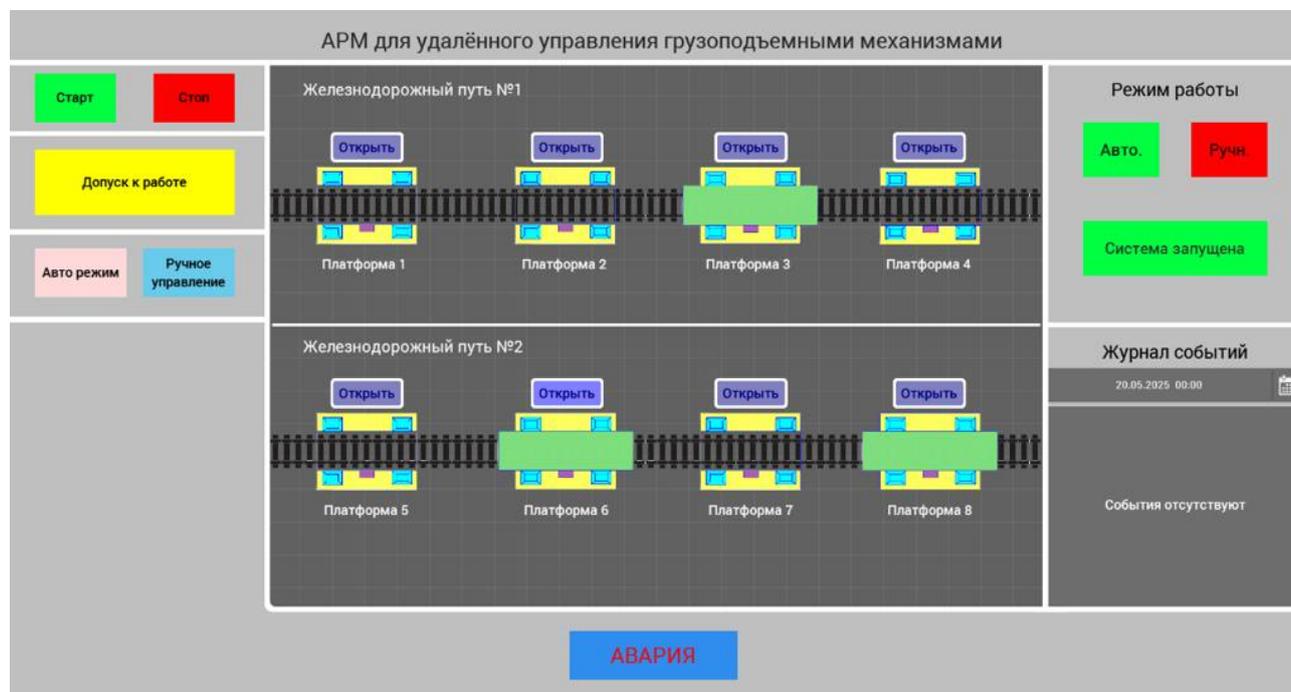


Рисунок 1 – Мнемосхема экранной формы «АРМ для удалённого управления грузоподъемными механизмами»

Главным преимуществом предлагаемой экранной формы является дистанционный контроль и управление системой непосредственно через пользовательский интерфейс, который позволяет операторам быстро реагировать на изменения в процессе работы.

Неотъемлемой функцией является уведомление оператора в случае аварийных ситуаций. При возникновении ошибки включается механизм оперативной реакции на отклонения в системе, происходит уведомление оператора через мнемосхему экранной формы.

Данная мнемосхема выступает в качестве решения для автоматизации и повышения безопасности на объекте. Она позволяет осуществлять точный контроль за ходом технологических операций. Внедрение предлагаемого результата работы, направлено на снижение рисков аварийных ситуаций, а также на повышение скорости реакции системы на внешние воздействия и изменения в процессе выполнения задач, что способствует более высокой эффективности и надёжности производственных операций.

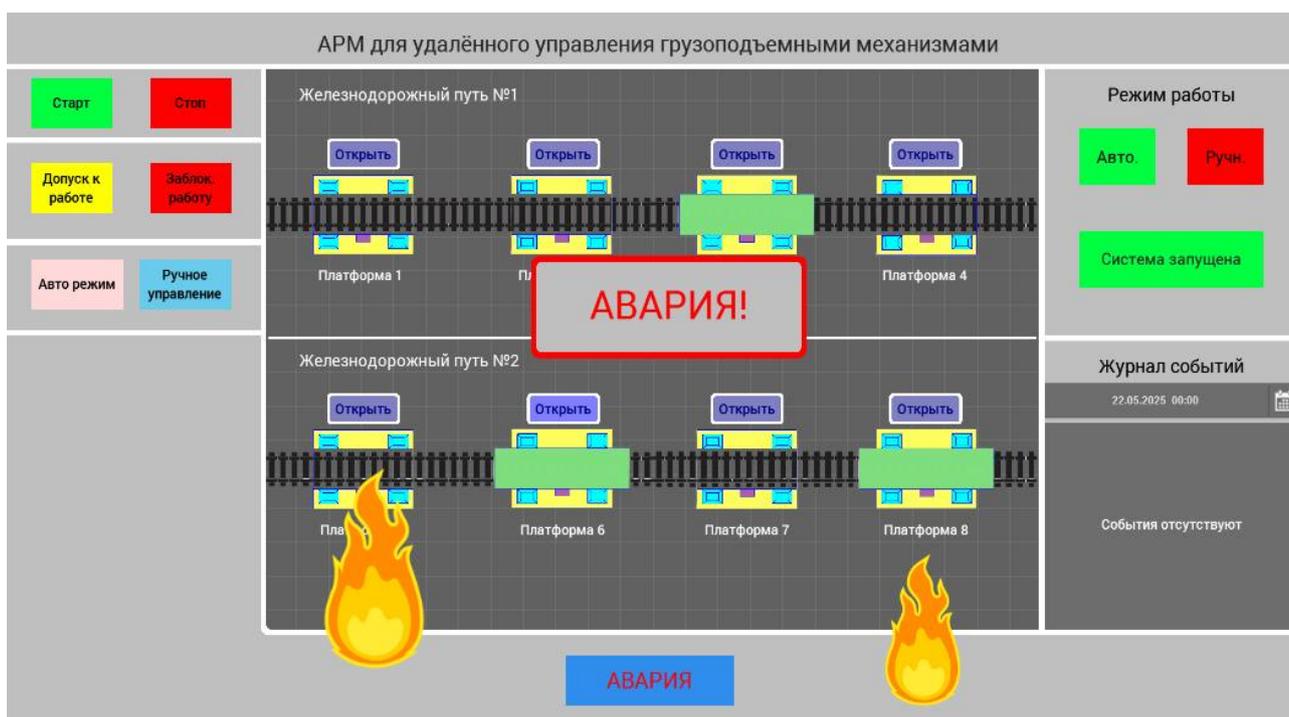


Рисунок 2 – Мнемосхема экранной формы «АРМ для удалённого управления грузоподъемными механизмами» (Экран с сообщением об аварии)

В дополнение к этим преимуществам, система обеспечивает сбор и обработку данных, что создаёт удобные условия для анализа текущих показателей, прогнозирования возможных отклонений и планирования дальнейших шагов по модернизации технологической базы. Таким образом, внедрение разработанной мнемосхемы открывает возможности для постоянного развития и совершенствования всей производственной системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коломиец, А. С. Актуальность применения автоматных моделей в проектировании имитационных тренажеров для обучения операторов АСУ ТП / А. С. Коломиец // Наука и современность. – 2010. – № 3–2. – С. 152–157. – EDN RTBYFD.
- 2 Соболев, А. С. Актуальность создания интегрированных систем управления на предприятии / А. С. Соболев, Е. Л. Вайтекунене // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – Т. 1, № 6. – С. 441–442. – EDN TVICPT.
- 3 Розенберг, И. Н. Разработка платформы цифровых двойников инфраструктурных объектов / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 9. – С. 26–29. – EDN TNIHQ5.
- 4 Simple–Scada – простая, российская SCADA–система URL: <https://simple-scada.com/> (дата обращения: 06.03.2025).
- 5 Уфимцев, А. В. SCADA–система автоматического управления насосами гидропневматической установки / А. В. Уфимцев, А. А. Филипас // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно–практической конференции. – 2024. – № 1–1. – С. 342–344. – EDN DXCSGO.

- 6 Бердикулова, Д. Ф. Создание мнемосхемы для винтового компрессора с использованием контроллера MAM6080 в simple-SCADA / Д. Ф. Бердикулова // Большая студенческая конференция : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 50–57. – EDN NIYKEX.
- 7 Бердикулова, Д. Ф. Создание мнемосхемы для винтового компрессора с использованием контроллера MAM6080 в simple-SCADA / Д. Ф. Бердикулова // Большая студенческая конференция : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 50–57. – EDN NIYKEX.

УДК 681.5

МНЕМОСХЕМА ЭКРАННОЙ ФОРМЫ ОПЕРАТОРА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ШИБЕРНОЙ ЗАДВИЖКИ АСУ ТП ЗАГРУЗКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Рамазин Н. И., Иванов Д. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается разработка мнемосхемы экранной формы оператора диспетчеризации шиберной задвижки для автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) загрузки сыпучих материалов. Описаны особенности интерфейса программного обеспечения, разработанного на платформе Simple Scada 2, который отличается интуитивной понятностью и многоуровневой системой доступа для пользователей с различными правами (операторы, инженеры). Упрощение взаимодействия оператора с системой позволяет снизить время реакции на аварийные ситуации, улучшить мониторинг и управление технологическими процессами. Программное обеспечение визуализирует текущее состояние процессов и предоставляет возможность дистанционного контроля. Представленная мнемосхема способствует повышению эффективности и безопасности в процессе загрузки сыпучих материалов, включая использование на железнодорожном транспорте, обеспечивая оптимизацию и улучшение производственного процесса.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, АСУ ТП, бункерная загрузка, сыпучие материалы, мнемосхема, мониторинг, управление процессом, диагностика оборудования, операторский интерфейс, удаленное управление, оптимизация, производственная эффективность, безопасность, отчетность.

Актуальность использования АСУ ТП (Автоматизированных Систем Управления Технологическими Процессами) заключается в их способности обеспечивать безопасный, эффективный и оптимизированный производственный процесс на любом предприятии [1, 2]. В условиях современных высоких требований к производительности, АСУ ТП становятся неотъемлемым инструментом для управления и контроля различных технологических процессов [3, 4].

В данной статье рассматривается разработка мнемосхемы экранной формы оператора диспетчеризации шиберной задвижки АСУ ТП загрузки сыпучих материалов, представленная на рисунке 1, и разработанная на платформе Simple Scada 2 [4, 5, 6].

Интерфейс программного обеспечения «АСУ ТП шиберной задвижки» является неотъемлемой частью взаимодействия человека с программой. Во-первых, интерфейс АСУ ТП интуитивно понятный для оператора, который позволяет сократить время обращения оператора к системе и вовремя принять меры в случае чрезвычайных ситуаций. Во-вторых, программное обеспечение обеспечивает различный доступ пользователям (операторы, инженеры), имея разные уровни прав в системе (мониторинг – ограничения по управлению в системе, диспетчеризация – без ограничений). В-третьих, система обеспечивает визуализацию текущего состояния всех технологических процессов во время работы, предоставление отчетов о производственных данных и возможность дистанционного контроля и вмешательств, если это необходимо.

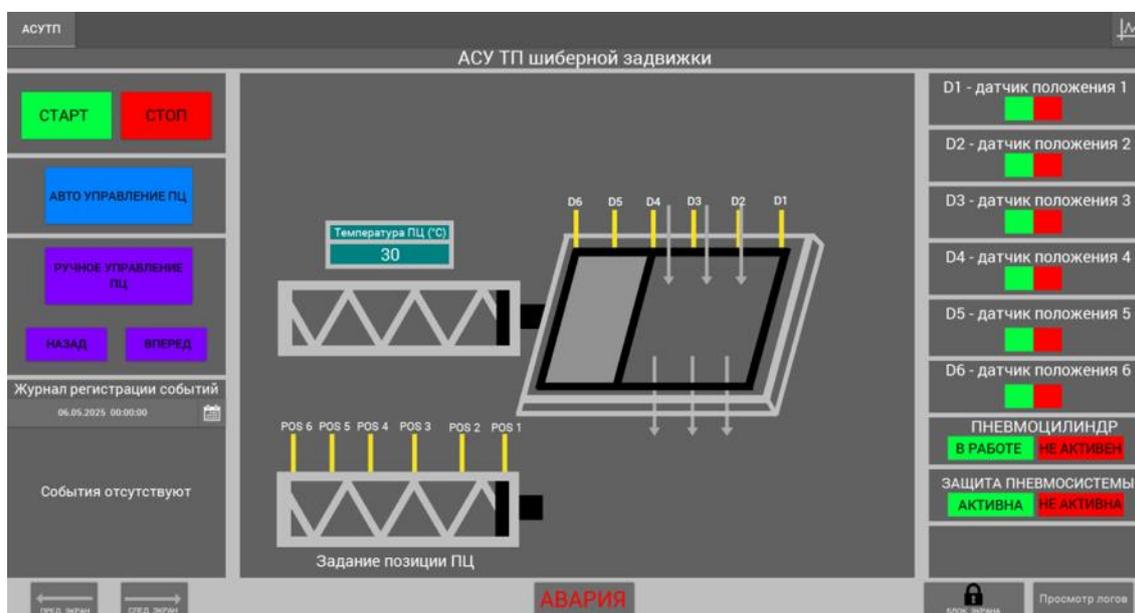


Рисунок – Мнемосхема экранной формы «АСУ ТП шиберной задвижки»

Представленная в работе мнемосхема экранной формы АСУ ТП шиберной задвижки» является не только удобным инструментом для операторов, но и важным элементом для повышения производительности предприятия в процессе загрузки сыпучих материалов, в том числе и для железнодорожного транспорта [4]. Интуитивно понятный интерфейс и многоуровневая система доступа для пользователей позволяют оперативно реагировать на возникающие ситуации, что особенно важно в условиях высоких требований безопасности к производственным процессам. Таким образом, применение АСУ способствует оптимизации управления и повышению общей эффективности работы предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Луков, Д. К. Автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) / Д. К. Луков // European Science. – 2019. – № 2(44). – С. 19–21. – EDN MCVTSP.
- 2 Коломиец, А. С. Актуальность применения автоматных моделей в проектировании имитационных тренажеров для обучения операторов АСУ ТП / А. С. Коломиец // Наука и современность. – 2010. – № 3–2. – С. 152–157. – EDN RTBYFD.
- 3 Соболев, А. С. Актуальность создания интегрированных систем управления на предприятии / А. С. Соболев, Е. Л. Вайтекунене // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – Т. 1, № 6. – С. 441–442. – EDN ТВІСРТ.
- 4 Розенберг, И. Н. Разработка платформы цифровых двойников инфраструктурных объектов / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 9. – С. 26–29. – EDN TNIHQ5.
- 5 Simple–Scada – простая, российская SCADA–система URL: <https://simple-scada.com/> (дата обращения: 06.03.2025).
- 6 Добромыслова, А. А. Разработка системы диспетчеризации процесса изготовления резины в программе Simple–Scada / А. А. Добромыслова, О. М. Власенко // Сборник научных трудов кафедры автоматики и промышленной электроники. – Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. – С. 11–16. – EDN RTQOST.

УДК 681.5

МНЕМОСХЕМА АРМА ОПЕРАТОРА СИСТЕМЫ СТОЕЧНЫХ ПОДЪЕМНИКОВ МОДЕЛИ ПВ–04

Манаськин Н. А., Козлов Е. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается разработка мнемосхемы АРМа оператора системы стоечных подъемников модели ПВ–04. Данная модель используется во многих депо, ремонте вагонов и полувагонов, что является актуальной задачей в железнодорожной отрасли. В данной статье рассматривается спроектированная экранная форма, представленная в виде мнемосхемы, которая позволяет отслеживать различные параметры системы, а также управлять подъемниками в автоматическом или ручном режиме. Диспетчер в реальном времени может отслеживать и управлять следующими параметрами – выбор режима работы, отдельное управление каждым из подъемников, отслеживать рабочее давление жидкости в подъемнике, а также выбирать высоту подъема.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, технологический процесс, АСУ ТП, грузоподъемные механизмы, экранная форма, АРМ, мнемосхема, мониторинг, управление процессом, диагностика оборудования, операторский интерфейс, ремонтное депо, удаленное управление, оптимизация, производственная эффективность, безопасность, отчетность.

Одним из ключевых факторов в увеличении результативности производства в разных сферах промышленности являются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) [1, 2]. Актуальность статьи обусловлена стремлением ОАО «РЖД» к автоматизации процессов, а также повышению эффективности и безопасности рабочих.

Далее рассматривается процесс разработки экранной формы автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП), представленной в виде мнемосхемы автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора системы стоечных подъемников модели ПВ–04. Задачей статьи является разработка автоматизированного рабочего места, а в частности, мнемосхемы экранной формы диспетчера, управления системой стоечных подъемников.

При разработке мнемосхемы АРМа оператора системы стоечных подъемников модели ПВ–04 был создан интуитивно понятный интерфейс, который позволяет пользователю эффективно принимать решения. Кнопки имеют ассоциативные цвета, «Старт» и «Допуск к работе» окрашены зеленым, а кнопки «Стоп» и «Заблокировать работу» помечены ярким красным. Интерфейс оператора АРМа системы стоечных подъемников модели ПВ–04 представлен на рисунке 1 (на рисунке 2 мнемосхема с сообщением о возникновении аварии на объекте). Инструментом для создания мнемосхемы послужила программа Simple Scada 2 [4–7].

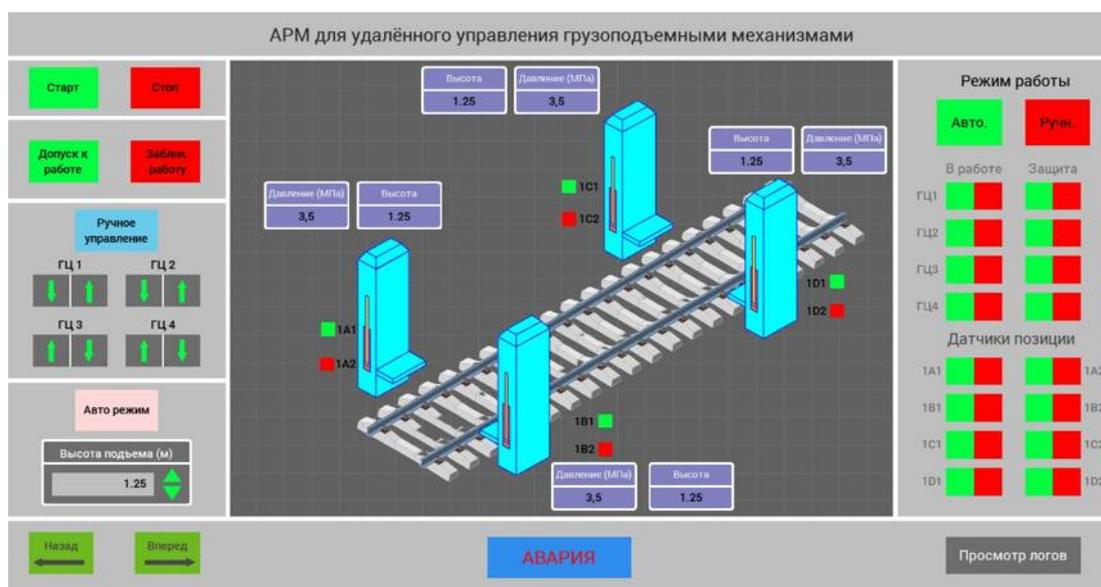


Рисунок 1 – Мнемосхема экранной формы «АРМ для удалённого управления грузоподъемными механизмами»

В первую очередь, мнемосхема позволяет полностью управлять работой подъемников как в автоматическом режиме, так и в ручном. При выборе ручного управления оператор АРМа может поднимать и опускать каждый подъемник по отдельности, что расширяет гибкость и функциональность системы. Если оператор выбрал автоматический режим, ему нужно выбрать на какую высоту будет поднят вагон.

Важной функцией является возможность отслеживать все изменяющиеся параметры каждого подъемника, что позволяет в реальном времени наблюдать за текущей высотой подъема, давлением рабочей жидкости. Специальная индикация позволяет отслеживать, какие подъемники сейчас находятся в работе и не ушли ли они в аварийный режим.



Рисунок 2 – Мнемосхема экранной формы «АРМ для удалённого управления грузоподъемными механизмами» (Экран аварийной ситуации на объекте)

В случае, если система обнаружит отклонение каких-либо параметров от заданных, она немедленно остановит работу, выведет соответствующее уведомление оператору, а также сформирует логи и отправит их на сервер.

В ходе работы была получена мнемосхема АРМ оператора стоечных подъемников модели ПВ-04, что повысит эффективность и безопасность их эксплуатации, обеспечит удобство управления и своевременное реагирование на аварийные ситуации, а также создаст основу для дальнейшего усовершенствования в условиях железнодорожного депо.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коломиец, А. С. Актуальность применения автоматных моделей в проектировании имитационных тренажеров для обучения операторов АСУ ТП / А. С. Коломиец // Наука и современность. – 2010. – № 3–2. – С. 152–157. – EDN RTBYFD.
- 2 Соболев, А. С. Актуальность создания интегрированных систем управления на предприятии / А. С. Соболев, Е. Л. Вайтекунене // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – Т. 1, № 6. – С. 441–442. – EDN ТВІСРТ.
- 3 Розенберг, И. Н. Разработка платформы цифровых двойников инфраструктурных объектов / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 9. – С. 26–29. – EDN TNIHQ5.

- 4 Simple–Scada – простая, российская SCADA–система URL: <https://simple-scada.com/> (дата обращения: 06.03.2025).
- 5 Уфимцев, А. В. SCADA–система автоматического управления насосами гидропневматической установки / А. В. Уфимцев, А. А. Филипас // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2024. – № 1–1. – С. 342–344. – EDN DXCSGO.
- 6 Бердикулова, Д. Ф. Создание мнемосхемы для винтового компрессора с использованием контроллера MAM6080 в simple–SCADA / Д. Ф. Бердикулова // Большая студенческая конференция : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 50–57. – EDN H1YKEX.
- 7 Бердикулова, Д. Ф. Создание мнемосхемы для винтового компрессора с использованием контроллера MAM6080 в simple–SCADA / Д. Ф. Бердикулова // Большая студенческая конференция : сборник статей IX Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 05 мая 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 50–57. – EDN H1YKEX.

УДК 003.26
004.42
004.056

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРА ЦЕЗАРЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ЛАТИНСКОГО И КИРИЛЛИЧЕСКОГО АЛФАВИТОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Кирсанов С. А., Квасков Р. Е., Иванов Д. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье представлена программная реализация классического шифра Цезаря с расширенной поддержкой латинского и кириллического алфавитов. Алгоритм позволяет выполнять символьное шифрование и дешифрование текстовых данных, включая как заглавные, так и строчные буквы. Реализация выполнена на языке программирования Python. Представленная в работе реализация алгоритма может быть использована в образовательных и исследовательских целях. Также рассмотрены принципы символьного сдвига и особенности работы с многобуквенными алфавитами.

Ключевые слова: шифр Цезаря, символьное шифрование, криптография, Python, латинский алфавит, кириллица, символьный сдвиг, алгоритмы шифрования, программная реализация.

Шифр Цезаря представляет собой один из самых простых и известных методов симметричного шифрования, в основе которого лежит сдвиг букв алфавита на фиксированное число позиций [1, 2]. Несмотря на свою простоту, данный алгоритм широко используется в учебных целях и при изучении основ криптографии. Цель данной работы – реализовать шифр Цезаря с возможностью обработки символов как латинского, так и кириллического алфавитов, что позволяет использовать алгоритм в условиях многозначного текстового ввода.

Шифр Цезаря является частным случаем более общего класса шифров подстановки, в которых каждая буква алфавита заменяется другой, отстоящей от неё

на заданное количество позиций. Формально, пусть алфавит содержит n символов, тогда для каждой буквы c , её зашифрованное значение определяется формулой:

$$E(c) = (c + s) \bmod n,$$

где s – сдвиг (ключ шифрования), а операция выполняется по модулю размера алфавита. Аналогично, расшифровка осуществляется с использованием сдвига $-s$.

Для реализации алгоритма был выбран язык программирования Python благодаря его простоте и читаемости [3, 4]. Программа, представленная на рисунке 1, корректно обрабатывает как латинские, так и русские буквы, включая заглавные и строчные, а также оставляет без изменений знаки препинания, пробелы и цифры.

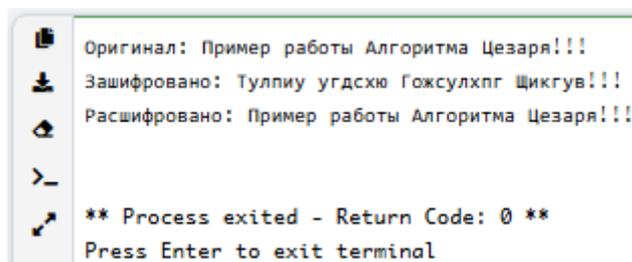
Многобуквенные алфавиты (например, латинский и кириллический алфавиты) представляют собой совокупности символов, которые могут значительно отличаться по своему размеру. Важные особенности работы с такими алфавитами заключаются в том, что латинский алфавит состоит из 26 символов (для верхнего и нижнего регистра), а кириллический алфавит содержит 32 символа для русского языка (включая как заглавные, так и строчные буквы), поэтому для каждого алфавита в программе учтён размер при расчёте сдвига. Например, для латинского алфавита сдвиг будет вычисляться по модулю 26, а для кириллического – по модулю 32.

```

main.py +
1- def caesar_encrypt(text, shift):
2   result = ""
3-   for char in text:
4-     if char.isalpha(): # Если символ – буква
5-       if 'A' <= char <= 'Z': # Для заглавных английских букв
6-         base = ord('A')
7-         result += chr((ord(char) - base + shift) % 26 + base)
8-       elif 'a' <= char <= 'z': # Для строчных английских букв
9-         base = ord('a')
10-        result += chr((ord(char) - base + shift) % 26 + base)
11-      elif 'А' <= char <= 'Я': # Для русских букв (строчные)
12-        base = ord('а')
13-        result += chr((ord(char) - base + shift) % 32 + base)
14-      elif 'А' <= char <= 'Я': # Для русских букв (заглавные)
15-        base = ord('А')
16-        result += chr((ord(char) - base + shift) % 32 + base)
17-      else:
18-        result += char # Не шифруем пробелы, знаки и цифры
19-   return result
20
21- def caesar_decrypt(cipher, shift):
22-   return caesar_encrypt(cipher, -shift)
23
24 # пример использования
25 #text = "Caesar's Algorithm!!"
26 text = "Пример работы Алгоритма Цезаря!!!"
27 shift = 3
28
29 encrypted = caesar_encrypt(text, shift)
30 decrypted = caesar_decrypt(encrypted, shift)
31
32 print("Оригинал:", text)
33 print("Зашифровано:", encrypted)
34 print("Расшифровано:", decrypted)
35
Ln: 3, Col: 31
    
```

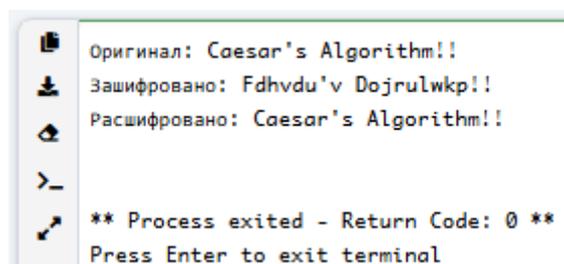
Рисунок 1 – Код программной реализации алгоритма шифра Цезаря с поддержкой латинского и кириллического алфавитов на языке Python

В результате работы программы, выводятся сообщения, содержащие оригинальный, зашифрованный и расшифрованный тексты, изображенные на рисунках 2, 3, 4, для кириллического алфавита, латинского алфавита и одновременной обработки латинского и кириллического алфавитов соответственно.



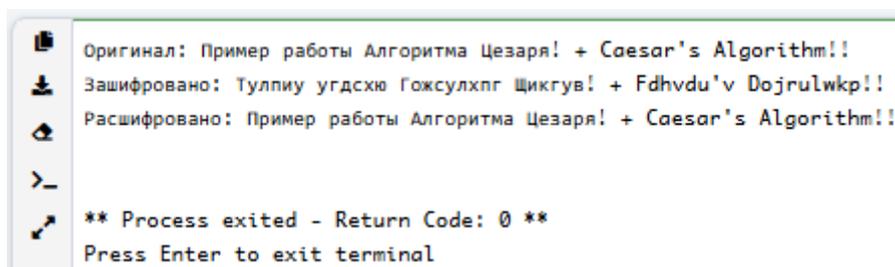
```
Оригинал: Пример работы Алгоритма Цезаря!!!  
Зашифровано: Туллиу угдсю Гожсулхлг Цикгув!!!  
Расшифровано: Пример работы Алгоритма Цезаря!!!  
  
** Process exited - Return Code: 0 **  
Press Enter to exit terminal
```

Рисунок 2 – Результат работы программной реализации кириллического алфавита



```
Оригинал: Caesar's Algorithm!!  
Зашифровано: Fdhvdu'v Dojrulwkp!!  
Расшифровано: Caesar's Algorithm!!  
  
** Process exited - Return Code: 0 **  
Press Enter to exit terminal
```

Рисунок 3 – Результат работы программной реализации латинского алфавита



```
Оригинал: Пример работы Алгоритма Цезаря! + Caesar's Algorithm!!  
Зашифровано: Туллиу угдсю Гожсулхлг Цикгув! + Fdhvdu'v Dojrulwkp!!  
Расшифровано: Пример работы Алгоритма Цезаря! + Caesar's Algorithm!!  
  
** Process exited - Return Code: 0 **  
Press Enter to exit terminal
```

Рисунок 4 – Результат работы программной реализации одновременной обработки латинского и кириллического алфавитов

Предложенная реализация шифра Цезаря с поддержкой латинского и кириллического алфавитов представляет собой наглядный пример символического шифрования, подходящий для использования в образовательной среде [5]. Программа может быть эффективно применена при проведении практических занятий по информатике, программированию и основам криптографии. Благодаря своей простоте и понятной логике, алгоритм способствует лучшему усвоению принципов симметричного шифрования и работы с символами в различных кодировках. Реализация на языке Python делает её доступной для обучающихся с базовыми знаниями программирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гарькаева, М. П. Шифр Цезаря / М. П. Гарькаева, Е. Г. Романова // Аналитические и численные методы моделирования естественно–научных и социальных проблем (АЧМ–2023) : Сборник статей по материалам XVIII Всероссийской с международным участием научно-технической конференции с конкурсом научно-исследовательских работ для обучающихся, посвященной 80–летию Пензенского государственного университета и 80–летию кафедры «Высшая и прикладная математика». В 2–х частях, Пенза, 06–10 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2023. – С. 36–39. – EDN XCBMEU.
- 2 Вдовенко, С. Г. Шифрование текста с использованием шифра Цезаря / С. Г. Вдовенко, К. А. Ковачева, А. А. Оленев // Молодежный научный форум: технические и математические науки. – 2017. – № 1(41). – С. 125–128. – EDN XIMYCF.
- 3 Ковалева, К. А. Сравнение языка программирования Python с другими языками / К. А. Ковалева, И. Т. Хутов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 04 июля 2021 года. – Москва: ООО «Институт развития образования и консалтинга», 2021. – С. 35–40. – DOI 10.34755/IROK.2021.84.85.081. – EDN IKNFFT.
- 4 Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : Учебное пособие / Д. Ю. Федоров. – 2–е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 1 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–10971–9. – EDN RRICZY.
- 5 Петрикова, А. В. Методическая разработка урока по теме «шифр Цезаря, шифр Гронсфельда, аффинный шифр» / А. В. Петрикова // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе : Материалы международной научно-практической интернет–конференции, Москва, 22–26 апреля 2024 года. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2024. – С. 572–582. – EDN WSINAA.

УДК 004.05

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЕТА УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ

Чурунова А. С.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной статье рассматривается роль автоматизации учета успеваемости студентов в образовательном процессе с использованием платформы 1С:Предприятие. Проведен анализ функциональных возможностей программ «1С:Университет ПРОФ» и «1С:Колледж ПРОФ», который показывает, что каждая из них имеет свои уникальные функции и подходит для различных категорий учебных заведений.

Ключевые слова: учет успеваемости, автоматизация, 1С:Предприятие, 1С:Колледж, 1С:Университет.

В настоящее время автоматизация учета успеваемости в образовательном процессе играет важную роль в повышении эффективности управления учебной деятельностью. Одним из самых популярных инструментов для автоматизации учета успеваемости является платформа 1С:Предприятие, которая широко применяется для автоматизации бизнес–процессов.

В данной статье представлен анализ программ автоматизации учета успеваемости студентов на платформе 1С:Предприятие, а также изучение их функциональных возможностей.

Автоматизация учета успеваемости студентов является важным элементом для управления образовательными учреждениями. В условиях современного образования, где необходима быстрая оперативность и точность в обработке данных, программные решения на платформе 1С:Предприятие становятся более актуальными, чем бумажные носители.

1С:Предприятие – это комплексное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации различных аспектов деятельности организаций. Оно включает в себя функции учета, управления ресурсами, анализа данных и другие инструменты, которые помогают оптимизировать бизнес–процессы и повысить эффективность работы.

1С была разработана компанией «1С», которая специализируется на создании и продвижении программных продуктов для бизнеса. Программа широко используется в различных отраслях и помогает компаниям вести свою деятельность более организованно и эффективно.

Программные продукты «1С:Университет ПРОФ» и «1С:Колледж ПРОФ» представляют собой отраслевые решения, предназначенные для цифровизации процессов контроля успеваемости в образовательных организациях. Несмотря на общую направленность, данные системы обладают существенными различиями в функциональных возможностях, что обусловлено спецификой их целевой аудитории – высших учебных заведений и учреждений среднего профессионального образования (СПО) соответственно.

1С:Университет ПРОФ представляет собой масштабируемую систему, разработанную для автоматизации управленческих процессов в высших учебных заведениях. Система обеспечивает комплексную автоматизацию ключевых административных процессов, включая мониторинг успеваемости, создание учебных материалов и взаимодействие с федеральными информационными системами. Особое внимание уделено возможности кастомизации под индивидуальные требования конкретного образовательного учреждения, что делает её гибким инструментом управления.

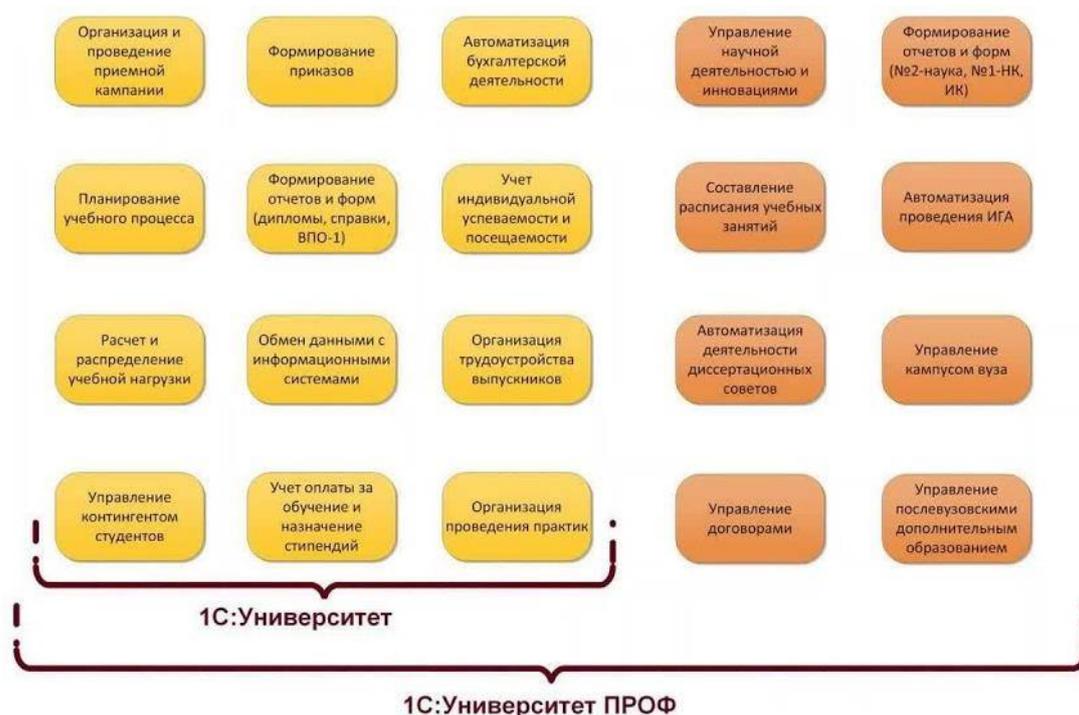


Рисунок 1 – Структура конфигурации 1С: Университет ПРОФ

Программный продукт обладает расширенным функционалом, охватывающим ключевые аспекты образовательной организации. **Во-первых**, система осуществляет централизованный учет контингента обучающихся и преподавательского состава, включая ведение базы данных с персональными сведениями, индивидуальными учебными планами, динамикой академической успеваемости, а также финансовыми операциями, связанными с оплатой обучения. **Во-вторых**, она обеспечивает управление учебным процессом посредством автоматизированного составления расписания, мониторинга посещаемости, фиксации результатов промежуточной и итоговой аттестации, а также формирования учебных групп с учетом специализации и нагрузки. **Кроме того**, система включает модуль финансово-бухгалтерского учета, который позволяет обрабатывать платежи, генерировать квитанции и контролировать задолженности как студентов, так и сотрудников. **Важным аспектом** является наличие аналитического блока, предоставляющего инструменты для оценки успеваемости, статистической обработки данных и выявления слабых мест в образовательном процессе. В результате система осуществляет оптимизированное распределение материально-технических ресурсов, включая учебные кабинеты, лаборатории и компьютерные классы. Это способствует более эффективному использованию данных ресурсов.

Система «1С: Колледж ПРОФ» представляет собой специализированное решение для автоматизации работы учреждений СПО. Её основная особенность – комплексный подход к управлению образовательным процессом.

В системе реализованы основные функциональные модули: планирование учебного процесса в соответствии с ФГОС, распределение педагогической нагрузки, составление и корректировка расписания, а также мониторинг учебной деятельности (посещаемость, успеваемость, практика).

Особое внимание уделено организации производственной практики – система позволяет автоматизировать весь цикл: от планирования до анализа результатов. Отчетный модуль включает генерацию ведомостей, документов о задолженностях и визуализированных аналитических материалов. Важным конкурентным преимуществом является продуманный пользовательский интерфейс, обеспечивающий комфортную работу для сотрудников с разным уровнем компьютерной грамотности.



Рисунок 2 – Структура 1С: Колледж ПРОФ

Сравнительный анализ двух конфигураций – «1С: Университет ПРОФ» и «1С:Колледж ПРОФ» – позволяет выявить ключевые различия в их архитектуре, функциональных возможностях и степени соответствия требованиям высшего и среднего профессионального образования.

Одним из основных критериев сравнения является масштабируемость и комплексность автоматизации. «1С:Университет ПРОФ» ориентирована на вузовскую среду, что выражается в поддержке многоуровневой подготовки (бакалавриат, специалитет, магистратура) и необходимости учета сложных академических траекторий. Система обеспечивает глубокую интеграцию с федеральными информационными системами, что критически важно для формирования отчетности в соответствии с требованиями Министерства науки и высшего образования. В отличие от нее, «1С:Колледж ПРОФ» фокусируется на оптимизации процессов, характерных для СПО, таких как организация производственной практики и упрощенный документооборот, соответствующий ФГОС для среднего профессионального образования.

Важным аспектом сравнения выступает функциональная специализация. «1С: Университет ПРОФ» обладает расширенным аналитическим модулем, позволяющим проводить многомерный анализ успеваемости, генерировать отчеты с детализацией по различным параметрам (курсы, факультеты, временные периоды) и оптимизировать распределение материально–технических ресурсов. В то же время «1С: Колледж ПРОФ» демонстрирует более узкую, но глубокую проработку процессов, специфичных для колледжей, включая автоматизацию формирования рабочих учебных планов и интеллектуальные алгоритмы составления расписаний с учетом производственной практики.

Еще одним критерием является удобство интерфейса и адаптивность системы. В «1С: Колледж ПРОФ» отмечается более продуманный пользовательский интерфейс, рассчитанный на сотрудников с разным уровнем компьютерной грамотности, что ускоряет внедрение системы в образовательных учреждениях СПО. В свою очередь, «1С: Университет ПРОФ» требует более высокой технической компетентности пользователей, что обусловлено сложностью ее функционала и необходимостью работы с большими массивами данных.

Интеграционные возможности систем также различаются. Решение для вузов обладает более широкими возможностями взаимодействия с внешними информационными системами, включая государственные платформы и сервисы, что минимизирует риски ошибок при формировании отчетности. А «1С: Колледж ПРОФ» имеет ограниченные возможности интеграции, что может снижать эффективность

взаимодействия с контролирующими органами, но компенсируется оптимизацией процессов внутри учреждения.

Сравнительный анализ показал существенные различия в архитектуре и функциональности систем «1С: Университет ПРОФ» и «1С: Колледж ПРОФ», обусловленные спецификой обслуживаемых уровней образования. Вузовское решение характеризуется развитыми аналитическими возможностями, поддержкой многоуровневой подготовки и комплексной интеграцией с внешними информационными системами, тогда как продукт для СПО предлагает специализированные механизмы организации практической подготовки и адаптированный под требования колледжей документооборот. При выборе системы управления образовательным процессом следует принимать во внимание не только текущую деятельность образовательного учреждения, но и перспективы его цифрового развития, включая состояние технологической инфраструктуры. Результаты анализа подтверждают необходимость учета отраслевой специфики при проектировании и внедрении автоматизированных систем, направленных на оптимизацию образовательного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 1С:Предприятие 8. Конфигурация «Университет ПРОФ». Руководство пользователя / Е. Н. Бондарева, О. В. Вашкевич, В. А. Гречкин [и др.]. 2022. 996 с.
- 2 Отраслевые и специализированные решения 1С:Предприятие. 1С:Колледж ПРОФ – О решении – Возможности. [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/college-prof/features> (дата обращения: 12.03.2025).
- 3 Отраслевые и специализированные решения 1С:Предприятие. 1С:Университет ПРОФ – О решении – Возможности. [Электронный ресурс]. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/university-prof> (дата обращения: 12.03.2025).
- 4 Трофимов, В.В. Информационные системы и технологии в экономике и управлении в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / ответственный редактор В.В. Трофимов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 375 с.

УДК 004.738.5
629.4.014.64

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ WI-FI 7 НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Якимов В. Н., Максимов И. Г., Танаев О. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в работе рассматриваются перспективы использования нового стандарта для беспроводной сети передачи данных Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be) на железнодорожном транспорте. Приведены основные преимущества Wi-Fi 7, которые обеспечат пассажиров железнодорожного транспорта стабильным и быстрым мобильным интернетом. К этим преимуществам относятся увеличение скорости и пропускной способности передачи данных, расширение зон доступа, повышенная надежность соединения, возможность естественного объединения диапазонов частот, обеспечение высокого уровня информационной безопасности. Результаты исследования позволяют сделать вывод о перспективности внедрения технологии Wi-Fi 7 на железнодорожном транспорте для повышения качества обслуживания и комфорта пассажиров.

Ключевые слова: беспроводная связь, технология Wi-Fi 7, интернет, железнодорожный транспорт.

Введение. Железнодорожный транспорт играет важную роль в современной системе пассажирских перевозок. При этом в последнее время наблюдается существенный рост пассажиропотока. Это объясняется улучшением экономической ситуации и ростом деловой активности, а также растущим интересом к внутреннему туризму и расширением его географических границ. Рост пассажиропотока требует опережающего долгосрочного развития сети железных дорог.

Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации предусматривает реализацию программы перспективного развития скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения. Скоростные и высокоскоростные поезда сократят время железнодорожных перевозок и обеспечат привлекательные условия для поездок на средние и дальние расстояния. Одновременно с этим обеспечение комфортных условий для пассажиров остается одним из важнейших направлений модернизации системы железнодорожного транспорта [1].

Исследования удовлетворенностью пассажиров обслуживанием показали, что одним из факторов, оказывающих существенное влияние на привлекательность и выбор вида транспорта, является наличие мобильной интернет-связи. Беспроводная связь обеспечивает один из важнейших способов, с помощью которого можно взаимодействовать с онлайн-контентом, WEB-приложениями и интернет-сервисами с использованием мобильных устройств. Поэтому гарантированное предоставление данного вида связи в пути следования позволяет существенно улучшить качество обслуживания пассажиров железнодорожного транспорта. Следовательно,

железнодорожный транспорт должен быть обеспечен современной системой связи. При этом должен поддерживаться технологический режим управления объектами связи в рамках рассматриваемой предметной области. В частности это касается объектно–информационного и функционально–распределенного представления технологических операций организации связи [2–4]. Все это способствует повышению общей конкурентоспособности предоставляемых услуг в поездах и, как следствие, приведет к увеличению эксплуатационных доходов [5–7].

Принимая во внимание изложенное выше, одной из основных задач ОАО «РЖД» является создание систем беспроводной высокоскоростной передачи данных для мобильных средств связи на основе инновационных технологии LTE (Long–Term Evolution). При этом принят стандарт, который устанавливает унифицированные требования к набору, качеству и потребительским характеристикам услуг, предоставляемых пассажирам с помощью мобильных сервисов и сети Интернет [9].

Следует учитывать, что при выборе железнодорожных услуг, соответствующих билету, одним из основных предпочтений пассажиров в сфере дополнительных услуг является наличие бесплатного, быстрого и надежного Wi–Fi соединения. Поэтому несмотря на достаточно существенные затраты на железнодорожном транспорте распространяется беспроводной доступ в сеть Интернет на основе технологии Wi–Fi, которая является одной из основных технологий беспроводной передачи данных. Основу Wi–Fi составляет комплекс стандартов IEEE 802.11 [9]. Использование данной технологии обеспечивает пассажирам возможность быть всегда на связи и иметь доступ к информационным ресурсам в любой момент времени в течение всей поездки. Однако на сегодняшний день большая часть беспроводной связи приходится на устаревшие технологии Wi–Fi с четвертого по шестое поколения. Предоставить более широкие функциональные возможности может переход на Wi–Fi 7. Это новый стандарт IEEE 802.11be, который является следующим этапом развития беспроводных сетей. Он позволит увеличить скорость передачи данных, улучшить надежность соединения и снизить задержки передачи данных [10].

Функциональные возможности Wi–Fi 7. Wi–Fi представляет собой седьмое поколение беспроводного соединения [10–13].

Одним из важнейших преимуществ Wi–Fi 7 является увеличение скорости передачи данных на 30–40 %. Это означает, что пассажиры смогут загружать данные

быстрее и пользоваться беспроводной связью без задержек. Увеличение скорости передачи данных также обеспечит более устойчивую работу сети при подключении одновременно большого числа мобильных устройств. Это особенно актуально при большом количестве пассажиров поезда.

Также важным преимуществом Wi-Fi 7 является повышенная надежность соединения. Благодаря улучшенным алгоритмам связи и использованию новых технологий Wi-Fi 7 способен обеспечить стабильное соединение даже в условиях сильных помех и перегруженных сетей. Это означает, что пассажиры смогут пользоваться доступом к сети Интернет даже в достаточно сложных условиях.

Увеличение ширины полосы канала с 160 до 320 МГц значительно улучшит пропускную способность устройства. В сочетании с использованием квадратурной модуляции (QAM 4K) в новом стандарте Wi-Fi 7 это обеспечит высокую стабильность соединения даже по сравнению с точками доступа, поддерживающими предыдущие версии стандартов Wi-Fi.

Стоит заметить, что стандарт беспроводной связи Wi-Fi 7 отличается от предыдущих возможностью естественного объединения диапазонов частот. В основе его лежит слияние частот 2,4, 5 и 6 ГГц. Это делает использование Wi-Fi сети не только более быстрым, но и бесшовным. Это позволяет избежать несоответствий в соединении и снижает задержки по скорости, вызванные внешними помехами.

Роутеры с предыдущими поколениями Wi-Fi автоматически переключали пользователя между различными частотами в зависимости от сигнала и загрузки сети. Точки доступа с поддержкой Wi-Fi 7 позволят устройству работать одновременно во всех трех диапазонах. Это повысит стабильность беспроводной связи для транспортного сектора. Радиус действия каждого диапазона частот существенно отличается: 2,4 ГГц обеспечивает соединение на расстоянии до 50 метров, 5 ГГц – до 15 метров, 6 ГГц – еще меньше. Для пассажиров будет гарантироваться непрерывное соединение и отсутствие снижения скорости передачи данных.

Безопасность сети. Также следует обратить внимание на безопасность сети. Согласно нормативным документам по обеспечению информационной безопасности, при использовании беспроводных IP-сетей необходимо, чтобы соблюдались [14]:

- 1) конфиденциальность: передаваемая информация не должна разглашаться;
- 2) целостность: передаваемая информация не должна изменяться при передаче;

3) доступность: услуги сети должны быть доступны;

4) аутентификация: подлинность пользователей или объектов, запрашивающих доступ к сети, должна быть подтверждена;

5) контроль доступа: доступ к сетям и точкам доступа должен контролироваться;

6) подконтрольность: любое нарушение политики должно быть прослежено до конкретного пользователя.

Wi-Fi 7 предлагает улучшенную безопасность. Новый стандарт включает в себя дополнительные меры защиты данных, такие как шифрование и аутентификацию. Это делает беспроводные сети более надежными и защищенными от внешних угроз. В стандарте Wi-Fi 7 используется протокол беспроводной безопасности WPA3, который заменил использовавшийся длительное время WPA2. Одним из значительных улучшений в этой области стало увеличение длины ключа шифрования до 192 бит, по сравнению с 128–битным шифрованием в WPA2. Также осуществляется поддержка протокола Enhanced Open. Используется шифрование Opportunistic Wireless Encryption (OWE). Этот протокол обеспечивает защиту данных в открытых Wi-Fi сетях, когда сеть не защищена паролем.

Заключение. Wi-Fi 7 обеспечивает значительное улучшение качества и повышение надежности по сравнению с предыдущими стандартами беспроводной связи. Применение этого стандарта позволит:

- 1) увеличить скорость передачи данных,
- 2) улучшить надежность соединения,
- 3) снизить задержку передачи данных,
- 4) повысить безопасность и энергоэффективность.

Благодаря выше приведенным преимуществам, Wi-Fi 7 может достаточно эффективно улучшить качество обслуживания пассажиров на железнодорожном транспорте. Поэтому широкое применение Wi-Fi 7 можно рассматривать как одно из основных направлений предоставления услуг, связанных с организацией мобильной связи при пассажирских перевозках на железнодорожном транспорте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877–р: сайт / Министерство

- транспорта Российской Федерации. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
- 2 Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н., Машков А.В. Формирование онтологии предметной области на основе анализа NFL–континуума // Информационные технологии. – 2006. № 3. – С. 36–39.
 - 3 Маслаков М.А., Якимов В.Н. Процессно–ориентированные информационные системы // Автоматизация и современные технологии. – 2009. № 11. – С. 17–22.
 - 4 Батищев В.И., Мошков И.С., Якимов В.Н. Обработка технических документов на основе оценки системной организации знаний // Информационные технологии. – 2013. № 10. С. – 15–19.
 - 5 Franz M.L.C., Ayala N.F., Larranaga A.M. Industry 4.0 for passenger railway companies: A maturity model proposal for technology management. // Journal of Rail Transport Planning & Management. – 2024. Vol. 32. Article 100480.
 - 6 6. Bo X., Terabe S., Yaginuma H., Tanaka K., Uno H. Analysis of relationship between railway satisfaction and delay tolerance // Case Studies on Transport Policy. – 2024. Vol. 18. Article 101306.
 - 7 Chen P., Zhang X., Gao D. Preference heterogeneity analysis on train choice behaviour of high–speed railway passengers: A case study in China. // Transportation Research Part A. – 2024. Vol. 188. Article 104198.
 - 8 ГОСТ Р 58856–2020 Услуги на железнодорожном транспорте. Требования к качеству услуг, предоставляемых пассажирам с помощью мобильных сервисов и сети Интернет. – Введ. 2020–12–01. – М.: Стандартинформ, 2021. – 14 с.
 - 9 IEEE Standard for Information Technology. Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks. Specific Requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. Approved 3 December 2020. IEEE SA Standards Board: Сайт / IEEE Standards Association. – URL: <https://thewifi7ofthings.com/wp-content/uploads/2021/08/802.11-2020-Preview.pdf> (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
 - 10 IEEE 802.11be–2024. IEEE Approved Draft Standard for Information technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment: Enhancements for Extremely High Throughput (EHT): сайт / IEEE Standards Association. – URL: <https://standards.ieee.org/ieee/802.11be/7516/> (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
 - 11 Wi-Fi 7: сайт / TP–Link Россия. – URL: <https://www.tp-link.com/ru/wifi7/> (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
 - 12 Imputato P., Avallone S., Smith M., Nunez D., Bellalta B. Beyond Wi-Fi 7: Spatial reuse through multi-AP coordination // Computer Networks. – 2024. Vol. 239. Article 110160.
 - 13 Oughton E., Geraci G., Polese M., Shah V., Bublely D., Blue S. Reviewing wireless broadband technologies in the peak smartphone era: 6G versus Wi-Fi 7 and 8 // Telecommunications Policy. – 2024. Vol. 48. Article 102766.
 - 14 ГОСТ Р 59162–2020 Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 6. Обеспечение информационной безопасности при использовании беспроводных IP–сетей. – Введ. 2021–06–01. – М.: Стандартинформ, 2020. – 28 с.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРА КВАДРАТ ЦЕЗАРЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ЛАТИНСКОГО И КИРИЛЛИЧЕСКОГО АЛФАВИТОВ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Кирсанов С. А., Квасков Р. Е., Иванов Д. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной работе рассматривается шифрование текста с использованием шифра Квадрат Цезаря (Polybius Square) с применением сдвига, который может быть эквивалентен сдвигу по модулю размера квадрата. Рассматриваемая методика шифрования подходит для работы с различными алфавитами, включая латинский, кириллический или смешанный.

Для реализации предложенного алгоритма использован язык программирования Python, что обеспечило простоту и читаемость кода. Программа корректно работает с латинским и кириллическим алфавитами, а также поддерживает работу с заглавными и строчными буквами, знаками препинания и цифрами.

Программная реализация алгоритма на Python может быть полезна для образовательных целей, таких как практические занятия по информатике, программированию и криптографии. Благодаря своей простоте и наглядности, алгоритм способствует более глубокому пониманию принципов симметричного шифрования и работы с символами в разных кодировках.

Ключевые слова: шифр Цезаря, символьное шифрование, криптография, Python, латинский алфавит, кириллица, символьный сдвиг, алгоритмы шифрования, программная реализация.

Для шифрования с помощью Квадрата Цезаря (или Polybius Square; разновидность шифра, которая совмещает идеи шифра Цезаря и полибиевого квадрата (или квадрата Полибия)) [1–4] с применением сдвига, который может быть эквивалентен сдвигу по модулю размера квадрата, рассмотрим математический аппарат.

Пусть Σ – это алфавит, который используется для шифрования (латинский, кириллический или смешанный).

Размер квадрата – 5×5 , то есть каждый символ в алфавите будет отображаться в виде пары координат (r, c) , где: r – строка, размерности 0×4 , c – столбец, размерности 0×4 .

Тогда, для алфавита Σ с размером n , где $n = 25$ (для латинского или кириллического алфавита), каждой букве в Σ соответствует уникальная пара координат.

Рассмотрим квадратную матрицу 5×5 для алфавита Σ , например, для латинского:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} a_{0,0} & b_{0,1} & c_{0,2} & d_{0,3} & e_{0,4} \\ f_{1,0} & g_{1,1} & h_{1,2} & i_{1,3} & j_{1,4} \\ k_{2,0} & l_{2,1} & m_{2,2} & n_{2,3} & o_{2,4} \\ p_{3,0} & q_{3,1} & r_{3,2} & s_{3,3} & t_{3,4} \\ u_{4,0} & v_{4,1} & w_{4,2} & x_{4,3} & y_{4,4} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Каждой букве соответствует пара чисел: (строка, столбец). Например, букве «а» соответствует пара (0, 0), букве «b» – (0, 1) и так далее. При шифровании с помощью сдвига, например, сдвиг на k позиций, применяем следующую операцию к координатам каждой буквы. Если буква имеет координаты (r, c) , то после сдвига она получает новые координаты:

$$r' = (r + k) \bmod 5, c' = (c + k) \bmod 5,$$

где k – это сдвиг (целое число), r' и c' – новые координаты буквы.

Операция $\bmod 5$ ограничивает координаты в пределах от 0 до 4, так как в квадрате только 5 строк и 5 столбцов.

Предположим, что $k = 2$, и буква «а» находится в позиции (0,0).

После сдвига на 2, новые координаты будут:

$$r' = (0 + 2) \bmod 5 = 2, c' = (0 + 2) \bmod 5 = 2,$$

т. е. буква «а» после сдвига окажется на позиции (2, 2), что соответствует букве «т» в квадрате (1).

Для дешифровки (r', c') сдвигаем координаты (2, 2) в противоположную сторону для каждой буквы, которая была зашифрована с помощью сдвига на k , (вычитаем k вместо того, чтобы добавлять):

$$r = (r' - k) \bmod 5, c = (c' - k) \bmod 5.$$

Таким образом, «т» в квадрате (1):

$$r = (2 - 2) \bmod 5 = 0, c = (2 - 2) \bmod 5 = 0,$$

т. е. буква «т» после сдвига окажется на позиции (0, 0), что соответствует букве «а» в квадрате (1).

Для реализации алгоритма, описанного выше, был выбран язык программирования Python [5, 6] благодаря его простоте и читаемости. Программа, представленная на рисунках 1, 2, корректно обрабатывает как латинские, так и русские буквы, включая заглавные и строчные, а также оставляет без изменений знаки препинания, пробелы и цифры.

```

main.py +
1- def create_polybius_square(alphabet):
2-     """Создаём квадрат 5x5 для шифрования на основе заданного алфавита."""
3-     square = {}
4-     index = 0
5-     for row in range(5):
6-         for col in range(5):
7-             if index < len(alphabet):
8-                 square[alphabet[index]] = (row, col)
9-                 index += 1
10-    return square
11
12- def encrypt(text, shift, latin_alphabet, cyrillic_alphabet):
13-     """Шифруем текст с использованием шифра Квадрат Цезаря для латиницы и кириллицы."""
14-     square_latin = create_polybius_square(latin_alphabet)
15-     square_cyrillic = create_polybius_square(cyrillic_alphabet)
16
17-     encrypted_text = ''
18
19-     for char in text:
20-         if char == ' ':
21-             encrypted_text += ' '
22-             continue
23
24-         # Определяем, к какому алфавиту принадлежит символ
25-         if char.lower() in square_latin:
26-             square = square_latin
27-             char_lower = char.lower()
28-         elif char.lower() in square_cyrillic:
29-             square = square_cyrillic
30-             char_lower = char.lower()
31-         else:
32-             encrypted_text += char # добавляем символы, которые не входят в алфавит
33-             continue
34
35-         row, col = square[char_lower]
36-         row = (row + shift) % 5
37-         col = (col + shift) % 5
38
39-         # Находим новую букву по координатам с учётом сдвига
40-         for letter, (r, c) in square.items():
41-             if r == row and c == col:
42-                 # Учитываем регистр
43-                 if char.isupper():
44-                     encrypted_text += letter.upper()
45-                 else:
46-                     encrypted_text += letter
47-                 break
48
49-     return encrypted_text

```

Рисунок 1 – Код программной реализации алгоритма шифра Квадрат Цезаря с поддержкой латинского и кириллического алфавитов на языке Python (начало)

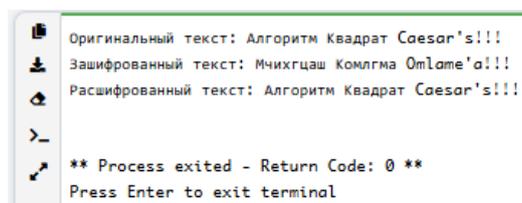
```

50
51- def decrypt(text, shift, latin_alphabet, cyrillic_alphabet):
52     """Дешифруем текст с использованием шифра Квадрат Цезаря для латиницы и кириллицы."""
53     square_latin = create_polybius_square(latin_alphabet)
54     square_cyrillic = create_polybius_square(cyrillic_alphabet)
55
56     decrypted_text = ''
57
58-     for char in text:
59-         if char == ' ':
60-             decrypted_text += ' '
61-             continue
62
63-             # Определяем, к какому алфавиту принадлежит символ
64-             if char.lower() in square_latin:
65-                 square = square_latin
66-                 char_lower = char.lower()
67-             elif char.lower() in square_cyrillic:
68-                 square = square_cyrillic
69-                 char_lower = char.lower()
70-             else:
71-                 decrypted_text += char # добавляем символы, которые не входят в алфавит
72-                 continue
73
74-                 row, col = square[char_lower]
75-                 row = (row - shift) % 5
76-                 col = (col - shift) % 5
77
78-                 # Находим новую букву по координатам с учётом сдвига
79-                 for letter, (r, c) in square.items():
80-                     if r == row and c == col:
81-                         # Учитываем регистр
82-                         if char.isupper():
83-                             decrypted_text += letter.upper()
84-                         else:
85-                             decrypted_text += letter
86-                         break
87
88     return decrypted_text
89
90 # Алфавиты латинский и кириллический
91 latin_alphabet = 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'
92 cyrillic_alphabet = 'абвгдеёжзийклмнопрстуфхцчщъыьэюя'
93
94 # Пример использования:
95 text_mixed = "Алгоритм Квадрат Caesar's!!!"
96 shift = 2
97
98 # Шифруем текст, состоящий как из латиницы, так и из кириллицы
99 encrypted_mixed = encrypt(text_mixed, shift, latin_alphabet, cyrillic_alphabet)
100 print("Оригинальный текст:", text_mixed)
101 print(f"Зашифрованный текст: {encrypted_mixed}")
102
103 # Дешифруем текст, состоящий как из латиницы, так и из кириллицы
104 decrypted_mixed = decrypt(encrypted_mixed, shift, latin_alphabet, cyrillic_alphabet)
105 print(f"Расшифрованный текст: {decrypted_mixed}")
106
Ln: 2, Col: 72.

```

Рисунок 2 – Код программной реализации алгоритма шифра Квадрат Цезаря с поддержкой латинского и кириллического алфавитов на языке Python (окончание)

В результате работы программы выводится сообщение, содержащее оригинальный, зашифрованный и расшифрованный тексты, изображенное на рисунке 3, для одновременной обработки латинского и кириллического алфавитов.



```
Оригинальный текст: Алгоритм Квадрат Caesar's!!!  
Зашифрованный текст: Мчхгцш Комлгма Омlame'a!!!  
Расшифрованный текст: Алгоритм Квадрат Caesar's!!!  
  
** Process exited - Return Code: 0 **  
Press Enter to exit terminal
```

Рисунок 3 – Результат работы программной реализации для одновременной обработки латинского и кириллического алфавитов

Предложенная реализация шифра Квадрата Цезаря с поддержкой латинского и кириллического алфавитов является отличным примером символьного шифрования, который можно использовать в образовательных целях [7]. Разработанная программная реализация подходит для проведения практических занятий по информатике, программированию и криптографии. Благодаря своей простоте и ясной логике, алгоритм помогает лучше понять принципы симметричного шифрования и работу с символами в разных кодировках. Реализация на языке Python делает её доступной для студентов с базовыми знаниями программирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гарькаева, М. П. Шифр Цезаря / М. П. Гарькаева, Е. Г. Романова // Аналитические и численные методы моделирования естественно–научных и социальных проблем (АЧМ–2023) : Сборник статей по материалам XVIII Всероссийской с международным участием научно-технической конференции с конкурсом научно-исследовательских работ для обучающихся, посвященной 80-летию Пензенского государственного университета и 80-летию кафедры «Высшая и прикладная математика». В 2–х частях, Пенза, 06–10 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2023. – С. 36–39. – EDN XCBMEU.
- 2 Вдовенко, С. Г. Шифрование текста с использованием шифра Цезаря / С. Г. Вдовенко, К. А. Ковачева, А. А. Оленев // Молодежный научный форум: технические и математические науки. – 2017. – № 1(41). – С. 125–128. – EDN XIMYCF.
- 3 Родных, С. С. Шифр «квадрат Полибия» / С. С. Родных, С. В. Корнев // Некоторые вопросы анализа, алгебры, геометрии и математического образования. – 2016. – № 4. – С. 163–165. – EDN YUBIND.
- 4 Криптографические методы защиты информации. Типы шифрования, использование методов и внутренняя структура / П. М. Урвачев, А. А. Ковтун, Я. О. Рокотянский, А. В. Алешина // Актуальные исследования. – 2022. – № 46–1(125). – С. 17–23. – EDN UNIZHY.
- 5 Ковалева, К. А. Сравнение языка программирования Python с другими языками / К. А. Ковалева, И. Т. Хутов // Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Москва, 04 июля 2021 года. – Москва: ООО «Институт развития образования и консалтинга», 2021. – С. 35–40. – DOI 10.34755/IROK.2021.84.85.081. – EDN IKNFFT.
- 6 Федоров, Д. Ю. Программирование на языке высокого уровня Python : Учебное пособие / Д. Ю. Федоров. – 2–е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 1 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–10971–9. – EDN RRICZY.

- 7 Петрикова, А. В. Методическая разработка урока по теме «шифр Цезаря, шифр Гронсфельда, аффинный шифр» / А. В. Петрикова // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе : Материалы международной научно-практической интернет–конференции, Москва, 22–26 апреля 2024 года. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2024. – С. 572–582. – EDN WSINAA.

УДК 004.42.032

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНИТОРИНГА ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПЕРЕВОЗИМЫЕ ПО ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ ГРУЗЫ

Засов В. А., Ивлева А. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе предлагается система мониторинга динамических и ударных воздействий на перевозимые по железной дороге грузы, отличающаяся от известных систем тем, что позволяют уменьшить погрешность и повысить достоверность измерений физических величин входных динамических воздействий на транспортируемые изделия, увеличить число измеряемых параметров для обеспечения анализа и прогнозирования технического состояния изделий, осуществлять анализ и прогнозирование усталостной прочности изделий, расширить область применения систем мониторинга за счет возможности использования их непосредственно на изделиях, а не только на транспортных платформах.

Ключевые слова: мониторинг, грузы, динамические, воздействия, ударные, нагрузки, ускорения, акселерометры, тензометры, усталостная, прочность.

При перевозке грузов транспортными средствами возможно возникновение динамических сил, действующих на перевозимые грузы. Часть грузов, включающих определенные виды машин, оборудования, точных механизмов, конструкций, оптических изделий и т.п. требует выполнения ограничений на динамические воздействия и ударные нагрузки, ибо их превышение может привести к неисправностям, негативно влияет на надежность и сокращает сроки дальнейшей эксплуатации изделий.

Изложенное выше в равной степени относится и перевозке грузов по железной дороге. Увеличение массы, длины грузовых поездов, скорости их движения при эксплуатируемой в настоящее время пневматической системе торможения сопровождается ростом динамических сил и ударных воздействий в подвижном составе (и, следовательно, грузах) при разгоне, торможении, изменении скоростных режимов [1].

Поэтому актуальной задачей является разработка и применение систем мониторинга динамических и ударных воздействий на изделия и оборудование в

процесс их перевозки целью контроля выполнения ограничений на условия транспортировки.

Предложенные в настоящее время системы, например [1, 2], не в полной мере соответствуют потребностям практики. Погрешности измерений величин механических воздействий велики, что не позволяет производить достоверную и подробную идентификацию входных воздействий [3] на транспортируемые изделия. Объем измеряемой информации недостаточен для последующего анализа и прогнозирования технического состояния изделий, а ориентация систем мониторинга только на специализированные платформы существенно ограничивает область применения существующих систем.

Вышеуказанные факторы снижают эффективность применения существующих систем мониторинга

Целью работы является повышение эффективности мониторинга динамических воздействий на перевозимые по железной дороге грузы.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи.

1. Уменьшение погрешностей и повышение достоверности измерений физических величин входных динамических воздействий на транспортируемые изделия.
2. Увеличение числа измеряемых параметров для обеспечения анализа и прогнозирования технического состояния изделий.
3. Реализация анализа и прогнозирования усталостной прочности изделий.
4. Расширение области применения систем мониторинга за счет возможности использования их непосредственно на изделиях, а не только на транспортных платформах.

Решение указанных задач отличает предлагаемую систему мониторинга от известных систем.

Структурная схема предлагаемой системы мониторинга приведена на рис. 1. На схеме можно выделить две части: подсистему измерений ускорений, Φ деформаций, путевых координат, времени и подсистему обработки результатов мониторинга.



Рисунок 1 – Функциональная схема предлагаемой системы

Пример структурной схемы подсистемы измерений ускорений на транспортируемых изделиях приведен на рис.2.

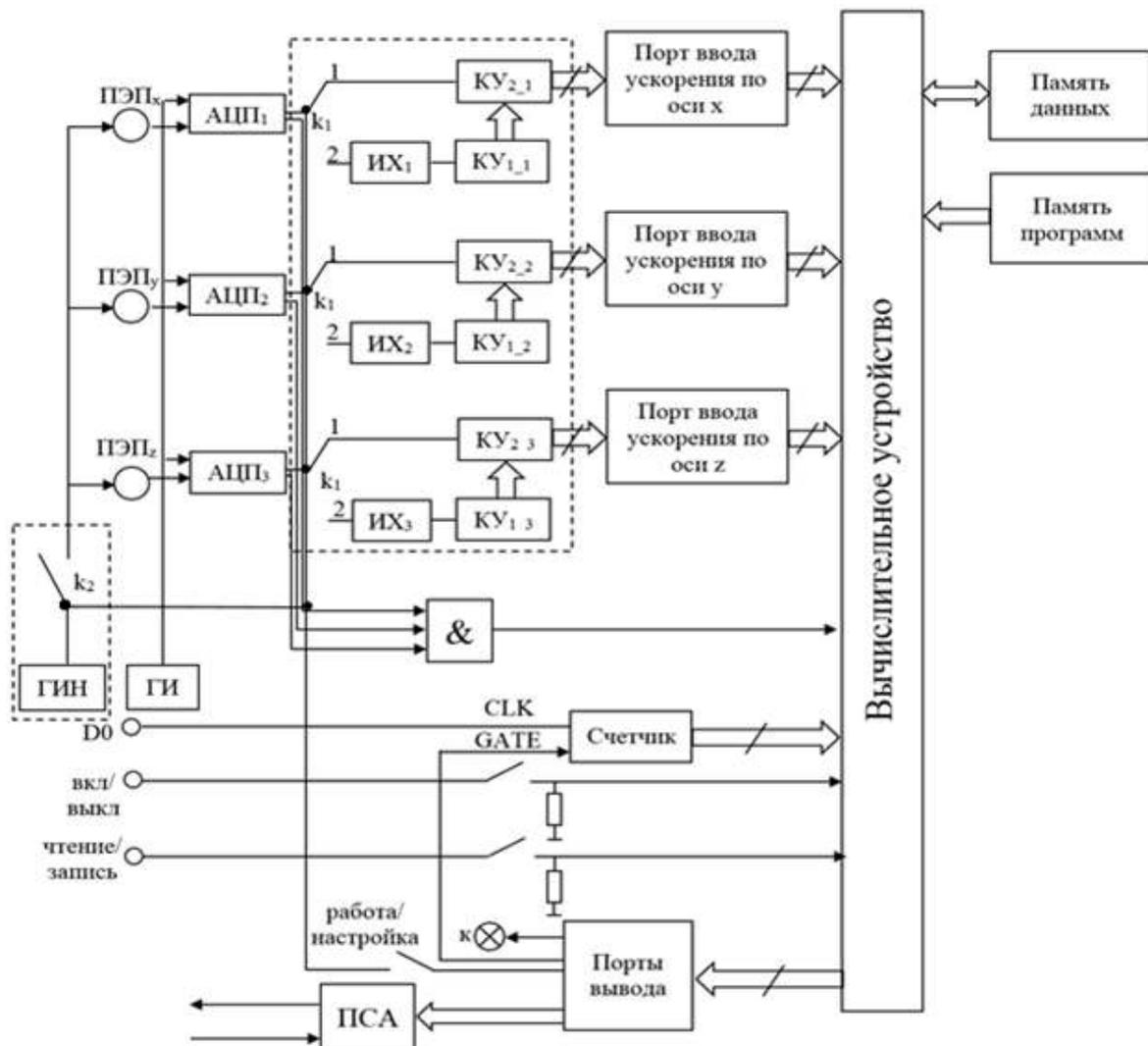


Рисунок 2 – Структурная схема подсистемы измерений ускорений на изделиях

Подсистема содержит пьезоакселерометры ПЭП для измерения ускорений по осям координат x , y , z , три АЦП, порты ввода–вывода информации и вычислительное устройство.

Предложенная в работе подсистема отличается тем, что для уменьшения динамических погрешностей пьезоакселерометров предлагается производить выравнивание амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) и линеаризацию фазо–частотных характеристик (ФЧХ) с помощью блока коррекции характеристик [3], который выделен на рис.2 пунктиром.

Структурная схема подсистемы измерений деформаций на транспортируемых изделиях подобна структурной схеме изображенной на рис.2. Для уменьшения температурных погрешностей тензометрических датчиков в подсистеме измерения деформаций результаты тензометрии корректируются программой в подсистеме обработки результатов мониторинга на основе измерения температуры окружающей среды.

Уменьшение погрешностей позволяет производить более подробный анализ воздействий на транспортируемые изделия.

Для определения показателя усталостной прочности производится измерение числа ударных воздействий, величины которых, достаточно велики и влияют на техническое состояние изделий. Эти величины задаются разработчиками изделий и оборудования.

Эффект накопления влияний таких динамических воздействий (усталостная прочность) может не приводить к неисправности изделий, но ухудшает их техническое состояние и уменьшает ресурс работы [3].

Анализ усталостной прочности включает в себя применение данных результатов мониторинга и таких данных как диаграммы усталостной прочности для различных материалов изделий [4–6]. Эти диаграммы помогают определить, при какой степени циклической нагрузки материал изделий может начать разрушаться после определенного количества циклов нагрузки. При этом учитываются параметры измеренные при транспортировке, такие как амплитуда воздействий, средняя величина воздействий и количество циклов до разрушения.

Ударные нагрузки могут сильно изменять техническое состояние изделий, поэтому применение предложенной системы мониторинга позволяет минимизировать

риск возникновения усталостных повреждений в изделиях путем вычисления остаточного ресурса изделий и прогнозирования времени их дальнейшей эксплуатации [4–6].

Кроме того, система мониторинга позволяет в случае обнаружения неисправностей изделий при доставке их в пункты назначения определить этапы в логической цепочке доставки грузов (изготовление, погрузка, транспортировка, разгрузка), на которых возникла неисправность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Перспективные технологии эффективной эксплуатации подвижного состава и железнодорожного пути/ А.В. Авсиевич, Н.В. Чертыковцева, В.А. Засов, Д.В. Овчинников, В.В. Авсиевич.– Самара: СамГУПС, 2021.–175 с.
- 2 Засов, В.А. Система мониторинга динамических воздействий на перевозимые по железной дороге грузы /В.А. Засов.– Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Самара: СамГУПС, 2024. – С. 102–105.
- 3 Буштрук, Т.Н. Перспективные направления моделирования и идентификации динамических систем /Т.Н. Буштрук, В.А. Засов В.А.– Самара: СамГУПС, 2019.– 158 с.
- 4 Клаассен К. Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике/К.Б. Клаассен.– Москва: Постмаркет, 2000 – 352 с.
- 5 Топильский В. Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи: учебное пособие/ В.Б. Топильский.– БИНОМ, Лаборатория знаний, 2015.– 496 с.
- 6 Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием /В.В. Денисенко.– М.: Горячая линия–Телеком, 2009.– 608 с.

УДК 004.056

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СИГНАЛОВ С ЗАДАНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Засов В. А., Чапланов И. С.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: приводятся результаты моделирования модифицированного метода параметрического спектрального анализа сигналов на основе авторегрессионной модели, позволяющего генерировать сигнал–двойник с заданными характеристиками из источника белого шума через линейную комбинацию его предыдущих отсчетов и отсчетов сигнала–прототипа. Рассмотрены вопросы определения минимального порядка авторегрессионной модели, обеспечивающего отклонение спектральной плотности мощности синтезированного сигнала от спектральной плотности мощности сигнала–прототипа не более, чем на заданную величину.

Ключевые слова: параметрический анализ, авторегрессионная модель, сигнал–двойник, сигнал–прототип, порядок модели, спектральная плотность мощности, сравнительные оценки.

В современных условиях развития цифровых технологий задача генерации сигналов с заданными спектрально-временными параметрами является актуальной для таких областей, как телекоммуникация, радиолокация, биомедицинская инженерия и киберфизические системы [1–3]. Особый интерес представляет задачи

генерации «сигналов–двойников» – отдельных сигналов или групп сигналов, чьи характеристики и параметры совпадают характеристиками и параметрами сигналов–прототипов с погрешностями, не превышающими заданные значения.

Подобные задачи возникают при испытаниях и тестировании систем управления, систем телекоммуникации, передачи сигналов, телеуправления, имитационном моделировании.

Известные методы непараметрического и параметрического спектрального анализа [4,5] позволяют синтезировать сигналы с заданными характеристиками и параметрами.

Однако указанные методы синтеза не обеспечивают заданную погрешность совпадения параметров и характеристик сигналов–прототипов и их двойников в условиях изменяющихся параметров сигналов–прототипов [4,5]. Кроме того, известные методы не позволяют определить минимальную сложность модели, при которой обеспечивается заданная погрешность совпадения спектральной плотности мощности (СПМ) сигнала–двойника и СПМ сигнала–прототипа.

Цель работы – разработка адаптивной системы минимальной сложности для генерации с заданной погрешностью сигналов–двойников с изменяющимися характеристиками, задаваемыми сигналами–прототипами. В дальнейшем будем рассматривать эргодические случайные дискретные сигналы, а для синтеза сигналов применим параметрические методы спектрального анализа, основанные на построении и вычислении параметров математических моделей сигналов–прототипов и сигналов–двойников.

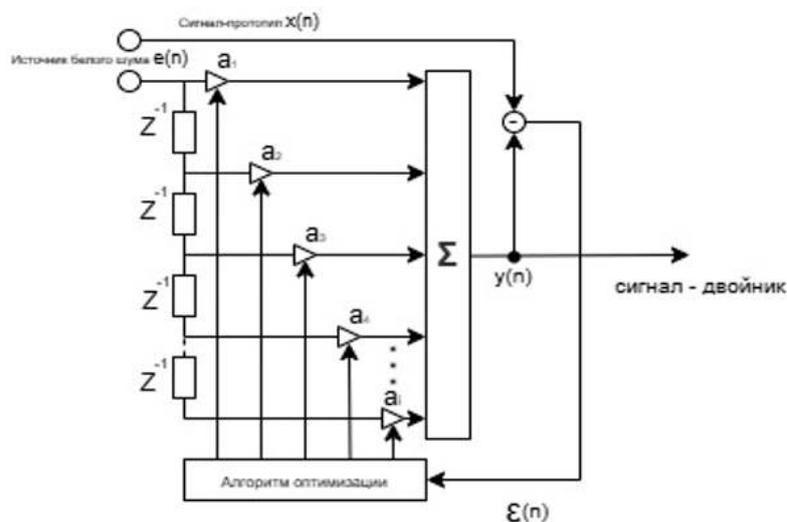


Рисунок 1 – Структурная схема модели генерации сигнала–двойника

В работе предлагается модель системы, на основе модифицированной авторегрессионной (АР) модели [1, 4, 5], сочетающие простоту и развитые функциональные возможности. Структурная схема предлагаемой модели приведена на рис. 1.

В предлагаемой модифицированной АР-модели расчет параметров сигнала–двойника $y(n)$ производится не только отсчетам анализируемой последовательности $e(n)$, но по отсчетам сигнала–прототипа $x(n)$, т. е. используется расширенная последовательность.

Уравнение модели имеет вид:

$$y(n) = \sum_{k=1}^m [a_k e(n-k) + x(n)],$$

где a_1, \dots, a_m – коэффициенты модели, m – порядок модели, определяющий ее сложность, $e(n)$ – гауссовский белый шум с нулевым средним.

В качестве критерия наилучшего приближения моделируемого сигнала–двойника $y(n)$ к сигналу–прототипу $x(n)$ выберем минимум среднего квадрата ошибки $\varepsilon(n)$, вычисляемый следующим образом

$$M\{\varepsilon^2(n)\} = M\{[x(n) - y(n)]^2\} \rightarrow \min(a).$$

Вектор коэффициентов \mathbf{a} вычисляется путем определения экстремума (минимума) целевой функции

$$M\{\varepsilon^2(n)\} = \frac{1}{L} \sum_{n=0}^{L-1} \left[x(n) - \sum_{k=1}^{M-1} a_k e(n-k) \right]^2.$$

Минимум достигается при равенстве нулю частных производных целевой функции по всем a_k . Таким образом, получаем систему k линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно переменных a_k .

$$\frac{1}{L} \sum_{n=0}^{L-1} \left[\sum_{k=1}^{M-1} a_k e(n-k) \right] e(n-k) = -\frac{1}{L} \sum_{n=0}^{L-1} [e(n)e(n-k)].$$

Решением приведенной системы уравнений являются оптимальные коэффициенты a_k , при которых достигается минимум целевой функции, т.е. максимальное совпадение спектральной плотности мощности (СПМ) сигнала–двойника и СПМ сигнала – прототипа при определенном равном $m=k$ порядке модели.

Модель генерации сигналов, представленная на рис.1, является адаптивной и коэффициенты a_k пересчитываются при изменении характеристик сигнала–прототипа

для достижения минимума среднего квадрата ошибки $\varepsilon(n)$. Время адаптации определяется временем решения приведенной выше СЛАУ.

Формирование целевой функции, получение и решение СЛАУ может производиться на базе различных алгоритмов оптимизации, например, LMS (Least Mean Square), NLMS (Normalised LMS), RLS (Recursive Least Square), рекуррентный алгоритм Левинсона–Дарбина, алгоритм Винера и др. [1, 5].

Для оценки параметров (коэффициентов a_k) АР-модели сигналов, представляемых большим числом отсчетов (десятки тысяч), в работе применяется автокорреляционный метод Юла–Уолкера [4].

Коэффициенты a_k находятся из решения системы уравнений Юла–Уолкера (3), связывающих автокорреляционную функцию с параметрами АР-модели.

$$\begin{cases} R(1) + a_1R(0) + a_2R(1) + a_3R(2) + a_4R(3) + a_5R(4) = 0, \\ R(2) + a_1R(1) + a_2R(0) + a_3R(1) + a_4R(2) + a_5R(3) = 0, \\ R(3) + a_1R(2) + a_2R(1) + a_3R(0) + a_4R(1) + a_5R(2) = 0, \\ R(4) + a_1R(3) + a_2R(2) + a_3R(1) + a_4R(0) + a_5R(1) = 0, \\ R(5) + a_1R(4) + a_2R(3) + a_3R(2) + a_4R(1) + a_5R(0) = 0, \end{cases} \quad (3)$$

Матричная запись системы уравнений Юла–Уолкера является треугольной, поэтому для решения системы эффективно применение рекуррентных алгоритмов, например, алгоритма Левинсона–Дарбина [4].

Очевидно, что увеличение порядка (количества коэффициентов a_k) АР-модели уменьшает погрешность приближения сигнала–двойника к сигналу–прототипу. В качестве меры погрешности приближения в работе выбрана среднеквадратическая ошибка RMSE (Root Mean Squared Error) между СПМ сигналов двойника и прототипа.

С другой стороны, увеличение порядка АР-модели увеличивает порядок СЛАУ и, следовательно, вычислительную сложность получения коэффициентов a_k . Поэтому время адаптации возрастает и динамические свойства адаптивной системы для генерации сигналов с заданными характеристиками ухудшаются. Кроме того, известно [6], что увеличение порядка СЛАУ увеличивает вероятность возникновения неустойчивости решения из-за ухудшения обусловленности матрицы коэффициентов, что снижает достоверность решения СЛАУ.

Для достижения компромисса между погрешностью модели сигнала–двойника и сложностью, и достоверностью решений СЛАУ в предлагаемой адаптивной системе

вводится режим обучения. В этом режиме на первом этапе применяется вариант модели максимальной сложности (20 коэффициентов a_k) и вычисляется среднеквадратическая ошибка RMSE. Далее, порядок модели уменьшается и вновь вычисляется среднеквадратическая ошибка RMSE. Итерационный процесс завершается при достижении порядка модели, при котором среднеквадратическая ошибка RMSE не превышает заданного значения.

Полученный порядок AP-модели фиксируется и используется в дальнейшей работе. Для уменьшения времени вычислений в предлагаемой системе в качестве вычислителя применяется параллельная вычислительная система (ВС). ВС выполнена на основе многоядерной архитектуры с применением технологии CUDA на базе видеопроцессоров [7]. Пример синтеза сигнала–двойника приведен на рис. 1.

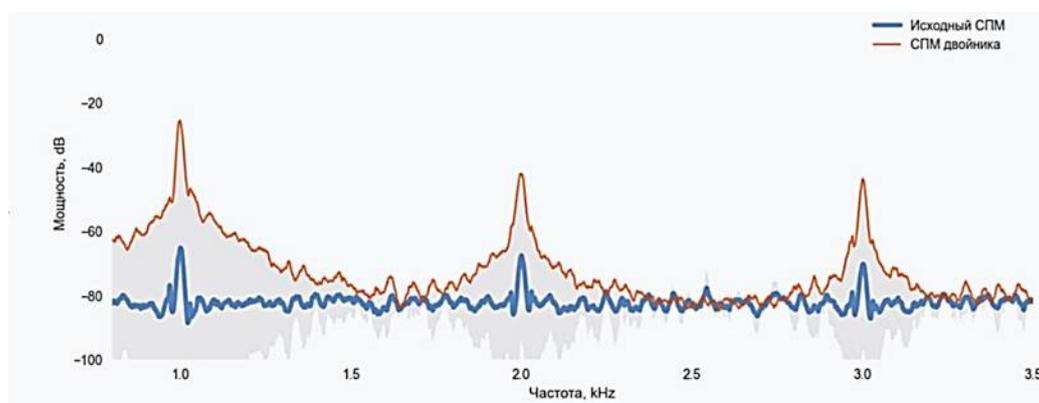


Рисунок – Пример синтеза сигнала–двойника

Результаты вычислительного эксперимента показали, что для достижения среднеквадратической ошибки RMSE приближения не превышающей 15 % достаточно применение AP-модели 5 порядка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов/А.Б. Сергиенко. – СПб.: Питер, 2022. – 768 с.
- 2 Марпл–мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения/ С.Л. Марплпер–мл. – М.: Мир, 2019. – 584 с.
- 3 Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов/А. Оппенгейм, Р. Шафер – М.: Техносфера, 2020. – 856 с.
- 4 Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов и MATLAB / А. И. Солонина, Д. М. Клионский, Т. В. Меркучева, С. Н. Перов. – СПб.: БХВ–Петербург, 2013. – 512 с.
- 5 Васильев К.К., Сёмин В.Г. Методы спектрального анализа случайных процессов . СПб.: Лань, 2021. 336 с.
- 6 Буштрук, Т.Н. Перспективные направления моделирования и идентификации динамических систем / Т.Н. Буштрук, В.А. Засов В.А.– Самара: СамГУПС, 2019.– 158 с.
- 7 Засов, В.А. Организация вычислительных процессов в параллельных системах: Учебное пособие в двух частях: Часть II. Мультипрограммные системы /В.А. Засов.– Самара: СамГУПС, 2023.–159 с.

ПРОБЛЕМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С НЕСКОЛЬКИХ АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ЭВМ

Залесов Н. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной работе является предоставление всестороннего обзора проблематики на примере аппаратного комплекса [1] и практических рекомендаций для разработчиков и инженеров, сталкивающихся с задачей интеграции множественных аппаратных комплексов с вычислительными системами.

Ключевые слова: ПАК, Ethernet, Arduino, Quality of Service, DMA, Buffer.

В современном мире, где автоматизация и анализ данных играют ключевую роль в самых разных областях – от научных исследований до промышленного производства – необходимость интеграции аппаратных комплексов с вычислительными ресурсами растет экспоненциально [1–5]. Однако, задача передачи данных с нескольких аппаратных комплексов на ЭВМ (Электронно-вычислительную машину) представляет собой сложную и многогранную проблему, требующую внимательного рассмотрения и эффективных решений.

В отличие от простых сценариев, где данные поступают с единичного источника, работа с множеством аппаратных комплексов порождает ряд специфических вызовов. Необходимость синхронизации потоков данных, управление разнородностью протоколов и форматов, обеспечение целостности и безопасности передаваемой информации, а также оптимизация пропускной способности каналов связи – лишь некоторые из аспектов, требующих детального анализа и проектирования.

На рис. 1 представлены такие проблемы, как конфликт доступа к ресурсам и в дальнейшем масштабируемость комплекса до нескольких в системе [6].

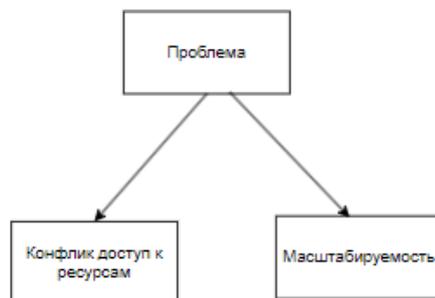


Рисунок 1 – Возникающая проблема по типу

Конфликты доступа к ресурсам

Загрузка шины/сети: если все аппаратные комплексы пытаются передавать данные одновременно, это может перегрузить шину данных или сетевую

инфраструктуру, приводя к задержкам и потерям данных. Вариант решения: реализация механизмов приоритезации данных, ограничения скорости передачи для каждого устройства (QoS – Quality of Service).

- **Загрузка процессора ЭВМ:** обработка прерываний от нескольких устройств, особенно при интенсивном потоке данных, может перегрузить процессор ЭВМ, замедлить обработку и вызвать “голодание” других процессов. Варианты решения: использования асинхронных операций, использования очереди сообщений, использования стратегии батчинга (группировка нескольких прерываний в одно).

- **Загрузка памяти ЭВМ:** запись данных в оперативную память из нескольких источников одновременно требует эффективного управления памятью и может привести к нехватке ресурсов и задержкам. Вариант решения: Применение структур данных, оптимизированных для хранения и обработки больших объемов данных (например, деревья).

- **Дисковая подсистема:** запись данных на диск из нескольких источников одновременно может создать “узкое место” и значительно замедлить общую производительность. Вариант решения – проводить операцию записи в разные файлы с использованием асинхронных операций, чтобы не занимать ресурсы основного потока приложения. Также можно рассмотреть RAID массив дисков.

Проблема масштабируемости

- **Ограничения архитектуры:** архитектура ЭВМ и используемого программного обеспечения может ограничивать количество аппаратных комплексов, которые могут одновременно передавать данные. К примеру, на плате Arduino Uno можно максимум 2 датчика присоединить. Один из вариантов решения данной проблемы представлен на рисунке 1. К общей схеме добавляется плата расширения, которая позволяет расширить количество подключаемых датчиков. Например, это может быть плата Sensor Shield V5.0 для Arduino UNO.

- **Сложность масштабирования:** при увеличении количества аппаратных комплексов сложность системы возрастает, что требует дополнительных усилий по проектированию, тестированию и отладке. На рисунке 2 уже несколько вариантов аппаратных комплексов рассматриваются к подключению ЭВМ.

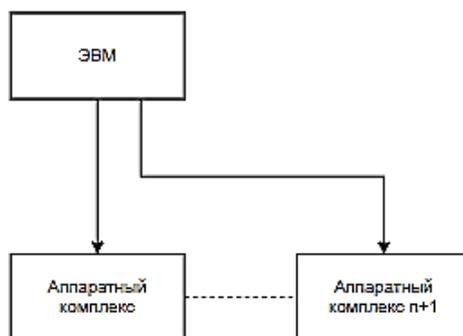


Рисунок 2 – Когда несколько аппаратных комплексов на участке

Возможное решение – подключение аппаратных комплексов к ЭВМ через USB-хаб. В этом сценарии ЭВМ напрямую взаимодействует с хабом по USB, а аппаратные комплексы подключены к хабу. Недостатком данной конфигурации является ограничение на длину USB-кабелей, соединяющих аппаратные комплексы с хабом, что потенциально может привести к проблемам с помехозащищенностью передаваемых данных.

Еще один вариант подключения, требующий рассмотрения, представлен на рисунке 3, – использование сети Ethernet с применением модулей удаленной передачи данных. В этой конфигурации каждый аппаратный комплекс оснащается модулем, например, платой расширения Arduino с Ethernet-интерфейсом, для преобразования и передачи данных по сети. Такой подход позволяет преодолеть ограничения по расстоянию, характерные для USB-соединений, но вносит дополнительные компоненты в систему.

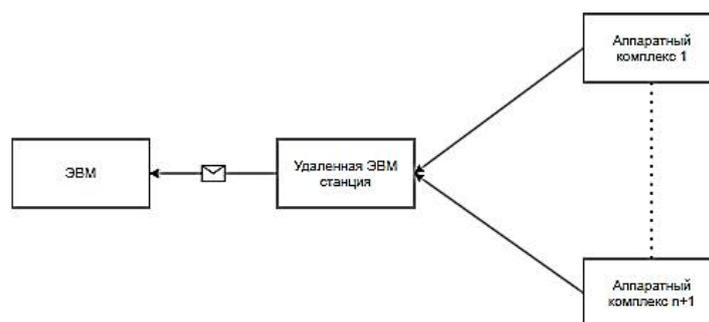


Рисунок 3 – Удаленная передача данных

Заключение. В данной статье произведен анализ проблематики передачи данных с нескольких аппаратных комплексов на ЭВМ, проведенный на примере комплекса [1], выявил ряд ключевых вызовов, связанных с конфликтами доступа к ресурсам. Наиболее остро стоят вопросы загрузки шины/сети, процессора ЭВМ, оперативной памяти и дисковой подсистемы.

Предложенные варианты решений, такие как приоритезация трафика (QoS), асинхронная обработка прерываний, использование очередей сообщений, оптимизированные структуры данных и асинхронная запись на диск с возможностью применения RAID-массивов, демонстрируют потенциал для смягчения негативных последствий этих конфликтов.

Однако, помимо конфликтов доступа, важным аспектом является проблема масштабируемости системы. Ограничения архитектуры ЭВМ и программного обеспечения, как показывает пример с Arduino Uno, где возможно подключение лишь ограниченного числа датчиков, накладывают существенные ограничения. Решением может стать использование плат расширения, таких как Sensor Shield V5.0, увеличивающих количество подключаемых устройств.

С увеличением числа аппаратных комплексов возрастает сложность системы, требующая дополнительных усилий по проектированию и отладке. Предложенные варианты подключения – через USB-хаб (с учетом ограничений по длине кабелей и помехозащищенности) и через сеть Ethernet с модулями удаленной передачи данных (рисунок 3), – демонстрируют различные подходы для решения данной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Авсиевич, А. В. Мониторинг ширины железнодорожной колеи с помощью стационарных сенсоров / А. В. Авсиевич, Д. В. Овчинников, Н. А. Авсиевич // Вестник транспорта Поволжья. – 2024. – № 3(105). – С. 47–56. – EDN RGIENA.
- 2 Фатеев, В. А. Устройство измерения ускорения с удалённой системой передачи данных / В. А. Фатеев, А. В. Авсиевич, С. А. Фроленков // Вестник СамГУПС. – 2023. – № 3(61). – С. 90–97. – EDN FTXHSW.
- 3 Avsievich, A. Comparative Analysis of Railway Track Depression Estimation Methods / A. Avsievich, V. Avsievich, A. Ivaschenko // Transportation Research Procedia : Collection of materials XIII International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability, Irkutsk–Krasnoyarsk, 26–28 октября 2022 года. Elsevier, 2023. – P. 447–452. – DOI 10.1016/j.trpro.2023.02.060. – EDN EGTHRE.
- 4 Авсиевич, А. В. Определение напряженно-деформированного состояния элементов железнодорожного пути на основе измерения ускорений и математического моделирования / А. В. Авсиевич, Д. В. Овчинников // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 1(91). – С. 34–42. – EDN AXBSMW.
- 5 Railway track stress–strain analysis using high- precision accelerometers / A. Avsievich, V. Avsievich, N. Avsievich [et al.] // Applied Sciences (Switzerland). – 2021. – Vol. 11, No. 24. – DOI 10.3390/app112411908. – EDN CRPIUI.
- 6 Авсиевич, Н. А. Экспериментальный образец информационно-измерительной системы фиксации ускорения верхнего строения пути / Н. А. Авсиевич, Н. А. Залесов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 марта 2020 года. – Самара: СамГУПС, 2020. – С. 94–96. – EDN UUAKGI.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПЛАНИРОВЩИКОВ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Кокин А. Р., Квасков Р. Е., Засов В. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация. Работа посвящена повышению эффективности изучения студентами сложной темы – планировщиков процессов операционных систем реального времени. Для достижения поставленной цели предлагается разработать модели планировщиков процессов, для управления которыми применять веб интерфейс. Применение интернет доступа в отличие от существующего локального доступа расширяют функциональные возможности системы моделирования и аудиторию студентов, а также повышает эффективность образовательного процесса.

Ключевые слова. обучение, операционные системы, планировщики процессов, режимы планирования, моделирование, веб интерфейс, интернет

Планирование процессов необходимо для организации эффективной работы многозадачных систем. Планирование в таких системах заключается в определении различных приоритетов, количества выделяемых ресурсов и процессорного времени, предоставляемого отдельным процессам.

Планирование процессов является критически необходимым инструментом в системах реального времени, так как в большом количестве таких систем при несоблюдении временных ограничений могут возникать сбои приводящие к катастрофическим последствиям.

Поэтому изучение студентами планировщиков процессов в системах реального времени является актуальной задачей. В настоящее время существует программа – модель планировщиков процессов операционных систем [1, 2], которая находится в локальном доступе на компьютерах в учебных аудиториях, что ограничивает применение этой программы студентами.

Цель работы – разработка программного обеспечения, которое будет представлять онлайн сервис, содержащий реализацию алгоритмов планировщиков задач. Подобное решение сделает изучение студентами алгоритмов планирования более доступным, так как получить доступ к онлайн сервису можно по ссылке, находящейся в учебных материалах дисциплин. В этом случае студентам не требуется использовать локальную версию программы и переносить ее на свои персональные компьютеры, ибо веб версия алгоритмов планирования может быть использована на любом доступном для студента устройстве.

Для реализации программы использовались язык программирования Python, современный фреймворк Django [3, 4], применение которого позволяет сочетать в себе логику веб сервиса и его дизайна. Также использовались языки разметки HTML и CSS [5], благодаря которым был построен дизайн сайта, а также язык программирования JavaScript. Использование всех упомянутых современных инструментов программирования обеспечивает надежную работу веб сервиса.

Первоначальная версия алгоритма планировщика процессов была разработана на базе использования графической библиотеки TkInter языка программирования Python. Эта версия алгоритма является прототипной и позволила убедиться в работоспособности разработанного алгоритма.

Окно интерфейса программы показано на рис. 1. Оно содержит таблицу, содержащую список всех процессов и их параметры, форму добавления, изменения и удаления процессов, форму изменения параметров планировщика, текстовый лог, в который записывается вся информация о ходе моделирования, инструменты исправления опоздания, форма отображения графика выполнения процессов.

После успешных тестов данной версии была произведена первоначальная настройка нового проекта Django [3, 4] для последующего внедрения в него алгоритма планирования и создания веб интерфейса.

Разработка дизайна включает в свой состав элементы, аналогичные версии алгоритма, реализованной в TkInter.

Однако, современные средства дизайна HTML и CSS [5] позволяют создавать улучшенный и более гибкий дизайн окна программы, показанный на рис. 2.

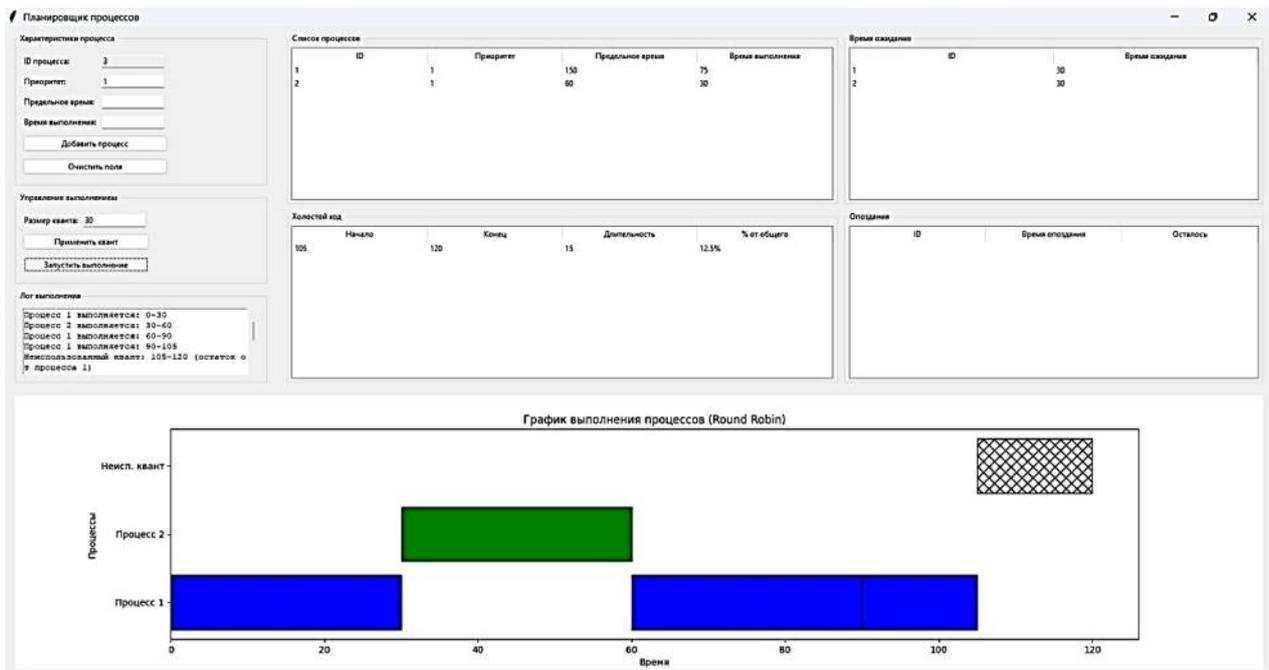


Рисунок 1 – Окно интерфейса программы моделирования



Рисунок 2 – Улучшенный дизайн окна программы моделирования

Следующим этапом является разработка адаптивной верстки дизайна программы моделирования, который позволит студентам использовать алгоритм планировщика задач на любом доступном для них устройстве.

Оперируя средствами CSS и встроенными в него командами media-queries, был создан адаптивный дизайн.

Принятые в процессе разработки программные решения играют ключевую роль в помощи студентам лучше разобраться в том, как работает алгоритм планировщика задач. Последующим развитием данного проекта является включение в алгоритм планировщика функции, способной оптимизировать размер кванта, что может позволить решить проблему многозадачности процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Буштрук, Т.Н. Перспективные направления моделирования и идентификации динамических систем / Т.Н. Буштрук, В.А. Засов В.А. – Самара: СамГУПС, 2019.– 158 с.
- 2 Засов, В.А. Организация вычислительных процессов в параллельных системах: Учебное пособие в двух частях: Часть II. Мультипрограммные системы /В.А. Засов. – Самара: СамГУПС, 2023. –159 с.
- 3 Django для Python: что это за фреймворк, зачем он нужен и как работает // Skillbox Media – журнал для профессионалов. Актуальные статьи про бизнес, дизайн, образование, разработку игр и программирование, 2024.
- 4 Реальные сайты на Django – 15 примеров от соцсетей до браузера // Python на русском – скрипты, библиотеки, модули. URL: <https://pythonru.com/baza-znaniy/realnye-sajty-na-django> (дата обращения: 01.10.2024).
- 5 Денисов А. Вся веб-разработка в схемах и иллюстрациях: учебное пособие/ А. Денисов. – М.: Питер, 2025 – 208 с.

УДК 004.021

АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ ОБ АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЯХ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

Титов А. С., Колпациков С. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в работе представлена разработка алгоритмического обеспечения резервированной системы оповещения об аварийных ситуациях на теплотехнических (технологических) объектах. Предложенное решение, использующее два независимых канала связи (HTTP, SMS), обеспечивает оперативное и надежное информирование персонала при сбоях в основных системах.

Ключевые слова: резервированное оповещение, алгоритмическое обеспечение, аварийные ситуации, Stateflow, автоматизированное оповещение, HTTP, 3G/4G-модем, GSM/GPRS-модем, SMS резервирование.

В технологических объектах, особенно удаленных или функционирующих в автоматическом режиме, крайне важно обеспечить оповещение ответственного персонала о возникающих аварийных ситуациях. В таких местах отсутствует постоянный оператор, который мог бы контролировать работу оборудования и своевременно реагировать на нештатные ситуации. В результате авария может быть обнаружена с опозданием, что приводит к увеличению ущерба, риску отказа критически важных систем и, в некоторых случаях, угрозе жизни работников.

Для решения проблемы своевременного информирования персонала об аварийных ситуациях на технологических объектах широко применяются автоматизированные системы оповещения. Одним из распространенных решений являются устройства SMS-уведомления о пожаре, которые при срабатывании датчиков дыма, температуры или других аварийных параметров автоматически

отправляют сообщения сотрудникам [1]. Такие системы удобны, так как не требуют сложной инфраструктуры, работают автономно и позволяют передавать информацию напрямую на мобильные телефоны.

В современных системах применение только SMS для оповещения об аварийных ситуациях сталкивается с рядом существенных проблем. При использовании такого канала связи качество мобильной сети становится критически важным: при слабом сигнале или его отсутствии оповещение может задерживаться или вовсе не дойти. Даже при стабильной связи возможны задержки из-за высокой нагрузки на сеть оператора. Кроме того, SMS-системы обычно не предусматривают механизм автоматического подтверждения получения, что может привести к тому, что работник не узнает о возникшей аварии своевременно. Использование SMS-оповещений приводит к дополнительным затратам, особенно если необходима массовая рассылка сообщений большого числа сотрудников. При частых аварийных срабатываниях расходы на связь могут значительно увеличиваться. Совокупность этих факторов говорит о том, что SMS уже не соответствуют современным требованиям надежности, и для обеспечения качественного оповещения необходим переход на альтернативные каналы связи.

В работе рассматривается реализация оповещения в системах автоматического управления, имеющих в своем составе ПЛК, реализующий функции управления и оснащенный свободно программируемым портом RS-485 и портом Ethernet с поддержкой свободно-программируемой посылки пакетов. ПЛК подключен к глобальной сети интернет – для удаленной телеметрии объекта, через мобильный модем. Подразумевается реализация алгоритма оповещения на ПЛК системы управления без дополнительных управляющих устройств.

В настоящий момент такими характеристиками обладают ПЛК, программируемые в системе Codesys 3.5, например, все ПЛК ОВЕН 200 серии [2].

Аварийные уведомления могут передаваться тремя различными способами:

1. ПЛК – основной метод передачи сообщений, позволяющий отправлять уведомления с помощью HTTP-запроса в мессенджер Telegram [3].
2. 3G/4G-модем – резервный способ, использующий интернет–соединение, отправляющий HTTP-запросы.

3. GSM/GPRS-модем – аварийный канал связи, который используется в случае отказа основных методов, отправляет SMS, используя AT-команды [4].

Был разработан алгоритм системы, в основе которого лежит буфер, поддерживающий обработку любого количества сообщений, где они временно хранятся с разными приоритетами. При готовности к отправке система выбирает наиболее приоритетное сообщение и помечает его активным, исключая повторную обработку. Далее выбирается стабильное соединение, но при его недоступности система автоматически переключается на резервные варианты. После выбора сообщение отправляется, и система ожидает подтверждение. В случае неудачи повторяются попытки передачи в другие каналы [5]. Если все каналы оказались недоступны, сообщение остается в буфере для повторной отправки позже, а также формируется сообщение об ошибке с меткой времени о том, когда система отказала и отправит его, когда один из каналов связи будет доступен. В критических ситуациях, например, при пожаре, система может использовать все доступные каналы связи одновременно, обеспечивая максимальную вероятность доставки сообщения.

На рисунке 1 показана Stateflow модель обработки аварийного сигнала [6]. В начале проверяется наличие активного сигнала и его предыдущее состояние, чтобы избежать повторного срабатывания. Если сигнал зафиксирован, система выполняет поиск свободного места в буфере для записи данных. Также определяется используемый канал связи и записывается текст сообщения. После этого устанавливается флаг активности аварии, а процесс завершает работу. Запись входящих сигналов в буфер выполняется асинхронно, что позволяет в случае одновременного поступления нескольких аварийных сообщений записать все сообщения сразу.

Предложенный алгоритм обрабатывает подтверждение доставки сообщения. Доступность и необходимость обработки положительного ответа является настройкой алгоритма, указываемой для каждого канала связи индивидуально. Входящее сообщение сначала проходит проверку на наличие положительного ответа. Если подтверждение получено, система выполняет ряд действий:

1. Обновляет статус, помечая сообщение как обработанное.
2. Очищает буфер, обнуляя номер, текст, приоритет, используемый канал связи.
3. Сбрасывает флаг активности аварии.

В случае если ответ не обрабатывается, то все действия выполняются сразу без ожидания. Этот механизм гарантирует, что успешно отправленные сообщения не останутся в системе и не создадут лишнюю нагрузку на память или процесс обработки.

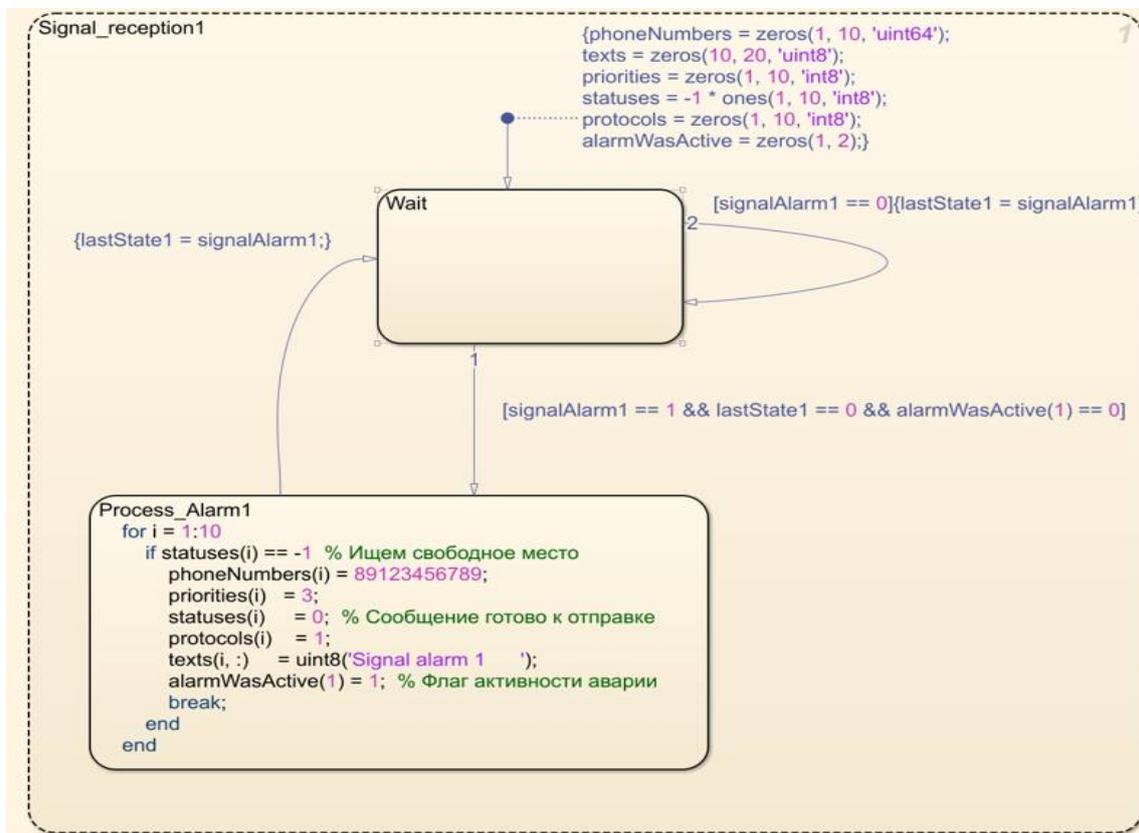


Рисунок – Обработка аварийного сигнала

Система резервированного оповещения об аварийных ситуациях демонстрирует высокую эффективность и надежность при работе в условиях нестабильной связи и отсутствия постоянного контроля со стороны оператора. Применение двух независимых каналов передачи позволяет оперативно реагировать на критические сбои. Внедрение данного решения способствует не только снижению материальных потерь, но и повышению уровня безопасности технологических объектов, за счет быстрого оповещения ответственного персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пожарные извещатели с GSM модулем: виды, требования, плюсы и минусы устройства / Fireman.club. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnyie-izveshhateli-s-gsm-vidyi-trebovaniya-plyusyi-i-minusyi/> (дата обращения: 23.03.2025).
- 2 CODESYS Online Help. URL: <https://www.helpme-codesys.com/> (дата обращения: 26.03.2025).
- 3 Telegram Bot API / Telegram Messenger. URL: <https://core.telegram.org/bots/api> (дата обращения: 26.03.2025).

- 4 AT Commands Set / SIMCom. A company of SIM Tech. URL: https://www.8051projects.net/files/public/1283149052_30519_FT37174_sim300_atc_v1.06.pdf (дата обращения: 26.03.2025).
- 5 Макаров В.В., Гусев С.С. Алгоритмы работы системы пожарной сигнализации как сегмента «умного дома» // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 3 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithmy-raboty-sistemy-pozharnoy-signalizatsii-kak-segmenta-umnogo-doma> (дата обращения: 23.03.2025).
- 6 Руководство пользователя Stateflow / MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com/help/stateflow/getting-started.html> (дата обращения: 26.03.2025).

УДК 004.94
621.865.8

ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ СЕРВЕРА СБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Галимова Л. Ж., Фёдорова О. Н., Фатеев В. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в настоящее время производственные процессы стремятся к максимальной эффективности за счет использования автоматизации и цифровизации. Это требует сбора, анализа и обработки данных, что можно сделать только с помощью различных типов программного обеспечения. Проблема состоит в том, что в отсутствие прямого доступа к этим данным может потребоваться специально разработанный программный интерфейс для доступа к серверу сбора данных. Целью авторского комплексного исследования является обеспечение безопасного доступа к серверу сбора данных. В ходе исследования был использован метод анализа предметной области. В результате были выяснены требования к разрабатываемому программному интерфейсу (API) для безопасного доступа к серверу сбора данных.

Ключевые слова: автоматизация, данные, программное обеспечение, сервер, программный интерфейс

Железнодорожная инфраструктура является сложной высокотехнологичной системой. Эффективность, безопасность и бесперебойность этой системы зависят в том числе и от внедрения современных методов автоматизации.

Основой для автоматизации является сбор, анализ и обработка данных о текущем состоянии процесса или системы. Эти данные поступают от множества сенсоров, установленных на оборудовании, и представляют собой информацию о параметрах работы устройств, качественных и количественных показателях, потреблении энергии и других важных аспектах производственного цикла.

Анализ данных позволяет не только отслеживать текущее состояние процесса, но и выявлять отклонения от нормы, предупреждать о возможных сбоях и авариях, оптимизировать рабочие параметры и прогнозировать поведение системы в будущем. Таким образом, для изучения возможности дальнейшего повышения эффективности функционирования железнодорожной инфраструктуры, существенную помощь может оказать система сбора экспериментальных данных. Она позволит научным

сотрудникам, работающим над проблемой дальнейшего развития использования железнодорожного транспорта, получать в ходе различных экспериментов массивы данных, характеризующих изменение контролируемых параметров. Сбор данных и их хранение выполняет сервер, связанный с базой данных.

Для обработки данных, полученных в ходе проведения экспериментов, применяются разные типы программного обеспечения. Это могут быть пакеты прикладных программ, широко используемых для статистической обработки или моделирования, а также, могут быть программы, разработанные самостоятельно для решения узконаправленных, специфических задач.

В случае отсутствия прямого доступа к данным у таких программ, требуется некоторый программный интерфейс (API – Application Programming Interface), способный предоставить такую возможность, а также, позволяющий передавать данные между различными системами.

Интерфейсы API обеспечивают унифицированный способ взаимодействия между программными продуктами, позволяя одному приложению запрашивать и получать данные из другого источника.

Проблема заключается в том, чтобы обеспечить безопасный и простой программный доступ к серверу сбора данных из программ, разработанных в рамках проводимого исследования самостоятельно. Программный интерфейс позволит упростить интеграцию различных систем управления и мониторинга, улучшить качество принимаемых решений и сократить временные и ресурсные затраты на обслуживание информационных систем. Интерфейс позволит безопасно и оперативно взаимодействовать с сервером, что повысит эффективность работы с данными и улучшит общий процесс управления производственными процессами.

Разрабатываемое программное обеспечение предназначено для предоставления программного доступа к данным, хранящимся на сервере сбора данных. В связи с обозначенной областью применения, разрабатываемое программное обеспечение должно выполнять функции программного API сервера сбора данных. Следовательно, API должно обеспечивать выгрузку данных по запросу клиента в таких форматах данных, которые могут быть использованы программами непосредственно или легко конвертированы в форматы данных, воспринимаемые клиентом.

API должно быть реализовано как некоторая программная прослойка между сервером сбора данных и программным обеспечением, которое использует данные. Кроме того, должна быть обеспечена возможность доступа к функциям API из программ, написанных на разных языках программирования.

Программные модули реализующие функции API целесообразно представить как динамически загружаемые библиотеки. В этом случае, можно обеспечить одновременный доступ к API из разных программ. Также при сборке библиотек для разных платформ и операционных систем можно получить возможность работы с данными, вне зависимости от типа операционной системы.

При разработке необходимо учитывать, что сервер сбора данных может находиться как удаленно (доступ по сети), так и непосредственно на локальном компьютере рядом с программным обеспечением, обрабатывающим полученные данные.

Так как предполагается возможность обеспечения обработки полученных с сервера данных различными программами, необходимо выбрать наиболее распространенные форматы данных, которые будут удовлетворять этим требованиям.

Предварительные требования к функциям реализуемого API можно разделить на две группы: группа функций, реализующих управление доступом к серверу и настройки; группа функций, осуществляющих получение данных. Разрабатываемое программное API должно обеспечивать безопасный доступ к серверу сбора данных со стороны пользовательской программы, широкий круг запросов на извлечение данных, а также, получение данных в реальном времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Scilab: Driver. Электронный ресурс. URL: https://help.scilab.org/docs/2024.0.0/ru_RU/driver.html (дата обращения: 11.01.2025).
- 2 Scilab/Программирование. Викиучебник. Электронный ресурс. URL: <https://ru.wikibooks.org/wiki/Scilab/Программирование> (дата обращения: 11.01.2025).
- 3 File Formats in MS Excel. Электронный ресурс. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.91 (дата обращения: 11.01.2025).
- 4 Поддерживаемые форматы файлов для импорта и экспорта. Электронный ресурс. URL: https://docs.exponenta.ru/matlab/import_export/supported-file-formats-for-import-and-export.html (дата обращения: 11.01.2025).
- 5 Импорт и экспорт данных. Электронный ресурс. URL: <https://classmech.ru/pages/matlab/import/> (дата обращения: 11.01.2025).

РАЗРАБОТКА СЕРВЕРА ДЛЯ СБОРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Фёдорова О. Н., Галимова Л. Ж., Фатеев В. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной статье приводится описание разрабатываемого сервера сбора данных. Проведен анализ имеющихся решений. Выделена актуальность разрабатываемого сервера, постановка целей и задач.

Ключевые слова: сервер, сбор данных, OPC, MQTT, кроссплатформенное ПО.

Актуальность: существующие промышленные решения по сбору данных часто требуют использования специализированного программного обеспечения и не удовлетворяют задачам, которые несут исследовательский характер.

Цель работы: проектирование и разработка сервера для сбора экспериментальных данных.

Требования к разрабатываемому серверу заключаются в том, что он должен быть одновременно удаленным сервером и локальной рабочей станцией, быть кроссплатформенным и использовать как Ethernet-соединение с использованием стандартного протокола TCP/IP в качестве канала связи, так и интерфейс RS-485 через COM-порт компьютера. Кроме того, сервер должен обеспечивать универсальный программный доступ к данным, собранным с помощью пользовательского программного обеспечения.

В настоящее время доступно множество серверных решений для сбора данных. Ближайшими аналогами являются OPC (Open Platform Communication) и MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). OPC включает в себя несколько стандартов.

Наиболее широкое распространение получил OPC DA, который обеспечивает обмен данными в реальном времени между клиентом и аппаратурой. К плюсам данного решения можно отнести широкий функционал, модульность, простота внедрения. А к минусам: зависимость от платформы Windows, задержки при передаче сигнала, зависимость от сетевой инфраструктуры (зависимость работы от качества сетевого подключения).

MQTT – лёгкий протокол обмена данными, разработанный для передачи телеметрических данных между устройствами с низким уровнем производительности и ограниченными ресурсами. К плюсам данного решения можно отнести лёгкость,

надежность, поддержка офлайн режима. Минусы: избыточность, сложность с масштабированием, отсутствие встроенного шифрования, проблемы со скоростью передачи данных.

На основании сравнительного анализа с существующими аналогами сделан вывод о том, что рассматриваемое решение не подходит для решения поставленных задач. Поэтому необходимо реализовать уникальное решение, отвечающее целям и задачам.

В результате проведенных исследований можно выделить следующие функции сервера:

1. Сбор и обработка данных:

- 1.1. Ожидание подключения от контроллера датчиков;
- 1.2. Обработка нескольких соединений;
- 1.3. Чтение данных через СОМ порт;
- 1.4. Проверка контрольной суммы;
- 1.5. Отбрасывание поврежденных пакетов и запись в лог;
- 1.6. Разбор формата полученного пакета «[ID_датчика, длина_пакета, байты_данных, CRC]»;

1.7. Запись в структурированном формате в БД.

2. Хранение данных:

- 2.1. Фиксация времени и даты записи;
- 2.2. Автоматическое удаление устаревших данных (настройка срока удаления);
- 2.3. Архивация необходимых данных перед удалением;
- 2.4. Создание резервных копий.

3. Предоставление данных:

- 3.1. Обработка SQL запросов;
- 3.2. Формирование ответа;
- 3.3. Передача данных прикладному ПО сразу после получения от датчика («реальное время»).

4. Администрирование и мониторинг:

- 4.1. Сроки хранения, включение/выключение архивации;
- 4.2. Настройка параметров сети (СОМ порт, Ethernet, сети датчиков);
- 4.3. Запись ошибок.

На рис. показана диаграмма прецедентов (вариантов использования).

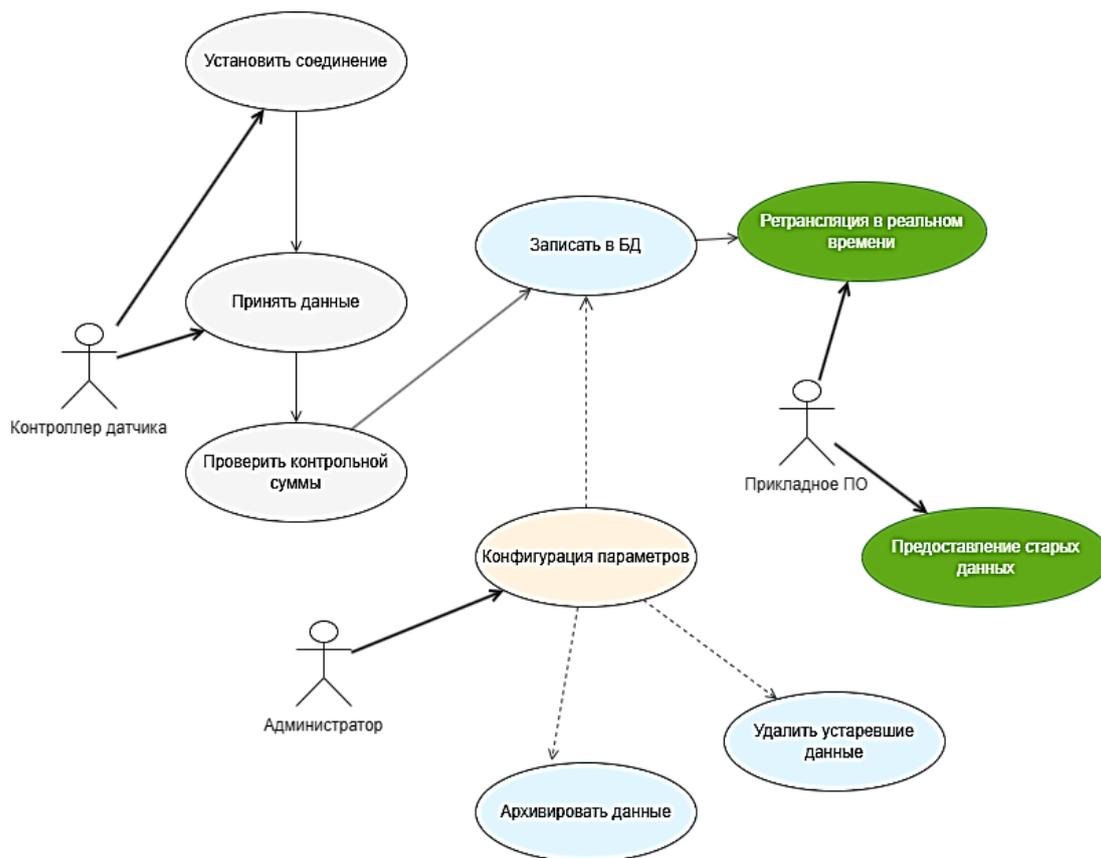


Рисунок – Диаграмма прецедентов

На диаграмме изображены акторы (контроллер датчика, администратор, прикладное ПО) и прецеденты (основные функции). Группа 1: прием данных (серые эллипсы), группа 2: работа с БД (голубые эллипсы), группа 3: взаимодействие с ПО (зеленные эллипсы), группа 4: управление (оранжевые эллипсы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Просто о стандартах OPC DA и OPC UA. URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/prosto-o-standartakh-opc-da-i-opc-ua/#descr>
- 2 Что такое MQTT и для чего он нужен в IoT? Описание протокола MQTT. URL: <https://ipc2u.ru/articles/prostye-resheniya/chto-takoe-mqtt/>

БЕЗОПАСНЫЙ МНОГОФАКТОРНЫЙ АЛГОРИТМ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ

КАМЕЛЬ мохаммад хашим кхалил, АХМЕД Тамер Рашид, Авсиевич А.В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: предлагаемая в работе система объединяет учетные данные (имя пользователя и пароль) с алгоритмом шифрования RSA для обеспечения дополнительного уровня безопасности. При этом система аутентификации использует алгоритм шифрования RSA в качестве второго фактора после пароля. При попытке доступа сервер отправляет данные, зашифрованные с помощью открытого ключа пользователя, которые пользователь расшифровывает с помощью закрытого ключа. Если результат правильный, пользователю предоставляется доступ к системе.

Объединение алгоритма шифрования RSA и учетных данных (имя пользователя и пароль) с возможностью интеграции биометрических факторов, таких как отпечатки пальцев и распознавание лиц, обеспечивает комплексное решение для защиты инфраструктуры энергосистемы от различных угроз безопасности.

Предложенная модель продемонстрировала высокий уровень безопасности в результате использования алгоритма RSA с одноразовым паролем. Она также обеспечивает дополнительные уровни безопасности в дополнение к сложности взлома предлагаемой системы из-за сложности шифрования. Возможность интеграции биометрических факторов, таких как отпечатки пальцев, способствует значительному повышению безопасности и защите системы от растущих угроз безопасности.

Ключевые слова: многофакторная аутентификация (MFA), энергосистемах, алгоритма RSA, конфиденциальных, биометрические.

В настоящее время надежность и безопасность функционирования объектов энергетической инфраструктуры России являются важными факторами, определяющими уровень экономической эффективности государства, напрямую влияющими на его национальную безопасность. Для обеспечения бесперебойной работы объектов необходимо разрабатывать и эксплуатировать многочисленные автоматизированные системы (АС), управляющие транспортными услугами, контролирующие состояние узлов, каналов связи, а также систем обеспечения и кадровых ресурсов. Многофакторная аутентификация (МФА) способствует повышению безопасности за счет добавления дополнительных уровней защиты, которые трудно взломать, обеспечивая более высокий уровень безопасности по сравнению с традиционными методами входа.

В энергосистемах RSA может использоваться для защиты доступа к системам управления (таким как SCADA), шифрования конфиденциальных данных и обеспечения подлинности команд с помощью цифровой подписи. На рисунке показана система управления (SCADA).

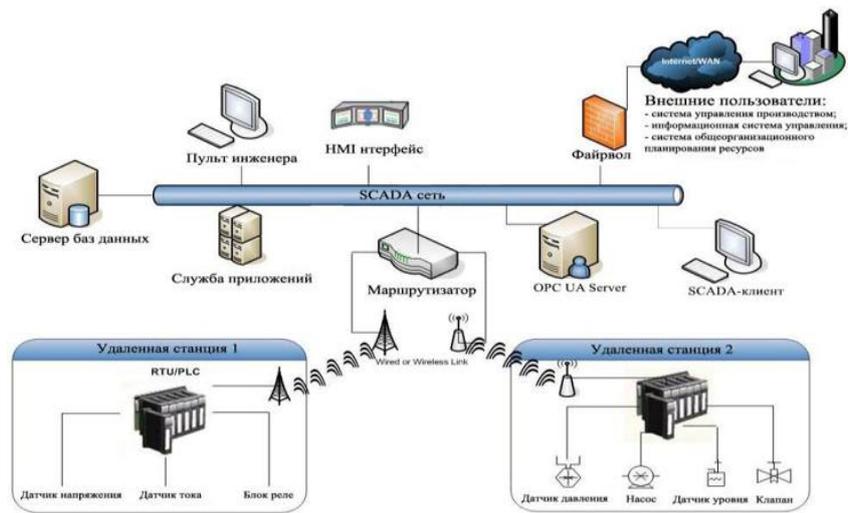


Рисунок – Сеть управления SCADA

Аутентификация является важнейшим элементом защиты данных от несанкционированного доступа [1], посредством которой личность пользователя проверяется путем отправки определенных данных или информации в систему, где система сравнивает их с ранее сохраненными значениями, чтобы гарантировать их действительность и предотвратить кражу личных данных [2].

Однофакторная аутентификация, включающая пароль и имя пользователя как на единственный инструмент больше недостаточно перед лицом растущих угроз безопасности и передовых методов кражи личных данных [3].

Аутентификация остается одним из основных столпов защиты систем от несанкционированного доступа, будь то конфиденциальные системы или приложения, работающие в режиме онлайн или офлайн [4]. На настоящее время возникает необходимость в улучшении механизмов проверки и аутентификации, поскольку традиционные методы больше не обеспечивают достаточной защиты в свете современных проблем безопасности [5]. Аутентификация тесно связана с шифрованием основан на математических принципах для обеспечения конфиденциальности, целостности и аутентификации информации [6]. Основной целью использования технологии шифрования является создание защищенных систем с высоким уровнем сложности с повышенной защитой от взлома [7]. Существует два типа алгоритмов шифрования: симметричные алгоритмы шифрования и асимметричные алгоритмы шифрования. Многофакторный алгоритм RSA является улучшением по сравнению с традиционным алгоритмом RSA, который основан на асимметричном шифровании. Результаты показали, что многофакторный алгоритм

RSA имеет скорость обработки, которая превышает обычный алгоритм RSA в 2,25 раза [8]. Многофакторный алгоритм RSA имеет высокий уровень безопасности из-за сложности разложения больших целых чисел на их простые множители [9].

Работа посвящена усовершенствованную систему аутентификации, которая объединяет несколько механизмов безопасности, включая однофакторную аутентификацию, одноразовый пароль (OTP) и алгоритм шифрования RSA, с возможностью интеграции биометрических технологий, таких как распознавание лиц или отпечатков пальцев. Данная система направлена на повышение уровня защиты с использованием нескольких уровней проверки, что снижает риск несанкционированного доступа и обеспечивает более высокую безопасность для энергосистем. Кроме того, работа ведется над алгоритмом многофакторной аутентификации (MFA) на основе алгоритма RSA для защиты доступа пользователей к энергосистемам. Безопасность повышается за счет интеграции нескольких факторов, таких как одноразовые пароли (OTP) с асимметричным шифрованием.

Подход аутентификации, упомянутый в этой статье, позволяет только авторизованным пользователям получать доступ к сети управления энергосистемой. Подход использует имя пользователя и одноразовый пароль (OTP) с шифрованием RSA для защиты сети управления энергосистемой от различных атак и угроз безопасности. Предлагаемый подход состоит из нескольких шагов: идентификация пользователя, проверка пароля, генерация и отправка зашифрованного RSA OTP, проверка OTP и, наконец, предоставление доступа.

Компоненты системы аутентификации включают в себя: пользователь: человек, пытающийся получить доступ к системе электроснабжения; введите учетные данные (имя пользователя и пароль); сервер аутентификации: управляет процессом аутентификации и генерирует одноразовые пароли; шифрует и расшифровывает данные с использованием RSA; система питания: защищенная система, доступ к которой осуществляется после аутентификации.

Процесс аутентификации состоит из нескольких этапов, которые необходимо выполнить для успешного доступа к энергосистеме: аутентификация по паролю (первый фактор): пользователь вводит имя пользователя и пароль, а сервер проверяет пароль; сгенерировать OTP (второй фактор): одноразовый пароль генерируется

сервером случайным образом, затем сервер отправляет его пользователю; подписание OTP с помощью закрытого ключа RSA (3-й фактор).

В работе успешно реализован многофакторный алгоритм с использованием RSA OTP был успешно реализован, что обеспечило два уровня безопасности: одноразовый пароль OTP и цифровая подпись с использованием алгоритма RSA.

Алгоритм многофакторной аутентификации разработан и реализован, и показал на этапе тестирования высокий уровень безопасности благодаря наличию двух уровней аутентификации, а именно цифровой подписи и одноразового пароля, поэтому использование данного алгоритма аутентификации со способностью обеспечивать высокую степень безопасности и сочетаясь с хорошей производительностью как никогда подходит для энергосистем, в связи с большими объемами обрабатываемой информации, а также, остается возможность добавить новые технологии, такие как биометрические данные, для повышения производительности и усиления защиты системы аутентификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Kaur, S., Kaur, G., & Shabaz, M. (2022). A secure two factor authentication framework in cloud computing. *Security and Communication Networks*, 2022 (1), 7540891.
- 2 Башир, Имран. Блокчейн: архитектура, криптовалюты, инструменты разработки, смарт–контракты. Litres, 2022.
- 3 Debas, Elhaam Abdulrahman, Razan Sulaiman Alajlan, and MM Hafizur Rahman. «Biometric in cyber security: A mini review» 2023 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC). IEEE, 2023.
- 4 Mohsin, J. K., Han, L., Hammoudeh, M., & Hegarty, R. (2017, July). Two factor vs multi–factor, an authentication battle in mobile cloud computing environments. In *Proceedings of the international conference on future networks and distributed systems* (pp. 1–10).
- 5 Acharya, Abiral. A machine learning approach for securing autonomous and connected vehicles. The University of Toledo, 2021.
- 6 Menezes, Alfred J., Paul C. Van Oorschot, and Scott A. Vanstone. «Handbook of applied cryptography crc press.» Boca Raton (1997).
- 7 Van Daalen, O. L. «The right to encryption: Privacy as preventing unlawful access» *Computer Law & Security Review* 49 (2023): 105804.
- 8 Anwar, M., Mustafa Ismail, and H. M. Bahig. «Cryptoanalysis of RSA variants with special structure of RSA primes.» arXiv preprint arXiv:2403.06184 (2024).
- 9 Budiman, M. A., P. Sihombing, and I. A. Fikri. «A cryptocompression system with Multi–Factor RSA algorithm and Levenstein code algorithm» *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1898. No. 1. IOP Publishing, 2021.

СЕКЦИЯ 2

Мехатронные, робототехнические системы и технологии

УДК 004.94
621.865.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ ФОРМЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ

Лебакин И. В., Сандлер И. Л.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в современном мире автоматизация играет важную роль в жизни человека, особенно в таких областях, как управление производственными процессами, логистика и обслуживание оборудования и др. Для автоматических и автоматизированных систем на производстве, пневматические системы особенно важны, так как они обеспечивают высокую точность и скорость работы при сравнительно низких затратах на обслуживание и установку. Эти системы широко используются в промышленности для автоматизации процессов, таких как управление приводами, клапанами, конвейерами и многими другими механизмами.

Однако, проектирование и настройка пневматических систем автоматизации сопряжены с рядом сложностей: необходимо учитывать динамику изменения давления, инерционность исполнительных механизмов, синхронизацию работы клапанов и цилиндров. Ошибки на этапе разработки могут привести к дисбалансу в системе, перерасходу энергии или преждевременному износу оборудования. Поэтому моделирование пневматических систем становится неотъемлемой частью современных инженерных решений.

В данной работе предложена пневматическая схема и ее имитационная модель для управления технологическим процессом подачи формы при производстве резинового покрытия. Получены соответствующие графики перемещения пневмоцилиндров, а также динамики скорости и ускорения. Полученные результаты работы могут быть использованы проектировщиками и инженерами для оптимизации конструкции пневматической системы.

Ключевые слова: пневмопривод, пневматическая система, резиновое покрытие, резиновая плитка, имитационная модель, подача форм, магазин с формами, пневмоцилиндры, пневмоцилиндры одностороннего действия, FluidSim – Pneumatics.

Применение программного обеспечения FluidSIM – Pneumatics [1] для цифрового моделирования позволяет прогнозировать поведение системы в широком диапазоне условий – от штатных рабочих режимов до экстремальных нагрузок. Практическое внедрение таких технологий уже показывает ощутимые результаты: сокращение времени настройки оборудования, снижение производственного брака и увеличение ресурса механических компонентов. Благодаря интеграции автоматизации с инструментами симуляции, пневматические системы трансформируются в адаптивные комплексы, способные оперативно корректировать параметры работы в ответ на изменения внешних условий.

Известна робототехническая система изготовления резинового покрытия, предназначенная для автоматизированного производства резиновых покрытий

(изготовление плитки) [2]. Система включает в себя конвейерную систему [3], пресс–оборудование, пневмопривод разравнивающего устройства [4] и пневматическую систему управления подачи формы на конвейер. В данной работе предложена пневматическая схема и ее имитационная модель для управления технологическим процессом подачи формы при производстве резинового покрытия для постановки формы на конвейерную линию. Имитационная модель пневматической системы управления подачи формы, представленная на рисунке 1, реализована в среде FluidSim – Pneumatics и полностью отражает пневматическую схему.

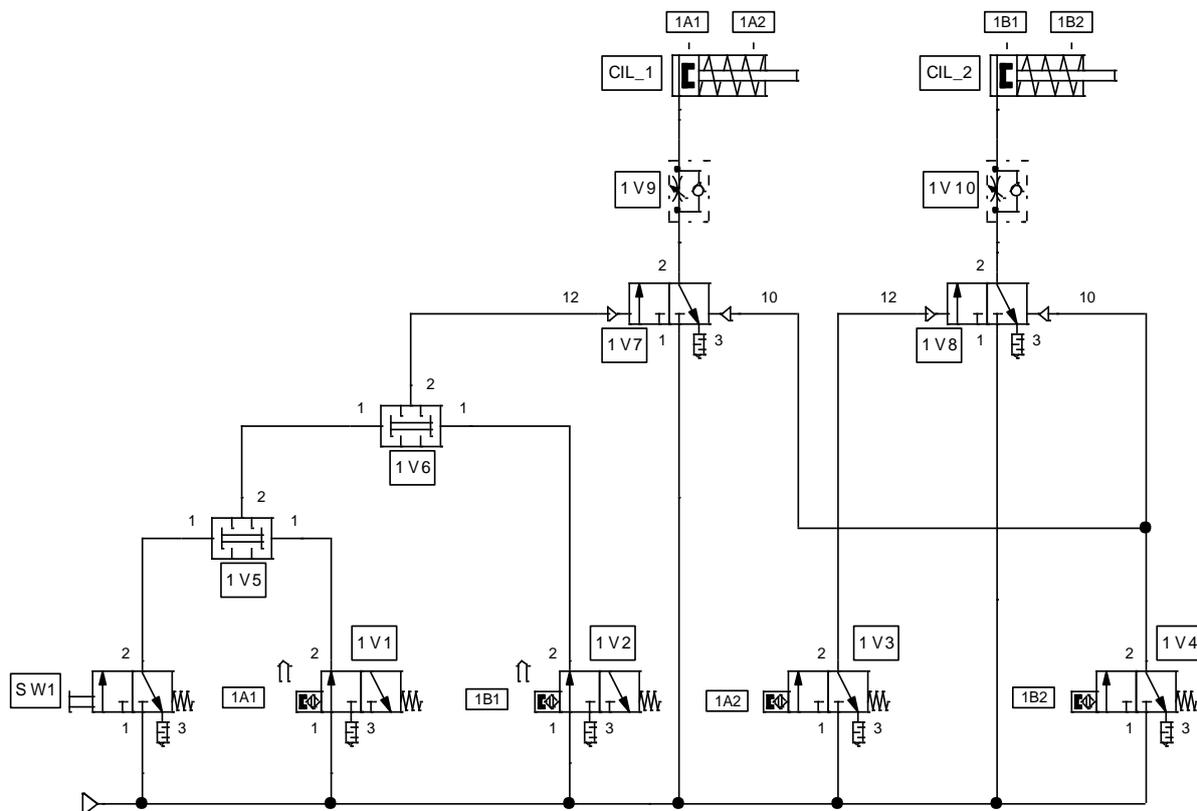


Рисунок 1 – Имитационная модель пневматической системы управления подачи формы

Исполнительными механизмами пневматической системы управления подачи формы являются пневматические цилиндры одностороннего действия с возвратной пружиной. Поршня цилиндров содержат постоянный соленоид, которые используются для управления бесконтактным выключателем. CIL_1 – пневматический цилиндр подачи формы из магазина с формами. CIL_2 – пневматический цилиндр подачи формы со стола на конвейер.

В ходе моделирования получены графики переходных процессов динамики пневмоцилиндров пневматической системы управления подачи формы,

изображенные на рисунке 2, на которых можно наблюдать положения пневмоцилиндров, скорость выдвижения и втягивания, ускорение штоков пневмоцилиндров.

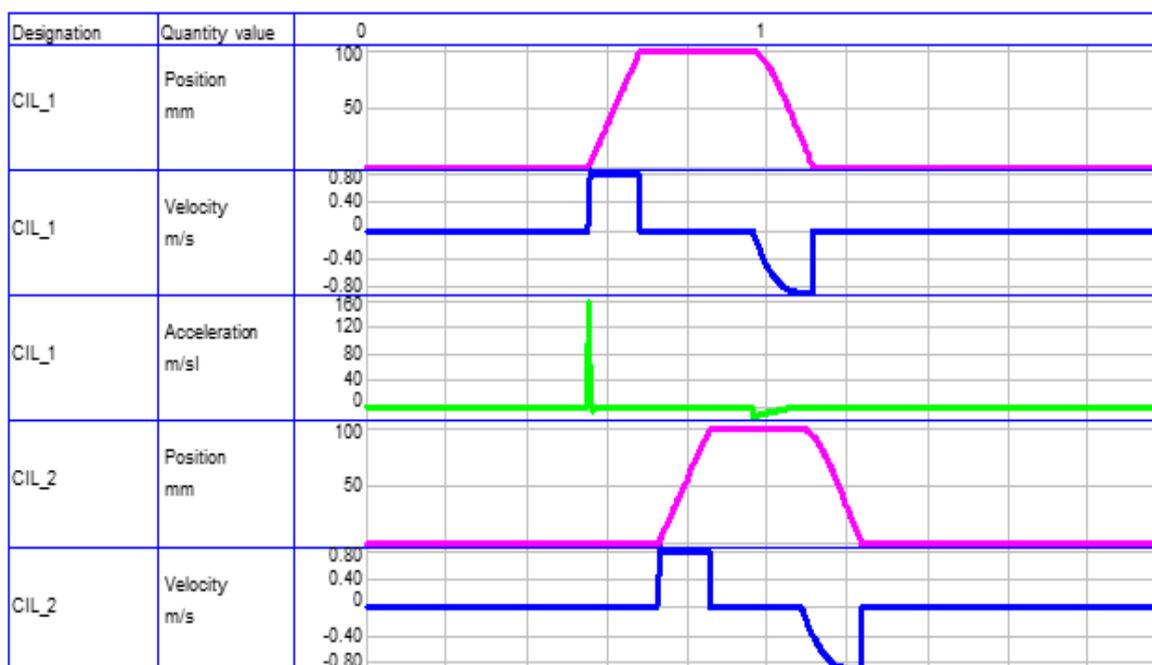


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе пневмопривода

Имитационная модель может быть использована проектировщиками и инженерами для оптимизации конструкции пневматической системы, проведения виртуальных испытаний и калибровки системы управления.

Дальнейшим направлением развития является определение параметров пневматической системы с использованием результатов исследований [5–9], касающихся пневматической системы управления подачи формы при производстве резинового покрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алиев, Д. С. Формирование цифровых компетенций студентов политехнического колледжа в учебном процессе на основе электронной автоматизированной проектной среды «Fluidsim» / Д. С. Алиев // Цифровые инструменты в образовании : сборник статей по материалам Всероссийской научно- практической конференции с международным участием, Сургут, 06–07 апреля 2023 года / Редколлегия: А.В. Иванова [и др.], отв. редактор С.А. Третьяков. – Сургут: Сургутский государственный педагогический университет, 2023. – С. 150–153. – EDN CQCEGL.
- 2 Лебакин, И. В. Робототехническая система изготовления резинового покрытия / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 29 марта 2024 года. – Самара: СамГУПС, 2024. – С. 192–196. – EDN GOBBDC.
- 3 Лебакин, И. В. Разработка цифровой 3D–модели конструкции конвейерного устройства демонстрационного стенда технологического процесса изготовления резиновой плитки /

- И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 2. – С. 48–51. – EDN DBOUCD.
- 4 Лебакин, И. В. Информационно-измерительная система пневмопривода поперечного перемещения платформы разравнивающего устройства / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер, Д. В. Иванов // Вестник СамГУПС. – 2024. – № 1(63). – С. 43–54. – EDN LDAVJX.
 - 5 Ivanov D. V., Sandler I. L., Burtseva E. A., Vlasova V. N. Identification of slide valve dynamics with errors in variables // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 12–14 декабря 2018 года. Vol. 560. – Novosibirsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012021. – DOI 10.1088/1757–899X/560/1/012021. – EDN WDRKCG.
 - 6 Кацюба О. А., Иванов Д. В., Сандлер И. Л., Маслов Е. С. Идентификация распределенных систем при наличии помех наблюдения в выходном сигнале // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6(66). – С. 103–110. – EDN YTUVKW.
 - 7 Кацюба, О. А. Параметрическая идентификация распределенных разностных систем при наличии помех наблюдений во входных и выходных сигналах / О. А. Кацюба // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. – 2016. – № 1(37). – С. 50–62. – EDN WGXSX.
 - 8 Сандлер, И. Л. Маслов Е. С. Параметрическая идентификация дискретных динамических систем с распределенными параметрами при наличии помех наблюдения во входных сигналах // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 6(72). – С. 100–107. – EDN POPEBZ.
 - 9 Сандлер, И. Л. Рекуррентный алгоритм оценивания параметров многомерных дискретных линейных динамических систем разного порядка с ошибками по входу / И. Л. Сандлер // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – Т. 23, № 124. – С. 707–716. – DOI 10.20310/1810–0198–2018–23–124–707–716. – EDN YKKWXJ.

УДК 65.011.56
004.93

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Якимов В. Н., Сизова Н. А., Тагиров Р. Д., Аникин Д. В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в настоящее время применение компьютерного зрения приобретает все более широкое распространение в различных сферах, включая медицину, автомобилестроение, безопасность, робототехнику, в том числе и на железнодорожном транспорте. Весьма широкое распространение обусловлено преимуществами данной технологии, такими как наблюдение, фиксация, предупреждение и выявление правонарушений в режиме реального времени с минимальным участием человека. Несмотря на достигнутые успехи в области компьютерного зрения остаются открытыми вопросы, связанные с интерпретацией сложных ситуаций, обработкой изображений в реальном времени, высокой степени вариативности объектов и условиями освещения. Будущие исследования будут сосредоточены на разработке более универсальных и адаптивных алгоритмов, улучшении качества и скорости обработки данных.

Ключевые слова: система компьютерного зрения, машинное обучение, нейронные сети.

Железнодорожный транспорт играет важнейшую роль в развитии экономики государства. С его помощью осуществляется перевозка пассажиров и грузов, освоение новых районов страны, улучшение мобильности рабочей силы и т.п. Однако при эксплуатации железнодорожного транспорта, в частности, существуют такие проблемы, как высокие затраты для привлечения персонала, отсутствие информации

в режиме реального времени, быстрая фиксация правонарушений. С целью повышения эффективности железнодорожного транспорта принята стратегия его развития на ближайшие годы [1].

С развитием информационных технологий и увеличением объемов данных, поступающих от камер, беспилотных летательных аппаратов и различных сенсорных мониторов, все более широкое применение в различных производственных сферах находит компьютерное зрение. Применение компьютерного зрения открывает новые возможности для автоматизации различных процессов. Исходя из этого, одним из перспективных направлений решения задач, рассматриваемых в стратегии развития железнодорожного транспорта, может стать внедрение систем компьютерного зрения.

В соответствии с ГОСТ 71476, компьютерное зрение – это способность функционального компонента получать, обрабатывать и интерпретировать данные, представляющие изображения или видеосигналы [2].

С технической точки зрения компьютерное зрение представляет собой комплексную технологию. Практическая реализация компьютерного зрения должна осуществляться с учетом логического представления конкретной предметной области, построения объектно-информационных моделей процесса распознавания конструктивных элементов и применением искусственного интеллекта [3–6].

Рассмотрим основные направления развития компьютерного зрения и преимущества использования данной технологии.

В настоящее время системы компьютерного зрения являются одним из главных направлений практического развития информационных технологий. Практически любая территория оборудована видеокамерами, которые снимают цифровые или видео изображения и производят мониторинг текущей ситуации в режиме реального времени. Обработка и анализ видеопотока изображений может проводиться специально обученным персоналом или в автоматическом режиме.

Системы компьютерного зрения активно используются для контроля качества продукции. Они автоматически проверяют соответствие изделий установленным стандартам и выявляют дефекты, такие как отклонения на изображениях и некорректное заполнение упаковок [7].

Компьютерное зрение способствует повышению точности выполнения операций в ходе выполнения технологических процессов. Например, помогает оптимизировать

ручные операции и минимизировать простои оборудования, что ведет к экономии производственных ресурсов. Эти системы своевременно распознают признаки отклонения рабочих параметров и предупреждают о необходимости технического обслуживания технологического оборудования.

Компьютерное зрение также актуально при обнаружении дефектов в рамках мониторинга состояния технических конструкций. Его применение способствует выявлению структурных дефектов с использованием цифровых изображений. С помощью компьютерного зрения можно осуществлять геометрическое моделирование и создавать 3D–модели различных конструктивных решений [8].

Современные системы машинного зрения в сочетании с камерами позволяют транспортным средствам и роботам самостоятельно ориентироваться в пространстве, распознавать как стационарно ориентированные, так и движущиеся объекты.

В последнее время выполнение процедур распознавания, преобразования и восстановления текста стало востребованным инструментом. Технология компьютерного зрения позволяет выявлять символы на изображениях и преобразовывать их в редактируемые текстовосодержащие файлы.

В области медицины технологии компьютерного зрения используются для анализа изображений с целью повышения точности установления диагноза пациента. Компьютерное зрение помогает обрабатывать данные рентгеновских снимков, томографий и других методов обследования.

В сфере оказания складских и торговых услуг компьютерное зрение помогает предотвращать повреждение и кражу товаров. Оно используется для мониторинга очередей и загруженности касс, анализа интересов и предпочтений покупателей, распознавания ценников, а также оценки выкладки товаров на полках. Контроль запасов в реальном времени оптимизирует процессы снабжения.

Системы компьютерного зрения широко используются в системах, предназначенных для контроля доступа. Технологии зрения распознают лица и помогают предотвратить несанкционированный доступ в закрытые зоны. Кроме того, они защищают личные устройства от взлома и обеспечивают возможность оплаты с использованием биометрических данных [9].

Компьютерное зрение также позволяет обнаруживать подозрительных людей и аномальное поведение в общественных местах, что способствует предотвращению преступлений и быстрому реагированию на чрезвычайные ситуации.

Системы компьютерного зрения применяются для технического контроля объектов, требующих постоянного наблюдения. Например, они используются для отслеживания и управления работой лифтов и эскалаторов. В режиме реального времени происходит запись их положения, направления движения и режима работы.

Технологии компьютерного зрения способны находить точные или похожие изображения в интернете, основываясь на рассматриваемом референсе, а также улучшать качество изображений и видео. Системы компьютерного зрения также обеспечивают модерацию контента, загружаемого в интернет, и его автоматическую фильтрацию без участия человека [10].

Внедрение компьютерного зрения будет только расширяться с развитием его технологий. Одним из ключевых преимуществ компьютерного зрения является его способность обрабатывать и анализировать визуальные данные с высокой скоростью и точностью, что значительно повышает эффективность процессов визуального распознавания и снижает вероятность субъективных ошибок.

Интеграция компьютерного зрения в систему организации железнодорожного транспорта соответствует стратегии его развития в ближайшей перспективе [1]. Системы компьютерного зрения обеспечат полный контроль передвижного состава и потока пассажиров, что повысит транспортную эффективность и безопасность железнодорожных перевозок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года. Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р: сайт / Министерство транспорта Российской Федерации. – URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010> (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
- 2 ГОСТ 71476 Р ИСО/МЭК 22989–2022 Информационные технологии. Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта. – Введ. 2025–01–01. – М.: Российский институт стандартизации, 2024. – 62 с: сайт / Росстандарт. – URL: <https://protect.gost.ru/v.aspx?control=8&baseC=-1&page=0&month=-1&year=-1&search=&RegNum=1&DocOnPageCount=15&id=252519> (дата обращения: 01.03.2025). – Текст: электронный.
- 3 Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н., Машков А.В. Формирование онтологии предметной области на основе анализа NFL–континуума // Информационные технологии. – 2006. № 3. С. – 36–39.

- 4 Батищев В.И., Мошков И.С., Якимов В.Н. Обработка технических документов на основе оценки системной организации знаний // Информационные технологии. – 2013. № 10. С. – 15–19.
- 5 Якимов В.Н., Мошков И.С. Система распознавания терминов таксономии в документах на естественном языке // Программные продукты и системы. – 2011. № 3. – С. 36–41.
- 6 Якимов В.Н., Мошков И.С. Структурный анализ сложных терминов в технических документах // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 2. – С. 270–278.
- 7 Tafida A., Alaloul W.S., Zawawi N.A.B.W., Musarat M.A., Sani A.A. Advancing smart transportation: A review of computer vision and photogrammetry in learning–based dimensional road pavement defect detection // Computer Science Review. – 2025. Vol. 56. Article 100729.
- 8 Chen J. Chan I., Brilakis I. Shifting research from defect detection to defect modeling in computer vision–based structural health monitoring // Automation in Construction. – 2024. Vol. 164. Article 105481.
- 9 Dai W., Dai C., Qu S., Li J., Das S. Very deep convolutional neural networks for raw waveforms. Published in: 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). 05–09 March 2017. New Orleans, LA, USA. DOI: 10.1109/ICASSP.2017.7952190: сайт / IEEE Xplore. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7952190> (дата обращения: 09.03.2025). – Текст: электронный.
- 10 Szeliski R. Computer vision: Algorithms and Applications. University of Washington Seattle, WA, USA. Springer. 2022. 1206 p.

УДК 004.94
621.865.8

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИВОДА ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

Квасков Р. Е., Кокин А. Р., Лебакин И. В., Сандлер И. Л.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: работа посвящена имитационному моделированию системы гидропривода подъемного механизма автомобильного подъемника с использованием специализированного программного обеспечения FluidSIM. Моделирование позволяет детально анализировать динамику гидравлических контуров и прогнозировать их поведение в различных эксплуатационных сценариях, включая экстремальные условия. Внедрение цифровых инструментов для проектирования и настройки гидросистем помогает оптимизировать параметры насосов, клапанов и других компонентов, снижая время настройки и риск утечек, а также увеличивая срок службы оборудования. В статье рассматриваются принципы работы гидравлической схемы, этапы функционирования системы привода, а также представлены графики переходных процессов для анализа работы гидроцилиндров. Имитационная модель может быть полезна для проектировщиков, а также для образовательных целей, позволяя студентам развивать навыки диагностики и настройки гидравлических систем.

Ключевые слова: автомобильный подъемник, гидропривод, гидравлическая система, гидроцилиндр имитационная модель, моделирование, FluidSim – Hydraulics

Имитационное моделирование системы гидропривода подъемного механизма автомобильного подъемника [1, 2] открывает новые возможности для оптимизации эксплуатационных характеристик и повышения надежности оборудования. Использование специализированного программного обеспечения, такого как FluidSIM, позволяет детально анализировать динамику гидравлических контуров, прогнозируя их реакцию на различные сценарии – от плавного подъема грузов в

штатном режиме до работы в условиях экстремальных нагрузок и перепадов давления. Внедрение цифровых инструментов в проектирование и настройку гидросистем демонстрирует значительные преимущества: сокращение времени настройки параметров насосов и клапанов, минимизация риска утечек, а также увеличение срока службы компонентов за счет снижения пиковых нагрузок.

Интеграция автоматизированных алгоритмов управления с имитационными моделями преобразует традиционные гидравлические системы в интеллектуальные комплексы, способные адаптироваться к изменяющимся условиям. Например, моделирование позволяет заранее определить оптимальные параметры расхода жидкости, давления в цилиндрах или скорости подъема платформы, что является важным и актуальным для автомобильных подъемников, где точность позиционирования и стабильность работы напрямую влияют на производительность сервисных операций [3].

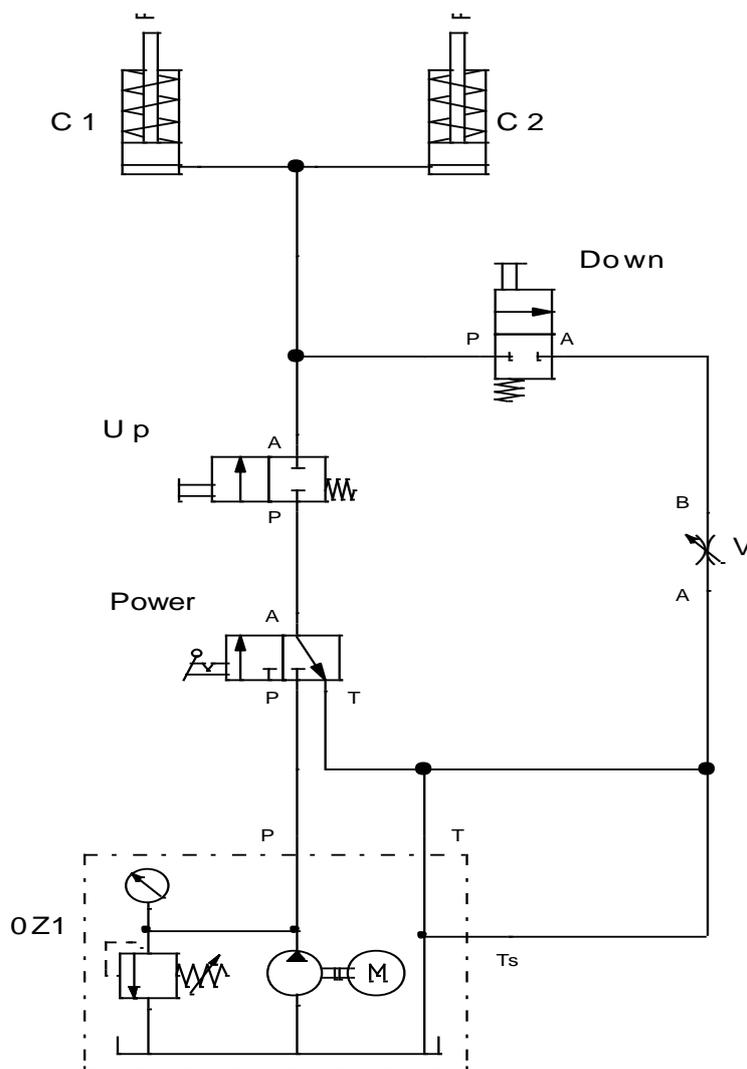


Рисунок 1 – Схема гидравлического подъемника

Имитационная модель гидравлической системы привода подъемного механизма, представленная на рисунке 1, реализована в среде FluidSim – Hydraulics и полностью отражает гидравлическую схему.

Принцип работы гидравлической схемы основан на управлении потоком рабочей жидкости через распределители для перемещения штоков цилиндров. Изначально, система находится в исходном состоянии: насос (0Z1) создает давление, распределители (Power, Up, Down) неактивны, штоки цилиндров (C1, C2) втянуты. Power блокирует подачу давления к Up до активации.

Работа системы привода подъемного механизма делится на следующие этапы:

- Активация Power: нажатие на распределитель Power переводит его в рабочее состояние, разблокировав подачу давления к распределителю Up.
- Выдвижение штоков: при активации распределителя Up жидкость поступает в бесштоковые полости цилиндров, выдвигая штоки до крайнего положения под давлением.
- Втягивание штоков: активация распределителя Down сбрасывает жидкость в бак 0Z1, давление падает, и штоки цилиндров втягиваются в исходное положение.

Распределитель Power (3/2, моностабильный), являясь «Главным распределителем» в исходном состоянии, разрывает цепь подачи давления к остальным элементам системы, что предотвращает случайное движение цилиндров, даже если оператор ненамеренно нажмет на кнопки распределителей Up или Down. После активации распределителя Power он переключается в рабочее состояние и физически фиксируется (за счет механического удержания), что обеспечивает непрерывную подачу давления к распределителям Up и Down, пока система не будет отключена повторным нажатием.

Распределители Up и Down (2/2) являются нормально закрытыми (в исходном состоянии блокируют поток). Они активируются только при удержании кнопки, а после отпускания автоматически возвращаются в нейтральное положение. Это гарантирует, что цилиндры движутся только при прямом участии оператора.

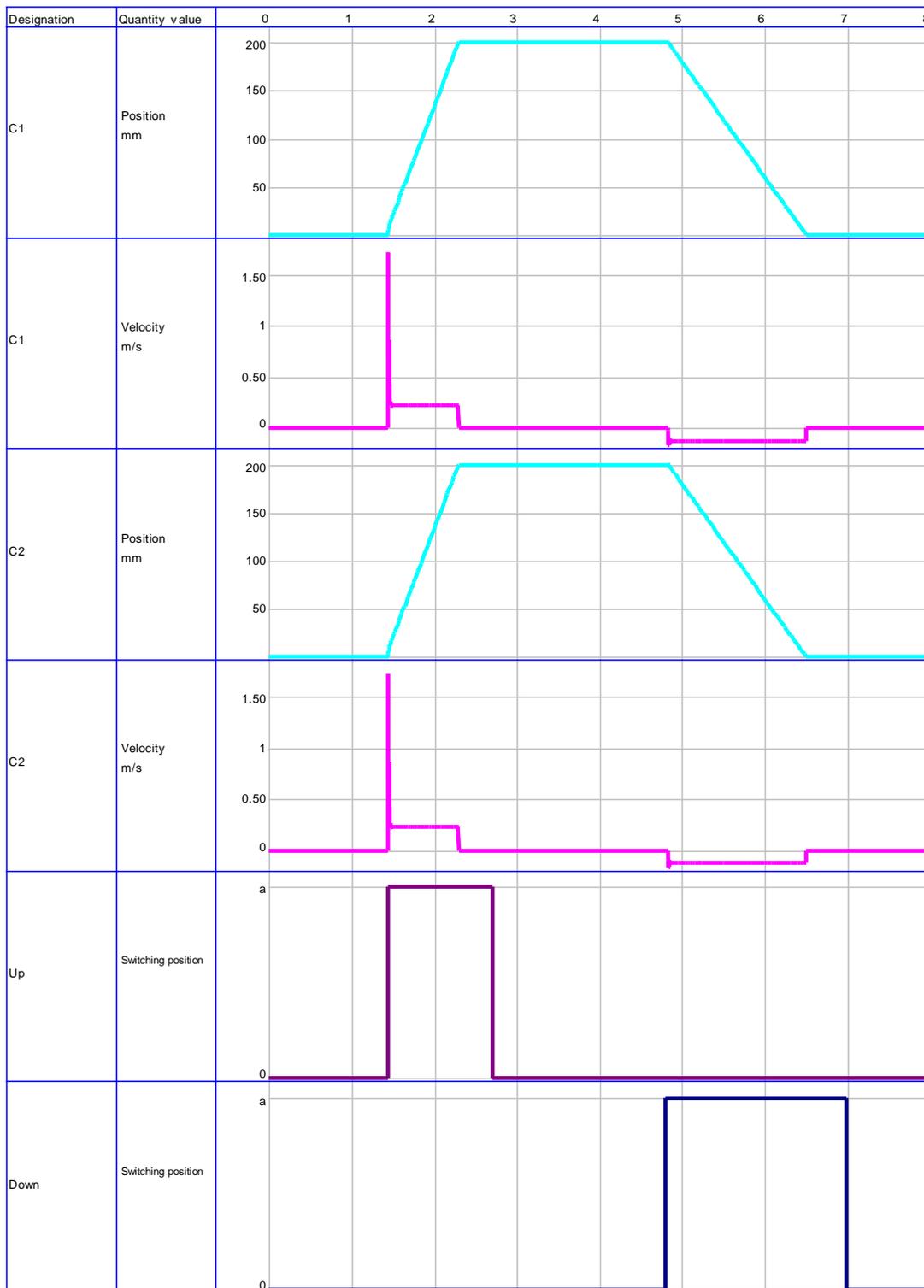


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе гидропривода

Гидравлические цилиндры C1, C2 работают в паре, синхронизируя движение.

В ходе моделирования были получены графики переходных процессов динамики гидроцилиндров системы привода подъемного механизма, изображенные на рисунке 2, на которых можно наблюдать положения гидроцилиндров, скорость выдвигания и втягивания, а также сигналы управляющих воздействий.

Представленная в работе имитационная модель может помочь проектировщикам оптимизировать вновь разрабатываемые гидравлические системы, проводить виртуальные испытания и настраивать управление. Она также может использоваться для обучения студентов: визуализация параметров (давление, положение, скорость и др.) и симуляция сбоев, которые развивают у обучающихся навыки диагностики. Эксперименты с настройками (вязкость жидкости, объем цилиндров, клапаны) позволяют анализировать влияние на производительность системы в целом.

Дальнейшие исследования могут быть по оценке износа компонентов [4], утечек и эффективности насосов в реальном времени [5–7]. Интеграция с PLC улучшит точность позиционирования и динамический отклик системы. Виртуальная отладка управляющих программ, тестирование аварийных сценариев и адаптация логики под конкретные условия повысят эффективность и надежность подъемника при переменных нагрузках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шатов, А. В. Направление совершенствования конструкции автомобильных подъемников / А. В. Шатов, В. П. Терюшков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 19–25 марта 2020 года. Том II. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 57–58. – EDN SYQRPO.
- 2 Сарбаев, В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов / В.И. Сарбаев, С.С. Селиванов, В.Н. Коноплев. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 448 с. EDN: QNQYNR
- 3 Алимйрзаев, М. Г. Повышение показателя производительности станции технического обслуживания за счет модернизации автомобильного подъемника S4D–2 / М. Г. Алимйрзаев, К. Л. Голубь, А. Ф. Апальков // Молодой ученый. – 2017. – № 50(184). – С. 14–17. – EDN ZXOUQB.
- 4 Пугин, К. Г. Повышение надежности гидросистем строительно–дорожных машин / К. Г. Пугин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2020. – № 3. – С. 29–35. – DOI 10.15593/24111678/2020.03.04. – EDN CGLJRP.
- 5 Козлов, Е. В. Оценивание параметров многосвязных линейных динамических систем разного порядка при наличии помех во входных сигналах / Е. В. Козлов // Вестник СамГУПС. – 2024. – № 3(65). – С. 49–56. – EDNSLHIAM.
- 6 Ivanov D. V., Sandler I. L., Burtseva E. A., Vlasova V. N. Identifation of slide valve dynamics with errors in variables // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 12–14 декабря 2018 года. Vol. 560. – Novosibirsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012021. – DOI 10.1088/1757–899X/560/1/012021. – EDN WDRKCG.
- 7 Кацюба О. А., Иванов Д. В., Сандлер И. Л., Маслов Е. С. Идентификация распределенных систем при наличии помех наблюдения в выходном сигнале // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6(66). – С. 103–110. – EDN YTUVKW.

ИЗМЕРЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Федяев П. А., Попова Л. А.

ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», г. Братск

Аннотация: майнинг криптовалюты в жилых квартирах и частных домах стал серьезной проблемой для Иркутской области. Это явление связано с тем, что использование большого количества электроэнергии для добычи цифровых валют может вызвать перегрузку электрической сети, что, в свою очередь, создает риск возникновения пожара. В этой связи в статье предлагается метод теплового неразрушающего контроля, который основывается на регистрации температурных полей объектов. С помощью данного метода были обследованы наружные ограждающие конструкции и токопроводящие поверхности, что дало возможность выявить участки с аномально высокими температурами. В процессе исследования были построены графические зависимости, отображающие изменения температурного поля на различных объектах, которые находились в аналогичных эксплуатационных условиях. Это позволило не только зафиксировать места с повышенной температурой, но и выявить дефекты, возникающие в результате использования оборудования для майнинга.

Ключевые слова: пассивный контроль температуры, температурный напор, температурное поле, избыточная температура, инфракрасное излучение, оптическая физика, неразрушающий контроль, инструментальная диагностика, тепловизор, майнинг, криптовалюта, тарифный статус.

В России существует несколько тарифов на потребление электроэнергии, которые варьируются в зависимости от типа местности и потребителя. Для сельских районов установлен тариф в размере 1,106 рубля за кВт·ч, в то время как для городских территорий этот тариф составляет 1,58 рубля за кВт·ч. Для производственных нужд тариф значительно выше и достигает 4,5 рубля за кВт·ч. В Иркутской области наблюдаются серьезные проблемы, связанные с использованием майнинг-оборудования. Майнеры, которые активно используют электроэнергию для добычи криптовалют, зачастую нарушают установленные тарифные нормы, загружают электрические сети, что приводит к выходу из строя последних.

Задача исследования – обнаружить значительное потребление электроэнергии, не связанное с бытовыми нуждами, на объекте X. Для этого будет проведено тепловизионное обследование с помощью неразрушающего теплового контроля наружных ограждающих конструкций и токопроводящих поверхностей, который даст возможность выявить участки с аномально высокими температурами.

24 ноября 2023 года проводилось тепловизионное обследование здания у юридического лица X в Братском районе. Температура наружного воздуха составляла -30 °С. Скорость ветра в этот день была 1 м/с, а влажность воздуха достигала 60 %. Температурный напор, который представляет собой разницу между температурами внутреннего и наружного воздуха, показал значение более 30 °С. Это позволяет

выявить участки ограждающей конструкции, где температура выше нормы [1]. Избыточная температура (T) определяется как разница между измеренной температурой контролируемого элемента и температурой аналогичных элементов, находящихся в одинаковых условиях, что соответствует нормам испытаний электрооборудования, в том числе в рамках тепловизионного контроля [2].

Погодные условия в период проведения инструментальной диагностики соответствовали требованиям, изложенным в «Методике» проведения тепловизионного обследования ограждающих конструкций зданий и сооружений. Данная методика основана на использовании метода пассивного контроля, который подразумевает оценку излучательной способности самого исследуемого объекта.

Для контактов и болтовых контактных соединений при токах нагрузки (0,6–1,0) Ином пересчет превышения измеренного значения температуры к нормированному осуществляется исходя их соотношения:

$$\frac{\Delta T_{\text{ном}}}{\Delta T_{\text{раб}}} = \left(\frac{I_{\text{ном}}}{I_{\text{раб}}} \right)^2, \quad (1)$$

где $\Delta T_{\text{ном}}$ – превышение температуры при $I_{\text{ном}}$; $\Delta T_{\text{раб}}$ – превышение температуры при $I_{\text{раб}}$.

Для контактов и болтовых контактных соединений при токах нагрузки (0,3–0,6) Ином оценка их состояния проводится по избыточной температуре. В качестве норматива используется значение температуры, пересчитанное на $0,5 I_{\text{ном}}$.

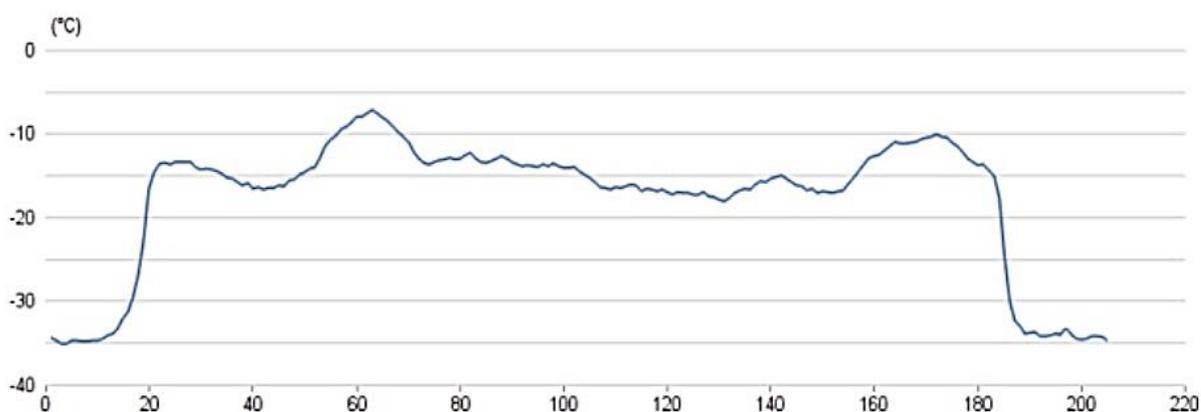
$$\frac{\Delta T_{0,5}}{\Delta T_{\text{раб}}} = \left(\frac{0,5 \cdot I_{\text{ном}}}{I_{\text{раб}}} \right)^2 \quad (2)$$

где $\Delta T_{0,5}$ – избыточная температура при токе нагрузки $0,5 I_{\text{ном}}$.

В ходе обследования внешних ограждающих конструкций здания были обнаружены значительные тепловыделения через внутренние ограждающие конструкции. В частности, это касается центрального коридора, длина которого проходит по центру здания. Температура на его поверхности колеблется от $-10,2$ до $5,4$ °С, а в некоторых местах достигает 6 °С. Анализ данных измерений и распределения температурного поля на поверхности показывает, что значительное количество тепла, выделяющееся от внутренних ограждений, обусловлено их чрезмерным нагревом с внутренней стороны исследуемого здания.



Рисунок 1 – Сопоставленное видимое и инфракрасное изображение ограждающей конструкции



Результаты измерений		Информация об устройстве	
Изображение:Макс. тем	-7,2°C	Модель устройства	HM-TP74-25SVF/W-G40
Изображение:Мин. тем	<-30,0°C	Серийный номер устро	L25939054
L1:Макс. температура	-7,2°C	Снято в	2023-11-24 09:50:56
L1:Мин. температура	<-30,0°C		

Рисунок 2 – Распределение температурного поля по длине ограждающей конструкции и полученные результаты измерений

Этот эффект также фиксируется и на силовой кабельной линии, которая обеспечивает электроэнергией исследуемый объект. В процессе исследования была выделена зона, где наблюдаются максимальные и минимальные температурные показатели. В точке, где температура достигает своего максимума, составляет – 15,1 °С. Это значение указывает на наличие избыточной температуры, которая колеблется в пределах 15 °С. Такие данные свидетельствуют о том, что на силовую кабельную линию действуют повышенные силовые нагрузки, что может быть связано с работой энергопотребляющего оборудования.



Рисунок 3 – Сопоставленное видимое и инфракрасное изображение ограждающей конструкции и результаты измерений температур

В ходе обследования здания с использованием методов неразрушающего теплового контроля было установлено, что температура по его поверхности распределена неравномерно. Анализ термограмм, полученных в процессе тепловизионного контроля, показал, что температурное поле на наружных ограждающих конструкциях отличается от стандартного и имеет неоднородные участки. Особенно заметными являются участки, где внутренние и наружные ограждающие конструкции демонстрируют явные тепловыделения. Кроме того, на некоторых участках токопроводящих поверхностей была выявлена избыточная температура. Это явление свидетельствует о том, что на питающую кабельную линию действуют повышенные силовые нагрузки от работы майнингового оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ Р54852–2021. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций;
- 2 РД 34.45–51.300–97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» 6–е издание, с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.03.2001.
- 3 Федяев П.А., Конева И.Е., Григорьева Т.А. Тепловой вид неразрушающего контроля, как метод выявления нарушителей тарифного статуса//Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки. – Братск: Изд–во БрГУ, 2025. С. 74–78.

УДК 004.94
621.865.8

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПНЕВМОПРИВОДА БУНКЕРНОЙ ЗАДВИЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЗАГРУЗКИ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

Рамазин Н. И., Сандлер И. Л.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается разработка имитационной модели пневмопривода бункерной задвижки, используемой в технологических процессах загрузки сыпучих материалов, таких как уголь, зерно, цемент и другие. Разработанная модель направлена на оптимизацию работы пневмоприводов, улучшение производительности и точности управления процессами подачи материалов. Использование имитационного моделирования в среде FluidSim позволяет проводить виртуальные эксперименты для анализа функционирования пневмоприводов и выявления потенциальных неисправностей, которые могут привести к сбоям в технологическом процессе и аварийным ситуациям. В ходе исследования была смоделирована работа пневматической системы управления бункерной задвижки и получены графики динамики переходных процессов, таких как изменение положения, скорости и ускорения штока пневмоцилиндра.

Ключевые слова: пневмопривод, пневматическая система, бункерная задвижка, бункерная загрузка, сыпучие материалы, имитационная модель, загрузка сыпучих материалов, пневмоцилиндры, FluidSim Pneumatics.

Развитие современных технологий и производство сыпучих материалов, таких как уголь, зерно, цемент и другие, занимает важное место в экономике множества отраслей. Эффективность и безопасность технологических процессов, таких как загрузка и переработка сыпучих материалов, во многом зависят от правильной работы механизмов и оборудования, используемых в этих процессах. Бункерные задвижки, являясь важным элементом в цепочке автоматизации процессов, влияют на точность подачи сыпучих материалов.

Основной задачей данной работы является создание имитационной модели пневмопривода бункерной задвижки, при использовании которой, можно оптимизировать работу пневмоприводов, влияющих на производительность и точность управления загрузкой материалов. Проводя множество виртуальных экспериментов, можно выявить неисправности в работе пневмоприводов, которые могут привести к сбоям в технологическом процессе и аварийным ситуациям.

Одной из программ, используемых для имитации работы пневмоприводов, является программное обеспечение для моделирования пневматических систем FluidSim [1]. FluidSim предоставляет все необходимые инструменты для создания моделей, которые точно отображают физические процессы, происходящие в реальных устройствах, которая позволяет моделировать поведение пневмоприводов бункерных задвижек в различных условиях эксплуатации, проводя виртуальные эксперименты и анализируя результаты.

Имитационная модель пневматической системы управления бункерной задвижкой технологического процесса загрузки сыпучего материала, реализованная в среде FluidSim Pneumatics, представлена на рисунке 1.

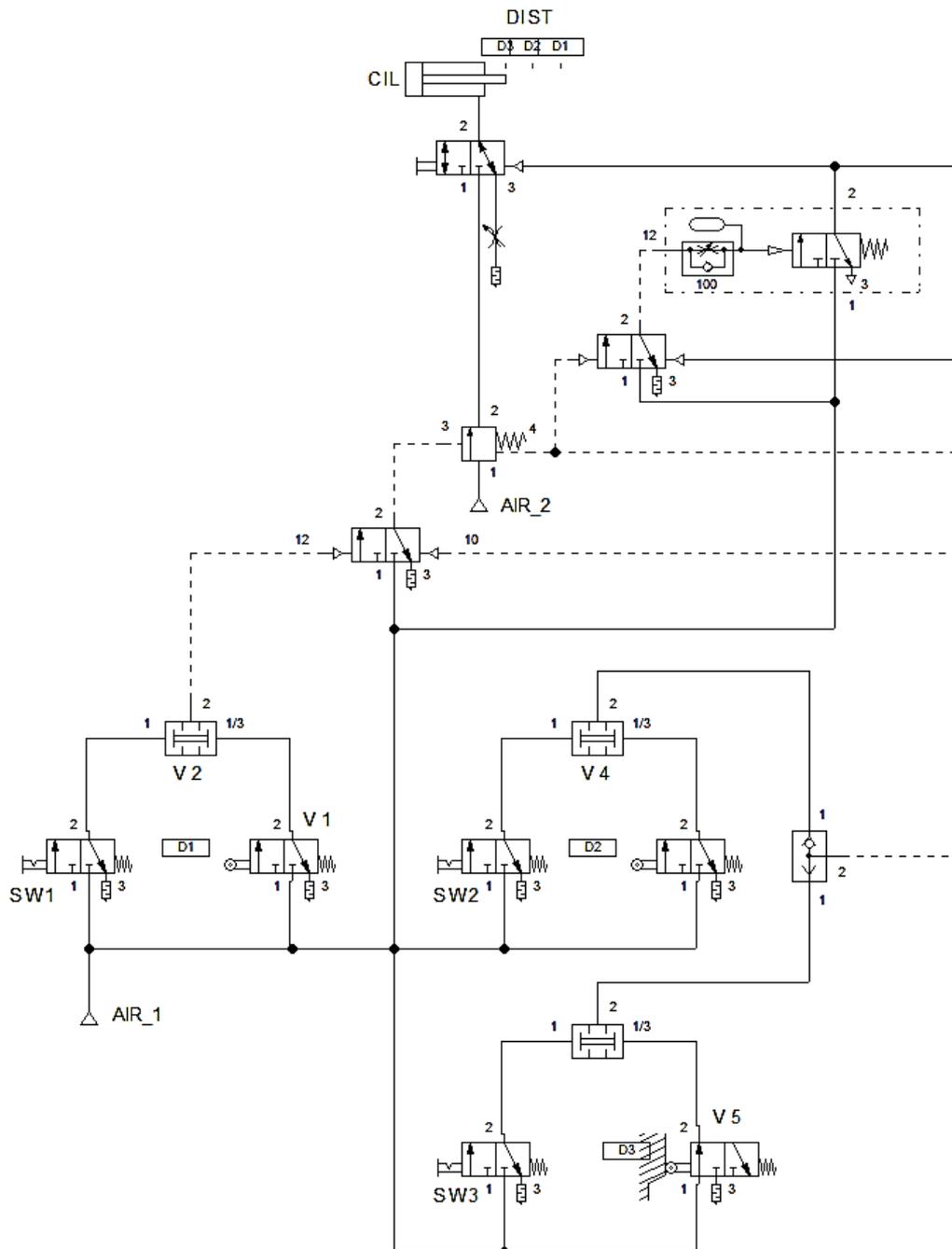


Рисунок 1 – Имитационная модель пневмопривода бункерной задвижки технологического процесса загрузки сыпучего материала

Исполнительным механизмом пневматической системы управления бункерной задвижкой технологического процесса загрузки сыпучего материала является пневматический цилиндр одностороннего действия с возвратной пружиной. Для

запуска системы и выбора положения движения предусмотрены распределители с механическим воздействием SW0, SW1, SW2, SW3.

В ходе моделирования получены графики переходных процессов динамики пневмоцилиндров и элементов пневматической системы управления бункерной задвижки технологического процесса загрузки сыпучего материала, изображенные на рисунке 2, на которых можно наблюдать изменение положения, скорости выдвигания и втягивания, ускорение штоков пневмоцилиндра.

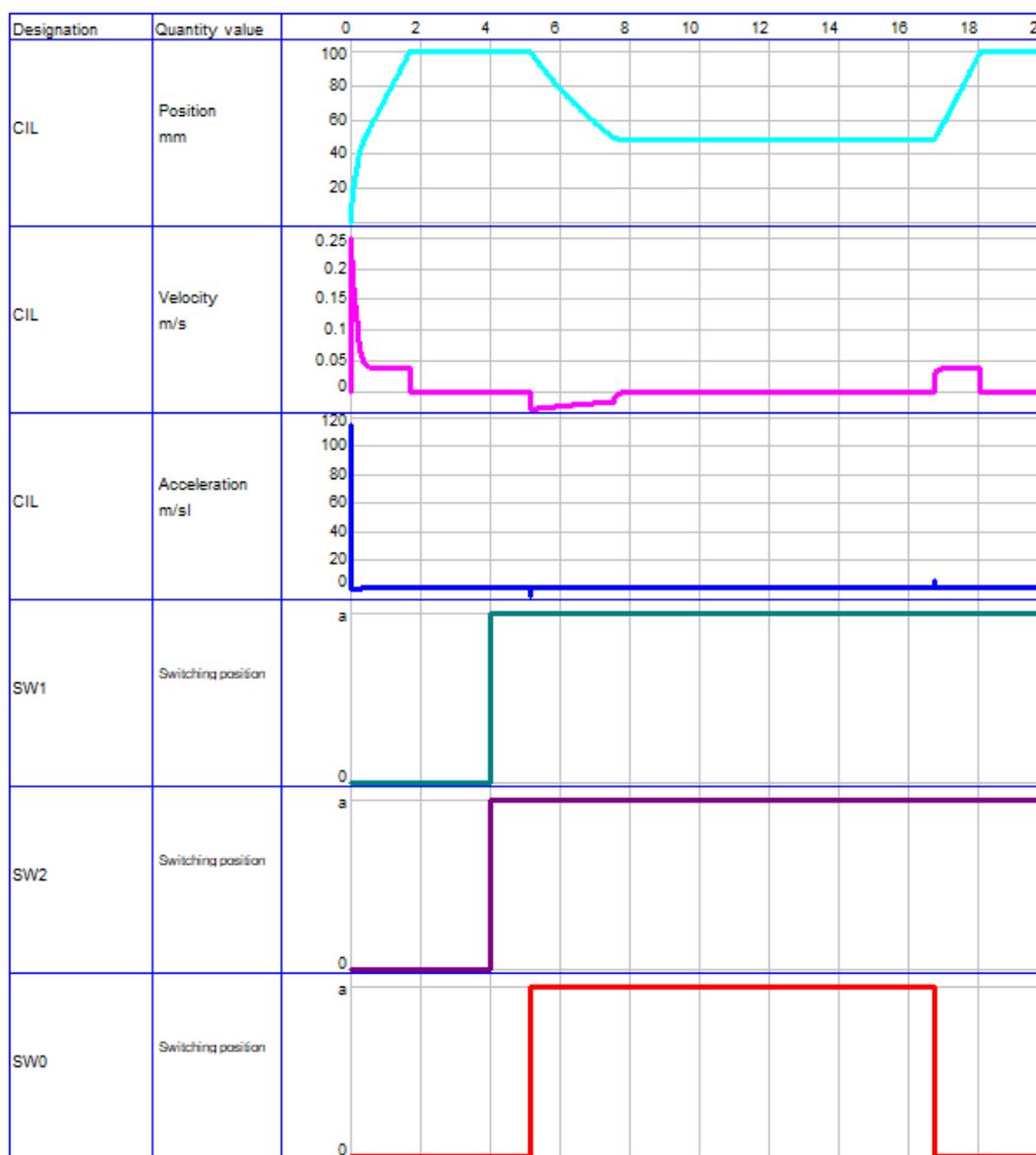


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе пневмопривода

Разработанная имитационная модель может быть полезна проектировщикам, позволяя им оптимизировать конструкцию пневматической системы, а также проводить виртуальные тестирования и настройку системы управления.

Следующим этапом в развитии работы является использование полученных результатов исследований [2–4], направленных на определение параметров пневматической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Алиев, Д. С. Формирование цифровых компетенций студентов политехнического колледжа в учебном процессе на основе электронной автоматизированной проектной среды «Fluidsim» / Д. С. Алиев // Цифровые инструменты в образовании : Сборник статей по материалам Всероссийской научно- практической конференции с международным участием, Сургут, 06–07 апреля 2023 года / Редколлегия: А.В. Иванова [и др.], отв. редактор С.А. Третьяков. – Сургут: Сургутский государственный педагогический университет, 2023. – С. 150–153. – EDN CQCEGL.
- 2 Ivanov D. V., Sandler I. L., Burtseva E. A., Vlasova V. N. Identifation of slide valve dynamics with errors in variables // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 12–14 декабря 2018 года. Vol. 560. – Novosibirsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012021. – DOI 10.1088/1757–899X/560/1/012021. – EDN WDRKCG.
- 3 Кацюба О. А., Иванов Д. В., Сандлер И. Л., Маслов Е. С. Идентификация распределенных систем при наличии помех наблюдения в выходном сигнале // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6(66). – С. 103–110. – EDN YTUVKW.
- 4 Сандлер, И. Л. Маслов Е. С. Параметрическая идентификация дискретных динамических систем с распределенными параметрами при наличии помех наблюдения во входных сигналах // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 6(72). – С. 100–107. – EDN POPEBZ.

УДК 678.02

НАМАТЫВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО УЧЕБНОЙ МИНИАТЮРНОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ЛИНИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ 3D НИТИ

Алексеев К. В., Бухарина В. Д., Соболев Е. Д., Иваев Д. Ш., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается конструкция и принцип действия наматывающего устройства, входящего в состав учебной миниатюрной экструзионной линии по переработке ПВХ и изготовлению 3D–нитей для FDM–печати. Актуальность разработки обусловлена необходимостью снижения отходов при производстве и переработке пластиковых материалов, а также автоматизацией подготовки вторичного сырья к использованию в аддитивных технологиях. Представленное устройство обеспечивает равномерную намотку экструдированной нити на катушку и включает в себя механические, направляющие и управляющие компоненты. В отличие от традиционных решений, использующих реверсивный винт, предложена более надёжная конструкция на базе эксцентрикового механизма, лишённая проблем биений и заклинивания. Применение отечественных комплектующих снижает себестоимость и поддерживает политику импортозамещения. Разработка ориентирована на повышение эффективности переработки ПВХ и автоматизацию подготовки филамента для 3D–печати.

Ключевые слова: 3D–печать, FDM–технология, переработка ПВХ, наматывающее устройство, автоматизация производства, экструзия полимеров, импортозамещение, 3D–нить, укладка нити, экструзионная линия.

3D–печать является одной из наиболее перспективных технологий в современном производстве [1], позволяющей создавать прототипы, функциональные изделия и сложные конструктивные элементы. Среди различных методов 3D–печати технология

FDM (Fused Deposition Modeling) занимает высокую позицию в производстве благодаря своей доступности, простоте эксплуатации и широкому спектру применяемых материалов [2]. Однако, большое количество не использованного сырья, например, ПВХ полимеры и др., применяемого для FDM-печати, остается одной из важных проблем, ограничивающих массовое внедрение данной технологии в производство.

Одним из способов снижения количества не используемого материала является вторичная переработка, а в частности, материалов, таких как ПВХ. Переработка пластиковых отходов не только уменьшает себестоимость производства, но и способствует решению экологических проблем [3].

В данной работе предложена конструкция наматывающего устройства, входящего в состав учебной миниатюрной экструзионной линии изготовления 3D нити для FDM печати, которая позволит решить проблему по автоматизации производства переработки ПВХ материалов.

Описание конструкции и принципа работы предлагаемого решения.

Наматывающее устройство предназначено для сбора экструдированной нити из переработанного ПВХ-гранулята (или дробленного материала) и ее равномерного наматывания на катушку. В классическом виде, любая экструзионная линия включает в себя следующие основные компоненты: экструзионный механизм, который обеспечивает плавление ПВХ-гранул и формирование нити на выходе фильеры; охлаждающий модуль, который снижает температуру экструдированного материала до значений, при которых возможна его дальнейшая обработка (для разного вида пластика, разная температура плавления, например, для PLA-пластика диапазон плавления составляет от 180 до 210 градусов Цельсия.); тянущее устройство, которое осуществляет протягивание пластика от охлаждающего устройства к наматывающему; наматывающее устройство, которое обеспечивает равномерное наматывание нити на катушку.

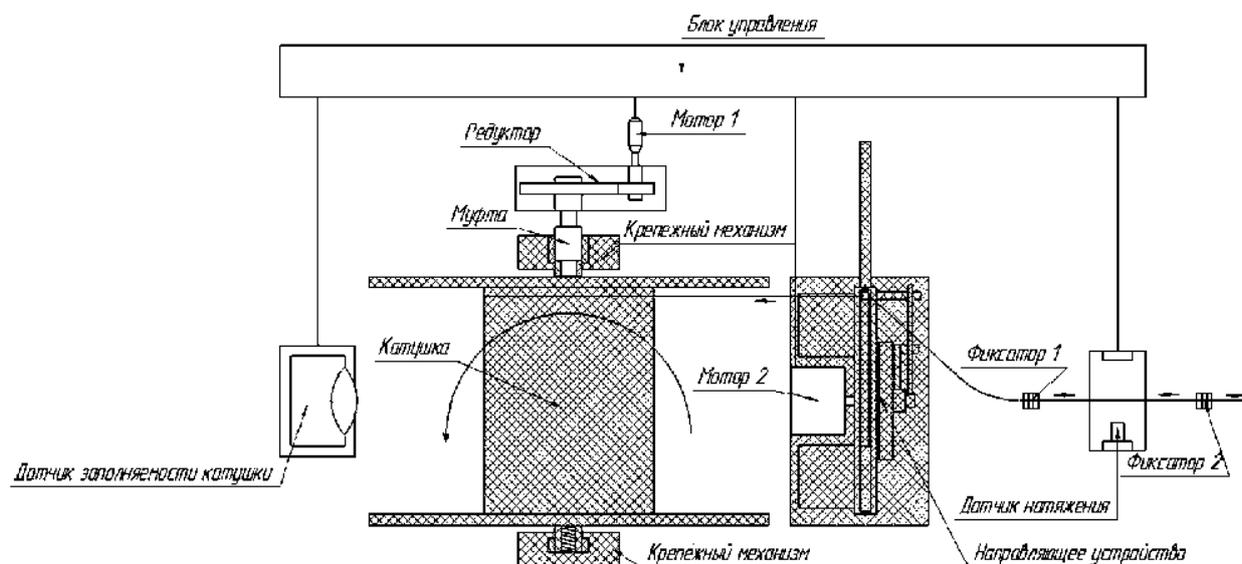


Рисунок 1 – Технологическая схема наматывающего устройства

Наматывающее устройство может включать в себя различное количество конструктивных компонентов, которые обеспечивают готовые изделия в виде катушки с намотанным пластиком. В данной работе, для учебной миниатюрной экструзионной линии, предлагается использование следующих компонентов: механическая часть, включающая в себя: крепёжный механизм фиксации катушки; редукторное устройство; мотор; устройство распределения нити в катушке, включающее в себя: направляющую нить; распределительный эксцентричный механизм; мотор; блок управления, включающий в себя: датчик натяжения, датчик заполняемости катушки, соответствующие кнопки “Старт/Стоп”; плата управления с расширением для шаговых двигателей, соответствующие сигнализации работы, ошибки системы, контроль заполняемости катушки.

Принцип работы наматывающего устройства заключается в следующем: нить, выходя из тянущего устройства, поступает на направляющий вал, предварительно проходя через датчик определяющий натяжение нити, где приводится в движение распределительное устройство, с помощью которого направляющая совершает возвратно-поступательные движения. После направляющего устройства нить поступает на катушку, где равномерно укладывается. Контроль скорости наматывания и перемещения направляющей регулируется с помощью управляющей платы, скорость наматывания непосредственно зависит от скорости экструзии.

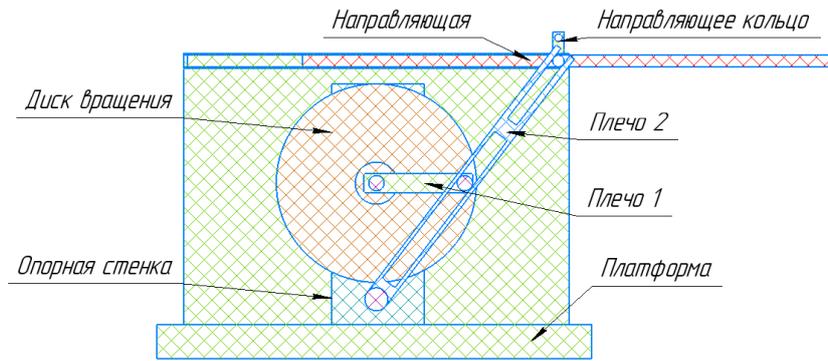


Рисунок 2 – Технологическая схема направляющего устройства

Предлагаемое наматывающее устройство обладает рядом преимуществ, включая использование отечественных компонентов для снижения стоимости, автоматизацию процесса намотки для повышения эффективности подготовки материала к 3D-печати, возможность адаптации под различные типы материалов, а также регулировка под различные диаметры катушек. В отличие от решения с использованием реверсивного винта в качестве направляющего устройства [4], который изготовлен из ПВХ, а не из металла, предлагаемая конструкция лишена его основных недостатков. В частности, реверсивный винт при длительной работе демонстрирует неравномерное перемещение (биение), а при смене направления движения (прямого на реверс) происходит заклинивание шарика в пазах винта, связано это с тем, что при печати сложной винтовой структуры неизбежно возникают микронеровности и отклонения от заданной геометрии. Предлагаемое наматывающее устройство лишено этого недостатка благодаря принципиально иной конструкции. Вместо сложной винтовой передачи используется комбинация эксцентрикового механизма и системы направляющих.

Использование отечественных компонентов делает устройство экономически выгодным и соответствующим стратегии импортозамещения. В перспективе планируется создать АСУТП, где будет реализована система управления наматывающего устройства в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зуева, К. А. 3D–печать: революция в производстве и дизайне / К. А. Зуева // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 129–132. – EDN KXSFXV.
- 2 Акопян, Ю. К. Материалы 3D–печати / Ю. К. Акопян // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации (шифр –МКАА) : Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, Москва, 27 марта 2024 года. – Москва, 2024. – С. 341–344. – EDN STUVYZ.

- 3 Пикалов, С. С. Экология и проблема переработки промышленных отходов / С. С. Пикалов // Актуальные вопросы перспективных научных исследований : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Смоленск, 31 мая 2016 года. Том Часть 2. – Смоленск: Общество с ограниченной ответственностью «НОВАЛЕНКО», 2016. – С. 156–158. – EDN WFXRTD.
- 4 Лебакин, И. В. разработка конструкции наматывающего устройства лабораторной экструзионной линии / И. В. Лебакин, А. В. Воссин, Е. В. Козлов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 181–186. – EDN DBFJHR.

УДК 004.94

621.865.8

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОПРИВОДА ПОДЪЕМНИКА

Абдулганиева А. М.¹, Сандлер И. Л.², Колпашиков С. А.¹

¹Самарский государственный технический университет, г. Самара

²Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается разработка и применение имитационной модели системы управления гидропривода подъемника ножничного типа. Модель реализована в среде FluidSim Hydraulics и предназначена для проведения численных экспериментов, направленных на оптимизацию конструкции подъемника и анализ динамических характеристик гидравлической системы. В ходе работы представлены компоненты имитационной модели.

Получены переходные процессы изменения положения гидроцилиндров, скорости и ускорения штоков, а также управляющие воздействия, которые позволяют оценить динамику работы гидравлической системы подъемника.

Работа продемонстрировала то, что использование имитационных моделей является эффективным инструментом для проектирования, модернизации и обучения. Модель может быть использована как в профессиональной деятельности инженеров и проектировщиков, так и в образовательных целях для подготовки специалистов в области механики, автоматизации и гидравлики.

Ключевые слова: гидропривод, гидравлическая система, подъемный механизм, подъемник ножничного типа, имитационная модель, гидроцилиндры одностороннего действия, FluidSim, Hydraulics.

Подъемные механизмы ножничного типа представляют собой категорию оборудования, используемого для вертикального подъема и перемещения грузов, а также для обеспечения доступа к труднодоступным участкам [1, 2]. Механизмы ножничного типа нашли широкое применение в различных отраслях, таких как строительство, складская логистика, производство и обслуживание автомобилей, а также в сфере обслуживания и ремонта оборудования [3, 4].

Основным преимуществом подъемника ножничного типа является способность работать на ограниченных пространствах. Подъемник может быть использован как для подъема людей (в частности, в составе подъемников для работы на высоте), так и для транспортировки и установки тяжелых грузов. Разнообразие моделей и конструктивных решений позволяет адаптировать подъемники ножничного типа под конкретные задачи.

При проектировании и модернизации подъемников, особенно для механизмов ножничного типа, использование имитационных моделей становится важной составляющей процесса. Имитационные модели позволяют провести численные эксперименты, которые помогают не только оптимизировать конструкцию устройства, но и минимизировать риски, связанные с его эксплуатацией. Такие модели создаются с помощью современных методов математического моделирования и численных расчетов, тем самым более точно прогнозировать поведение подъемника в различных условиях. Имитационная модель управления гидропривода подъемника ножничного типа, представленная на рисунке 1, реализована в среде FluidSim Hydraulics [5–8] и полностью отражает гидравлическую схему управления.

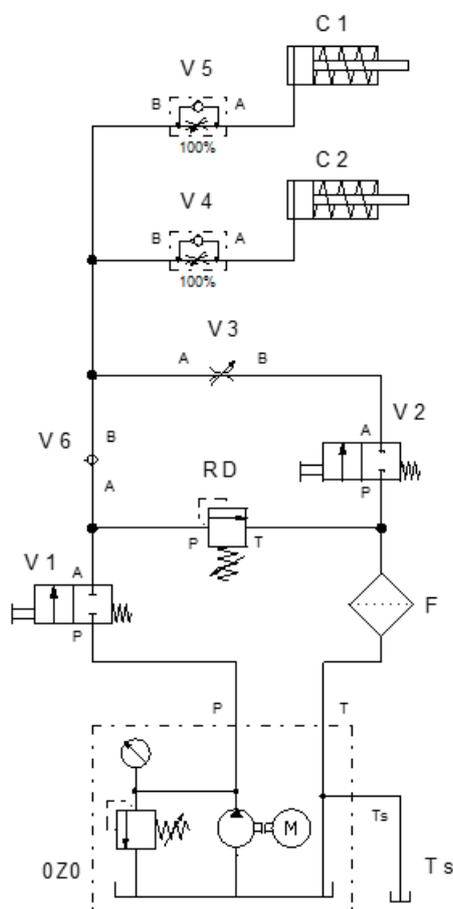


Рисунок 1 – Имитационная модель системы управления гидропривода подъемника

Исполнительными механизмами гидравлической системы управления подъемным механизмом являются гидравлические цилиндры C1 и C2 одностороннего действия с возвратной пружиной, также в системе предусмотрены кнопки «Подъем» V1 и «Опускание» V2 и регуляторы (дроссельного типа) V4, V5 для осуществления изменения скорости выдвигания/втягивания и калибровки.

В ходе моделирования получены графики переходных процессов динамики гидроцилиндров гидравлической системы управления подъемным механизмом, изображенные на рисунке 2, на которых можно наблюдать положения гидроцилиндров, скорость выдвижения и втягивания, ускорение штоков гидроцилиндров, а также управляющие воздействия от кнопок «Подъем» и «Опускание».

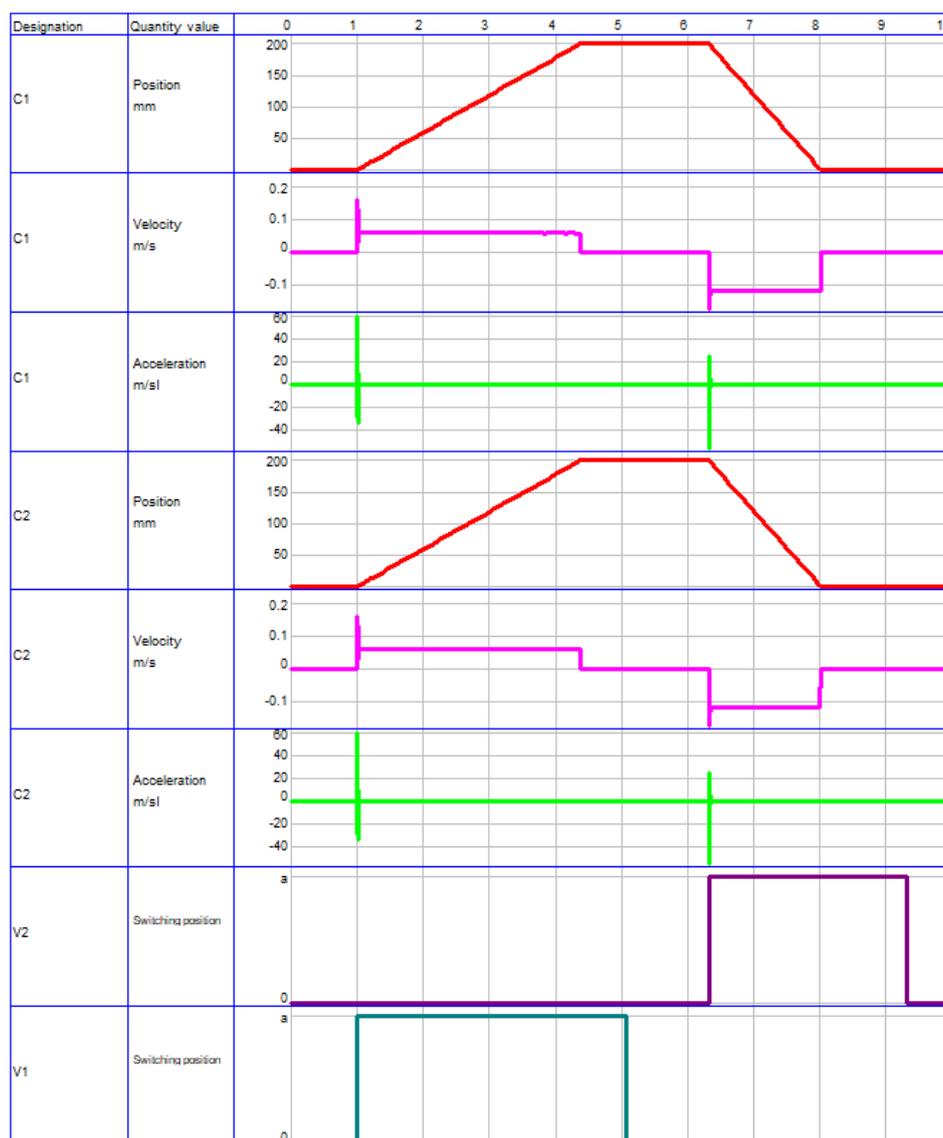


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе гидропривода

Данная имитационная модель управления гидропривода подъемника ножничного типа может быть интересна нескольким категориям специалистов и организаций, а также может найти применение в учебном процессе [9, 10]. В первую очередь, она будет полезна инженерам и проектировщикам подъемных механизмов, так как

позволяет моделировать различные рабочие режимы системы, анализировать динамические характеристики, выявлять возможные проблемы и оптимизировать конструкцию и работу гидравлической системы. Также модель может быть интересна специалистам в области автоматизации и управления, поскольку она демонстрирует влияние управления гидравлической системой на работу подъемника, что дает возможность оптимизировать алгоритмы управления и тестировать различные режимы работы в виртуальной среде.

Важным направлением применения разработанной модели является использование в учебном процессе. В технических вузах и колледжах, готовящих специалистов в области мехатроники, робототехники, автоматизации и машиностроения, имитационная модель поможет студентам понять изученные теоретические материалы, а также научиться работать с техническими процессами на виртуальных моделях, тем самым изучать влияние различных параметров на работу подъемников и развивать навыки моделирования, и анализа сложных технических систем. Модель также может быть использована для выполнения лабораторных работ, дипломных проектов и исследовательских заданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бабоченко, Н. В. Обоснование применения подъемного оборудования для перемещения грузов / Н. В. Бабоченко // Парадигма аграрного образования в условиях цифровой экономики : материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 21–23 ноября 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 275–279. – EDN GTSDLD.
- 2 Антипанов, М. О. Модернизация стопорного механизма на подъемнике ножничного типа / М. О. Антипанов // Наземные транспортно–технологические комплексы и средства : Материалы Международной научно-технической конференции, Тюмень, 01 февраля 2018 года / Ответственный редактор Ш.М. Мерданов. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 33–35. – EDN YMLVZJ.
- 3 Абдрахманов, А. К. Усовершенствованная конструкция автомобильного подъемника ножничного типа / А. К. Абдрахманов // Студент года 2022 : Сборник статей XXIII Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 05 ноября 2022 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 23–26. – EDN GTTHMG.
- 4 Бабоченко, Н. В. К вопросу использования конструкторской разработки подъемника ножничного типа для перемещения грузов сельскохозяйственного назначения / Н. В. Бабоченко, Э. А. Осипов // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК, Екатеринбург, 24–25 марта 2022 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 12–15. – EDN ZLSMKQ.
- 5 Егоров, А. В. Моделирование пневматических и гидравлических систем в FluidSIM. – СПб.: Питер, 2021.
- 6 Воробьев, П. Н., & Козлов, А. И. Имитационное моделирование технологических процессов в машиностроении. – Казань: КГТУ, 2019.

- 7 Software Modeling of Hydraulic Drive Guillotine Flying Scissors / E. A. Polteva, D. I. Mitroshin, A. A. Kormakov, I. L. Sandler // AIP conference proceedings : International Scientific Conference “International Transport Scientific Innovation” ITSI–2021, Москва, 29 июня 2021 года. Vol. 2476. – Москва: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 030038. – DOI 10.1063/5.0104697. – EDN JDJSCH.
- 8 Кормаков, А. А. Имитационная модель контура Х–образной конфигурации гидравлической системы ABS / А. А. Кормаков, Е. А. Бурцева, И. Л. Сандлер // Транспортная наука и инновации : Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 270–272. – EDN PQYEZL.
- 9 Корнев, Г. Н. Динамическая имитационная модель: применение в управлении сельскохозяйственным производством / Г. Н. Корнев, Т. А. Стоянова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2017. – № 3(51). – С. 103–108. – EDN ZRXOTB.
- 10 Ершова, И. В. Применение цифровых имитационных моделей для организации машиностроительного производства / И. В. Ершова, А. В. Ключев, А. А. Тотмянин // Умные технологии в современном мире : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Южно–Уральский государственный университет, Высшая школа экономики и управления, 22–23 ноября 2023 года. – Челябинск: Южно–Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2024. – С. 46–51. – EDN XPSEKD.

УДК 678.02

КОНСТРУКЦИЯ ТЯНУЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЧЕБНОЙ МИНИАТЮРНОЙ ЭКСТРУЗИОННОЙ ЛИНИИ

Бухарина В. Д., Алексеев К. В., Иваев Д. Ш., Соболев Е. Д., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной работе рассмотрена разработка тянущего устройства для учебной миниатюрной экструзионной линии, предназначенного для использования в учебном процессе по подготовке специалистов в области информационных систем и автоматизации. Проанализирована существующая конструкция с пружинным механизмом прижимных роликов, выявлены её основные недостатки: низкая надежность, неравномерное давление на нить и деформация филамента, что снижает качество продукции. Предложена альтернативная конструкция с двумя валиками, покрытыми резиновым полимером, исключающая радиальное давление и обеспечивающая стабильное трение без деформации нити. Представлена схема устройства, описаны размеры и компоненты. В дальнейшем планируется внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом для мониторинга и оптимизации работы устройства в реальном времени.

Ключевые слова: 3D–печать, переработка ПВХ, тянущее устройство, автоматизация, экструзия, полимерные материалы, учебное оборудование, импортозамещение, экструзионная линия, FDM–технологии.

Для улучшенного освоения теоретического материала, изучения дисциплин и при подготовке специалистов информационных систем, необходимо расширять материально-техническую оснащённость кафедр технических ВУЗов [1]. В условиях динамичного развития технологического прогресса сфера образования претерпевает значительные трансформации. Новые технологии, инновационное оборудование и

цифровые инструменты становятся неотъемлемой частью учебного процесса, тем самым объясняется актуальность данной работы.

При переработке ПВХ материалов важно учитывать не только степень обработки самого материала, но и физические характеристики, такие как длина, диаметр и плотность, которые напрямую зависят от согласованной работы всех компонентов экструзионной линии, включая бункерную загрузку, систему охлаждения, тянущее и наматывающее устройства [2].

В данной работе предложена конструкция тянущего устройства для учебной (лабораторной) миниатюрной экструзионной линии, применяемого для учебного процесса [3].

Тянущее устройство, расположенное после охлаждающего блока, выполняет две основные функции: Во-первых, обеспечивает непрерывную подачу нити к наматывающему устройству; Во-вторых, регулирует её вытягивание, придавая материалу заданный диаметр. Контроль диаметра осуществляется с помощью встроенного толщиномера.

В работе [3] авторами предложен макет тянущего устройства, включающий роликовую прижимную систему с пружинным механизмом, шаговый двигатель для регулировки скорости протяжки и цифровой толщиномер для контроля диаметра нити. Несмотря на функциональность данной конструкции, в ходе анализа выявлен ряд существенных недостатков, ограничивающих её эффективность.

Первостепенной проблемой является низкая надежность пружинного механизма. Использование пружин для создания давления между роликами приводит к неравномерному усилию на нить, особенно при изменении скорости протяжки. Вследствие чего, вызывает колебания толщины филамента и снижает стабильность всего процесса. Кроме того, давление роликов вызывает деформацию нити – сплющивание, что приводит к отклонению от требуемого диаметра ($1,75 \pm 0,01$ мм) и ухудшению качества продукции на выходе.

Другим существенным ограничением является слабая адаптация конструкции к различным материалам. Существующая система не учитывает различия в свойствах полимеров, таких как вязкость и термочувствительность, что может вызывать проблемы с натяжением и однородностью нити [4].

Для устранения выявленных недостатков предлагается другая, альтернативная конструкция, исключая вышеприведённые недостатки. Вместо прижимных роликов на пружине будут установлены два вала с регулируемым зазором и нанесённым резиновым полимером, которые, в отличие от уже существующего прототипа, исключают радиальное давление на нить, и создаст необходимое трение протягивания. Предлагаемое решение исключает главную проблему предыдущей версии – сплющивание и деформация филамента.

Конструкция предлагаемого тянущего устройства представлена на рисунке.

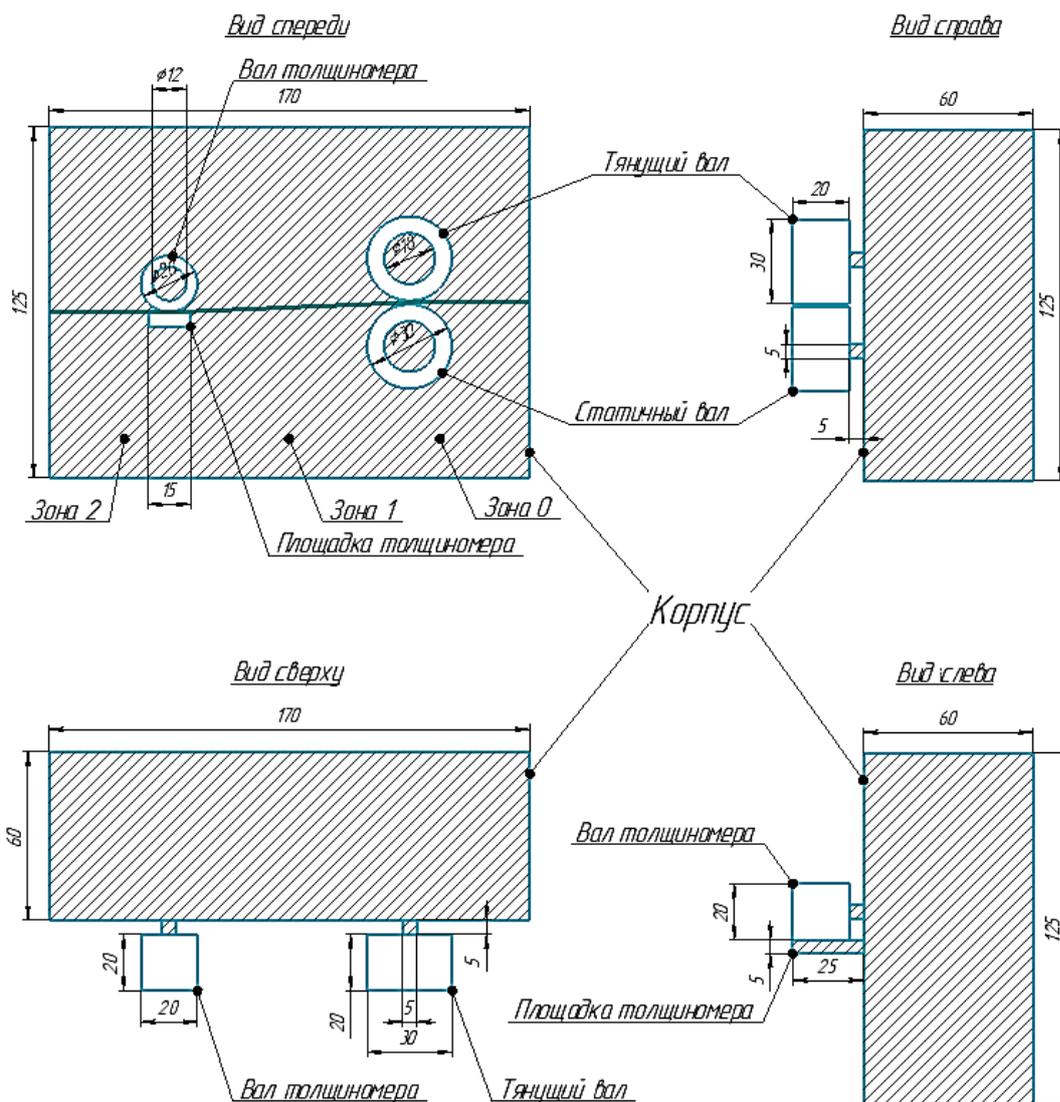


Рисунок – Схема конструкции тянущего устройства (в плоскостях)

На первом этапе нить проходит через два вала с износостойким каучуковым покрытием, создающим необходимое трение для надежного прижатия. Один из валов приводной, позволяет регулировать скорость в зависимости от диаметра нити.

На втором этапе нить проходит под валом толщиномера с каучуковым покрытием, установленным на пружине и удерживаемым специальным механизмом (датчиком) для измерения диаметра нити.

Размеры металлического корпуса составляют 170 мм в длину, 125 мм в высоту и 60 мм в ширину. Предлагаемые параметры внешней конструкции устройства основаны на том, что внутри неё будут располагаться компоненты управления, двигатель, датчик измерения толщины нити, а также механизм подвижности валов и плата управления.

Данное устройство обладает рядом преимуществ, таких как компактность закрытой конструкции, предотвращающей загрязнение внутренних компонентов; наличие встроенного толщиномера, который позволяет определять диаметр нити; возможность регулирования скорости протягивания нити и её вытягивания для изменения её диаметра; использование отечественных компонентов.

В дальнейшем планируется разработка автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУТП). Система будет включать в себя экранную форму диспетчеризации и управления, которая позволит отслеживать параметры работы тянущего устройства в реальном режиме времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Андреев, В. И. Материально–техническое и ресурсное обеспечение университета в рамках реализации инновационной образовательной программы / В. И. Андреев, А. В. Флегонтов // Вестник Герценовского университета. – 2008. – № 5(55). – С. 35–40. – EDN NSZFCL..
- 2 Проектирование производств по переработке пластмасс методом экструзии: Учеб. пособие к выполнению курсового и дипломного проектов / Владим. гос. ун–т. Владимир, 2003 96 с.
- 3 Терехин, М. А. разработка действующего макета тянущего устройства лабораторной экструзионной линии / М. А. Терехин, Д. В. Иванов // Дни студенческой науки : Сборник материалов 50–й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50–летию СамГУПС, Самара, 04–28 апреля 2023 года. Том 1. Выпуск 24. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 216–217. – EDN QTZLCR.
- 4 Симогостицкий, А. А. Основные виды термопластичных полимеров. Влияние их свойств и характеристик на процесс вакуумного формования / А. А. Симогостицкий. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 48 (182). – С. 48–51. – URL: <https://moluch.ru/archive/182/46926/> (дата обращения: 03.05.2025).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОЛКАТЕЛЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ С ЗАДЕРЖКОЙ ПО ВРЕМЕНИ

Сандлер И. Л., Лебакин И. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается моделирование пневматической системы управления толкателем робототехнической линии по производству резинового покрытия с временной задержкой. Акцент сделан на автоматизацию этапа термопрессования с использованием пневматических распределителей, дросселей и резервуара давления для обеспечения плавного и точного перемещения готовых форм. Имитационная модель, реализованная в среде FluidSIM Pneumatics, позволяет визуализировать рабочие циклы, оценить динамику перемещений и эффективность управления, что способствует снижению зависимости от ручного труда и повышению надёжности технологического процесса в целом. Перспективным направлением дальнейших исследований является параметрическая идентификация системы на основе современных алгоритмов.

Ключевые слова: пневмопривод, пневматическая система, резиновое покрытие, резиновая плитка, имитационная модель, подача форм, магазин с формами, пневмоцилиндры, пневмоцилиндр, FluidSim – Pneumatics.

Современные тенденции в производстве резиновой плитки напрямую связаны с запросами рынка на экологичные и функциональные покрытия. Детские площадки, спортивные комплексы, зоны общественного отдыха и промышленные территории активно внедряют материалы, которые гарантируют ударопоглощение, предотвращают скольжение и сохраняют эксплуатационные свойства при любых погодных условиях [1–3]. Экологичность производства усиливается за счет использования переработанной резины, преимущественно из старых автомобильных шин, что снижает нагрузку на окружающую среду и уменьшает себестоимость продукции.

Хотя автоматизация линий позволила масштабировать выпуск плитки и стандартизировать качество, многие этапы производства остаются зависимыми от человеческого фактора. В работах [4–7] представлена робототехническая система изготовления резинового покрытия, где на стадии термопрессования используется пневматический толкатель для точного перемещения готовых форм с прессы на выходной конвейер.

В данной работе представлено моделирование пневматической системы управления толкателем робототехнической системы изготовления резинового покрытия с задержкой по времени, интегрируемого в производственную линию, представленную в работе [4]. Моделирование пневматической схемы выполнено в программе FluidSIM Pneumatics [6], что позволило визуализировать рабочие циклы,

проверить корректность перемещений штока и оценить эффективность предложенной системы управления для минимизации ручного труда.

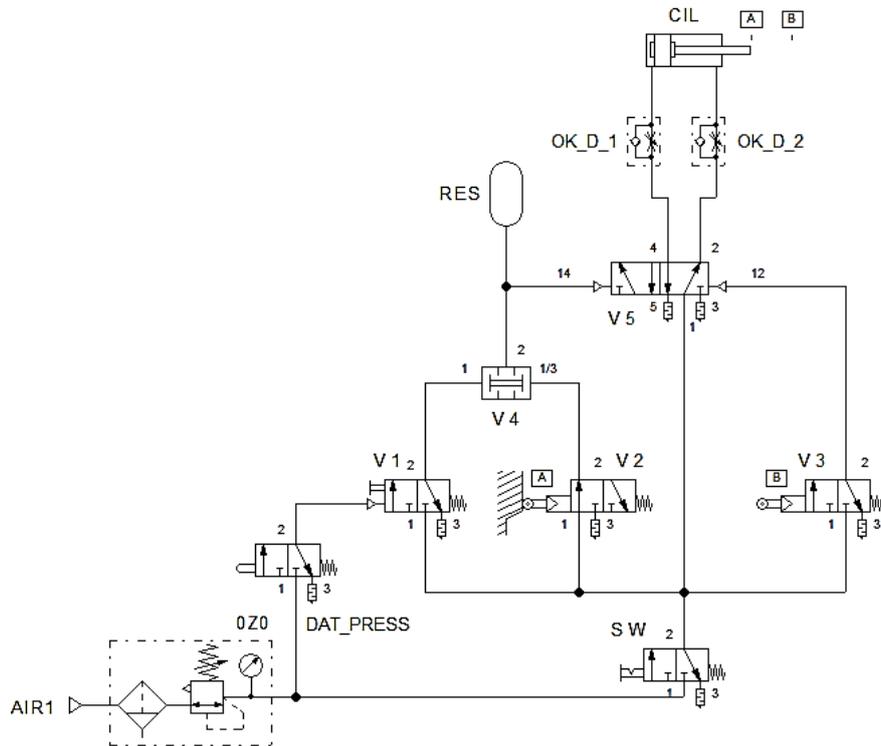


Рисунок 1– Имитационная модель системы управления пневмоприводом толкателя с задержкой по времени

Разработанная пневматическая схема управления толкателем робототехнической системы изготовления резинового покрытия с задержкой по времени, представлена на рисунке 1.

Имитационная модель системы управления пневмоприводом толкателя с задержкой по времени включает пневмораспределители SW, DAT_PRESS, V1, V2, V3, активируемые сигналами от датчиков и исполнительных устройств. Распределительные клапаны регулируют направление воздушных потоков, а дроссельные элементы OK_D_1, OK_D_2 – скорость движения толкателя через изменение сечения канала. Для создания временной задержки в контур интегрирован резервуар давления воздуха RES, который накапливает сжатый воздух и обеспечивает его дозированную подачу, тем самым замедляя реакцию системы на управляющие воздействия, например, при запуске операций или изменении режимов работы.

Распределители V2 и V3 синхронизированы с датчиками положения А и В на пневмоцилиндре CIL. Клапан DAT_PRESS управляется датчиком положения пресса (не показан на схеме), а клапан V1 совместно с резервуаром давления обеспечивает

подачу воздуха в управляющий контур. Резервуар смягчает перепады давления, предотвращая резкие срабатывания клапанов.

Дроссельные клапаны ОК_D_1, ОК_D_2 регулируют плавность хода толкателя. Их калибровка позволяет точно задавать скорость и динамику движения для минимизации вибраций.

В ходе моделирования получены графики переходных процессов перемещений пневмоцилиндра и перемещений пневматических распределителей пневматической системы управления толкателем робототехнической системы изготовления резинового покрытия с задержкой по времени. На рисунке 2 представлены графики переходных процессов, отображающие такие параметры, как положение пневмоцилиндра, скорость его выдвижения и втягивания, ускорение, а также моменты переключения распределителей. Данные визуализируют динамику работы системы в ходе эксперимента.

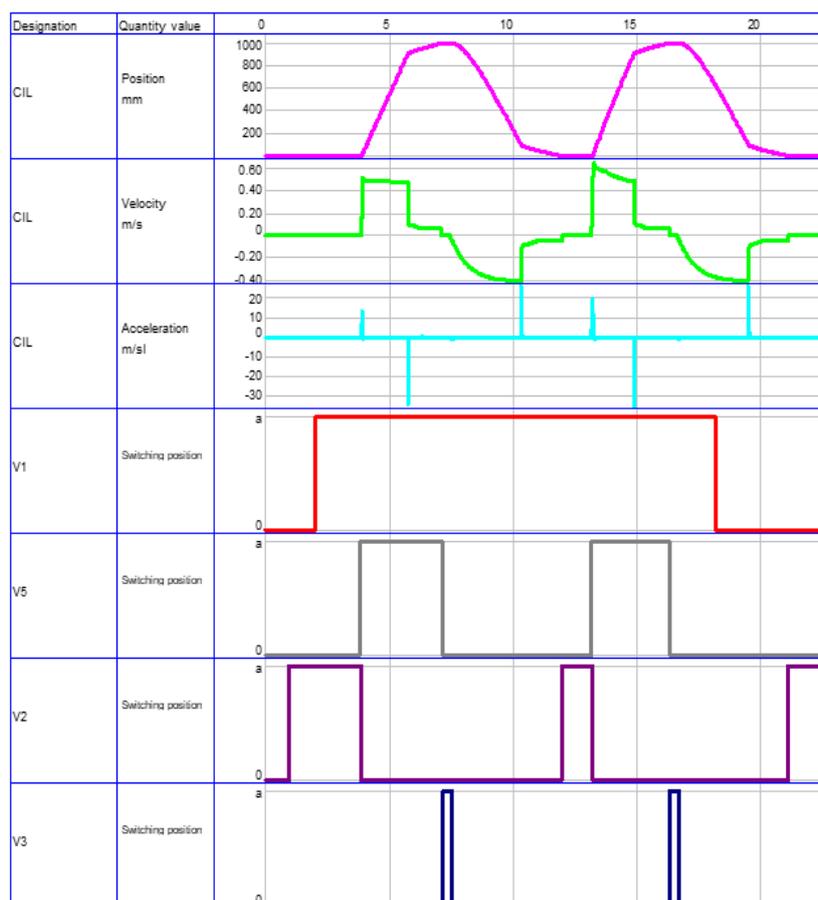


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе пневмопривода

Созданная имитационная модель способна служить эффективным инструментом для проектировщиков и инженеров, позволяя оптимизировать конструкцию и

параметры пневматической системы, выполнять виртуальное тестирование её работы, а также корректировать настройки системы управления.

Перспективным направлением дальнейших исследований выступает определение параметров пневматической системы на основе алгоритмов работ [8–12], посвященных параметрической идентификации систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА (ТТК) // ELITPLIT | Резиновая плитка и бордюры для детских и спортивных площадок. URL: <https://www.elitplit.ru/tipovaya-technologicheskaya-karta-ttk/> (дата обращения: 22.02.2024).
- 2 Мучкаева Г.М., Бадмаев Б.Н., Кикеев Н.М., Кирилаев В.В., Нахаев М.Б. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗИНОВОГО ПОКРЫТИЯ // Теория и практика современной науки. 2017. №3 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-rezinovogo-pokrytiya> (дата обращения: 13.03.2024).
- 3 Новицкая, Е. И. Конструктивно–технологические решения устройства покрытия открытых детских площадок / Е. И. Новицкая, А. В. Крупенченко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2022. – № 6(158). – С. 22–29. – EDN TRGQAO.
- 4 Лебакин, И. В. Робототехническая система изготовления резинового покрытия / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 29 марта 2024 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 192–196. – EDN GOBBDC.
- 5 Лебакин, И. В. Разработка 3D–модели конструкции разравнивающего устройства технологического процесса изготовления резиновой плитки / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 29 марта 2024 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 199–203. – EDN LOUNCO.
- 6 Лебакин, И. В. Разработка цифровой 3D–модели конструкции конвейерного устройства демонстрационного стенда технологического процесса изготовления резиновой плитки / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 2. – С. 48–51. – EDN DBOUCD.
- 7 Лебакин, И. В. Информационно–измерительная система пневмопривода поперечного перемещения платформы разравнивающего устройства / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер, Д. В. Иванов // Вестник СамГУПС. – 2024. – № 1(63). – С. 43–54. – EDN LDAVJX.
- 8 Ivanov D. V., Sandler I. L., Burtseva E. A., Vlasova V. N. Identifation of slide valve dynamics with errors in variables // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Novosibirsk, 12–14 декабря 2018 года. Vol. 560. – Novosibirsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012021. – DOI 10.1088/1757–899X/560/1/012021. – EDN WDRKCG.
- 9 Кацюба О. А., Иванов Д. В., Сандлер И. Л., Маслов Е. С. Идентификация распределенных систем при наличии помех наблюдения в выходном сигнале // Вестник транспорта Поволжья. – 2017. – № 6(66). – С. 103–110. – EDN YTUVKW.
- 10 Кацюба, О. А. Параметрическая идентификация распределенных разностных систем при наличии помех наблюдений во входных и выходных сигналах / О. А. Кацюба // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико–математические науки. – 2016. – № 1(37). – С. 50–62. – EDN WGXSXR.
- 11 Сандлер, И. Л. Маслов Е. С. Параметрическая идентификация дискретных динамических систем с распределенными параметрами при наличии помех наблюдения во входных

сигналах // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 6(72). – С. 100–107. – EDN POREBZ.

- 12 Сандлер, И. Л. Рекуррентный алгоритм оценивания параметров многомерных дискретных линейных динамических систем разного порядка с ошибками по входу / И. Л. Сандлер // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2018. – Т. 23, № 124. – С. 707–716. – DOI 10.20310/1810–0198–2018–23–124–707–716. – EDN YKKWXJ.

УДК 621.869

РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ БУНКЕРНОГО ЗАГРУЗЧИКА ГРАНУЛ В МИНИАТЮРНУЮ ЭКСТРУЗИОННУЮ ЛИНИЮ

Соболев Е. Д. Иваев Д. Ш. Алексеев К. В. Бухарина В. Д. Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: миниатюрные экструзионные линии с бункерным загрузчиком гранул используются в образовательных целях для демонстрации экструзии и автоматизации. Бункерный загрузчик обеспечивает бесперебойную подачу сырья в экструдер, что помогает студентам осваивать принципы автоматизации и контроля процессов. Для разработки точной 3D–модели загрузчика использована программа SolidWorks. Моделирование экструзионной линии позволяет студентам лучше понять взаимодействие компонентов системы и влияние подачи материала на качество конечного продукта, что способствует подготовке высококвалифицированных специалистов в области переработки полимеров и автоматизации.

Ключевые слова: 3D–печать, переработка ПВХ, бункерный загрузчик, автоматизация, экструзия.

В последние годы наблюдается значительное внимание к практическому обучению студентов в области механики, автоматизации, а также технологий переработки полимерных материалов [1–3]. В частности, миниатюрные экструзионные линии находят широкое применение в образовательных учреждениях для демонстрации процессов экструзии [4–7], разработки технологий и анализа работы оборудования в реальных условиях.

Одним из компонентов экструзионной линии является бункерный загрузчик гранул, который обеспечивает бесперебойную подачу сырья (пластиковых гранул) в экструдер. В образовательных целях использование бункерного загрузчика, служит не только для демонстрации процесса подачи материала в экструдер, но и в практическом освоении методов автоматизации, включая системы контроля подачи материала, что позволяет студентам изучать принципы работы автоматики, управление потоками, а также интеграцию механических и электронных компонентов в производственный процесс. Студенты получают возможность наблюдать процесс загрузки и контролировать параметры подачи.

Для создания 3D-модели была использована программа SolidWorks, которая обеспечила возможность разработать точную и детализированную модель конструкции мехатронного загрузчика для ПВХ гранул. 3D-модель загрузчика показана на рисунке 1, а модель шнека – на рисунке 2. Модель разделена на три зоны, каждая из которых отделена заслонками (на изображении заслонки не отображены).

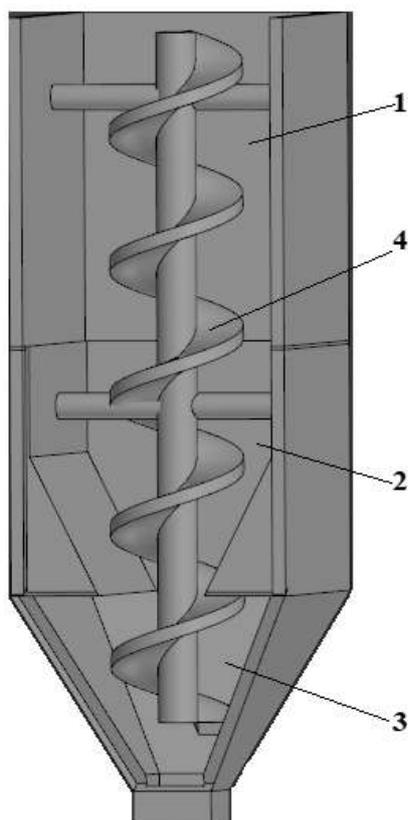


Рисунок 1 – 3D модель бункерного загрузчика: 1 – зона хранения гранул; 2 – зона дозированной подачи; 3 – зона подачи в шнек экструдера; 4 – шнек бункерного загрузчика

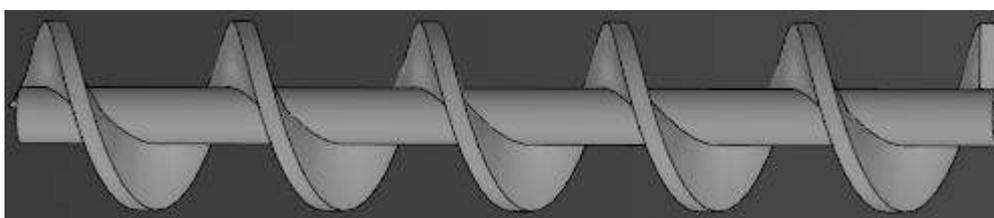


Рисунок 2 – 3D модель шнека бункерного загрузчика

Использование бункерного загрузчика позволяет гарантировать бесперебойную работу экструзионной линии, что крайне важно для поддержания высоких темпов производства и стабильного качества конечного продукта.

Использование миниатюрной экструзионной линии в образовательных целях позволяет моделировать реальные условия работы экструзионных систем, где

важными являются процессы загрузки, переработки материала и контроля качества конечного продукта, что помогает студентам глубже понять, как взаимодействуют все компоненты системы и как на их работу влияет подача сырья. В целом, применение бункерного загрузчика в миниатюрной экструзионной линии в учебном процессе имеет ключевое значение для формирования у студентов необходимых знаний и навыков, которые они смогут применить в будущей профессиональной деятельности. Использование полученной модели в составе миниатюрной экструзионной линии изготовления 3D нити, в учебных программах способствует подготовке высококвалифицированных специалистов в области автоматизации, что является неотъемлемой частью развития современного образования, а также производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Пикалов, С. С. Экология и проблема переработки промышленных отходов / С. С. Пикалов // Актуальные вопросы перспективных научных исследований : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Смоленск, 31 мая 2016 года. Том Часть 2. – Смоленск: Общество с ограниченной ответственностью «НОВАЛЕНСО», 2016. – С. 156–158. – EDN WFXRTD.
- 2 Зуева, К. А. 3D–печать: революция в производстве и дизайне / К. А. Зуева // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 129–132. – EDN KXSFXV.
- 3 Акопян, Ю. К. Материалы 3D-печати / Ю. К. Акопян // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации (шифр – МКАА) : Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, Москва, 27 марта 2024 года. – Москва, 2024. – С. 341–344. – EDN STUVYZ.
- 4 Терехин, М. А. Разработка действующего макета тянущего устройства лабораторной экструзионной линии / М. А. Терехин, Д. В. Иванов // Дни студенческой науки : Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС, Самара, 04–28 апреля 2023 года. Том 1. Выпуск 24. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 216–217. – EDN QTZLCR.
- 5 Лебакин, И. В. Разработка конструкции наматывающего устройства лабораторной экструзионной линии / И. В. Лебакин, А. В. Воссин, Е. В. Козлов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 181–186. – EDN DBFJHR.
- 6 Терехин М.А., Безъязыкова Л.А. Варианты технологических схем охлаждающих устройств шнека экструдера и холодной водяной ванны при производстве прутка нити на базе элемента Пелтье миниатюрной экструзионной линии // Наука и образование транспорту. 2022. № 2. С. 105–107.
- 7 Безъязыкова Л.А. Проектирование элементов конструкции охлаждающего устройства лабораторной экструзионной линии // В сборнике: Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Самара, 2023. С. 145–148.

УДК 004.94
621.865.8

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХСТОРОННИМ ЦИЛИНДРОМ С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕМ

Манаськин Н. А., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной работе представлена имитационная модель гидравлической системы управления двухсторонним цилиндром с пропорциональным распределителем, разработанная с использованием программного обеспечения FluidSIM Hydraulics. Рассмотрены состав и принцип работы модели, включающей в себя гидронасос, распределители, датчики положения, а также релейно–контакторную схему управления. Проведён анализ переходных процессов, полученных в ходе моделирования, что позволило оценить динамические характеристики системы к изменению управляющих воздействий. Результаты подтверждают высокую точность позиционирования штока цилиндра, плавность регулирования потока рабочей жидкости и эффективность применения пропорциональных распределителей. Использование результатов позволяют проектировщикам сократить время и ресурсы, необходимые для физического тестирования, при этом обеспечивая надёжные данные для оптимизации параметров системы.

Ключевые слова: гидравлическая система, двухсторонний цилиндр, пропорциональный распределитель, имитационная модель, FluidSIM Hydraulics, управление положением, релейно–контакторная схема, переходные процессы.

Современные гидравлические системы используются в различных областях, таких как машиностроение, сельское хозяйство, строительство и другие, где важна высокая точность и эффективность работы механизмов [1–3]. Двухсторонние цилиндры, выполняющие линейные движения, являются неотъемлемой частью таких систем. Пропорциональные распределители, обеспечивающие плавное регулирование потока рабочей жидкости, позволяют достигать высокой точности управления и динамических характеристик системы, однако, для эффективного проектирования таких систем необходимо учитывать множество факторов, таких как давление, поток, механические характеристики, а также взаимодействие различных компонентов системы. В связи с этим создание имитационной модели предоставляет возможность оценить динамическое поведение системы и её реакцию на различные управляющие воздействия, что позволяет провести анализ устойчивости и адаптивности системы в различных рабочих режимах, что в следствии, дает возможность определить оптимальные параметры и настройки системы. Использование имитационных моделей позволяет существенно сократить время и ресурсы, которые были бы необходимы для проведения физических испытаний, при этом обеспечивая точные и надежные результаты при изменении условий работы системы. На рисунках 1, 2 представлены имитационные модели гидравлической и релейно–контакторной системы управления двухстороннем цилиндром с пропорциональным

распределителем, которые отражают взаимодействие элементов системы и обеспечивают точное управление положением штока цилиндра. Представленные модели разработаны на основе программы построения имитационных моделей FluidSIM Hydraulics [4, 5].

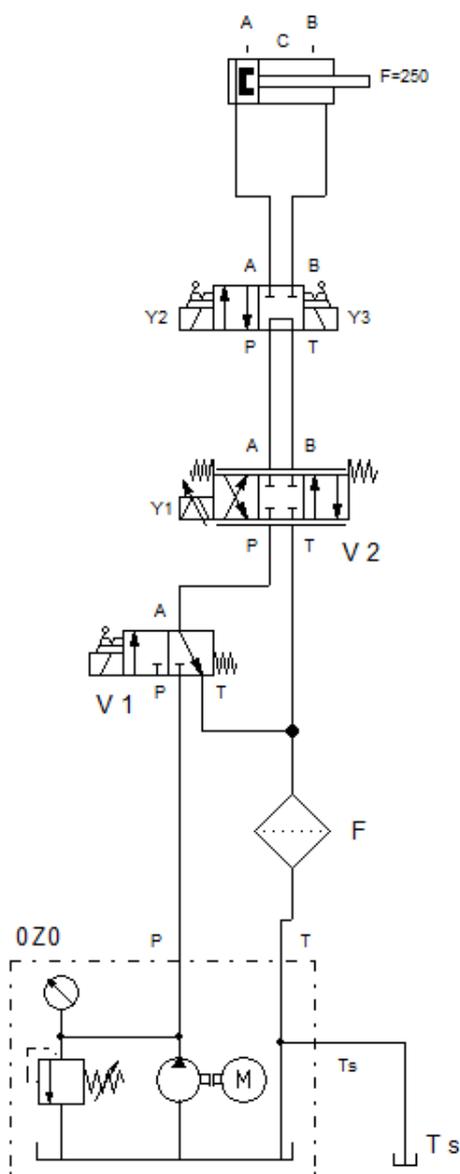


Рисунок 1 – Имитационная модель гидравлической системы управления двухстороннем цилиндром с пропорциональным распределителем

Модель гидравлической системы (см. рисунок 1) включает в себя основные компоненты: гидронасос, пропорциональный распределитель, двухсторонний гидроцилиндр, датчики положения, а также фильтр и управляющие распределители. Релейно–контакторная модель (см. рисунок 2) использует управляющие сигналы для коммутации цепей с помощью контакторов и реле, а также в системе предусмотрены

ключи выбора режима работы (SW_A – автоматический режим работы; SW_H – ручной режим работы).

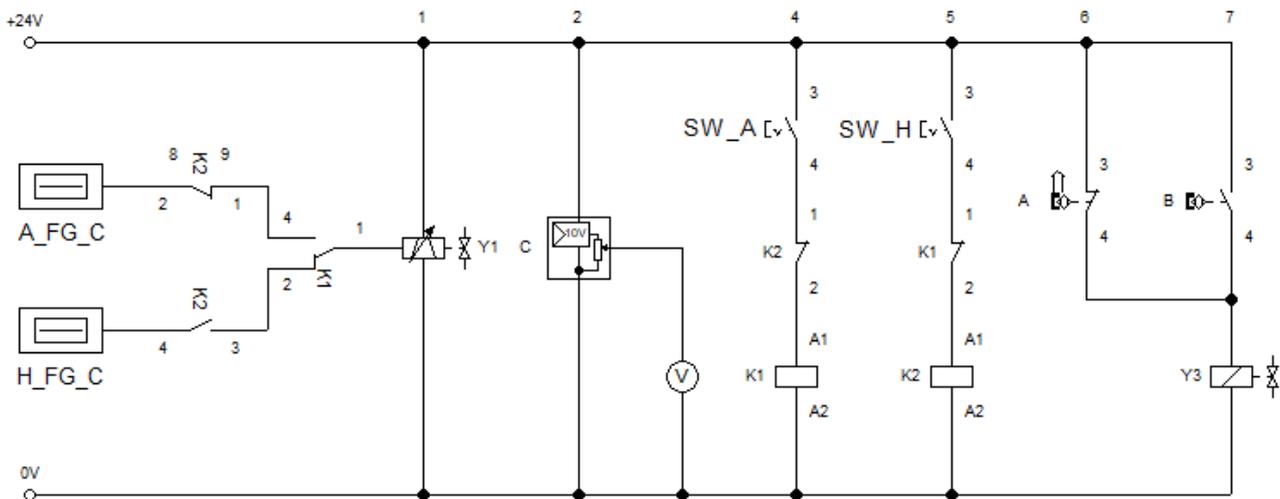


Рисунок 2 – Имитационная модель релейно-контакторной системы управления двухстороннем цилиндром с пропорциональным распределителем

В ходе моделирования получены переходные процессы, представленные на рисунке 3, динамики гидравлического цилиндра двухстороннего действия, позиционного распределителя, значения напряжения на функциональном генераторе и датчике обратной связи. Анализ результатов показал, что система обеспечивает стабильное и точное управление положением штока цилиндра с минимальными колебаниями и быстрым выходом на заданное значение.

Полученные переходные характеристики (рисунок 3) свидетельствуют о высокой адаптивности системы к изменениям управляющих воздействий. Использование пропорционального распределителя позволяет реализовать плавное регулирование потока рабочей жидкости, что способствует снижению гидравлических ударов и повышению ресурсной надежности компонентов системы.

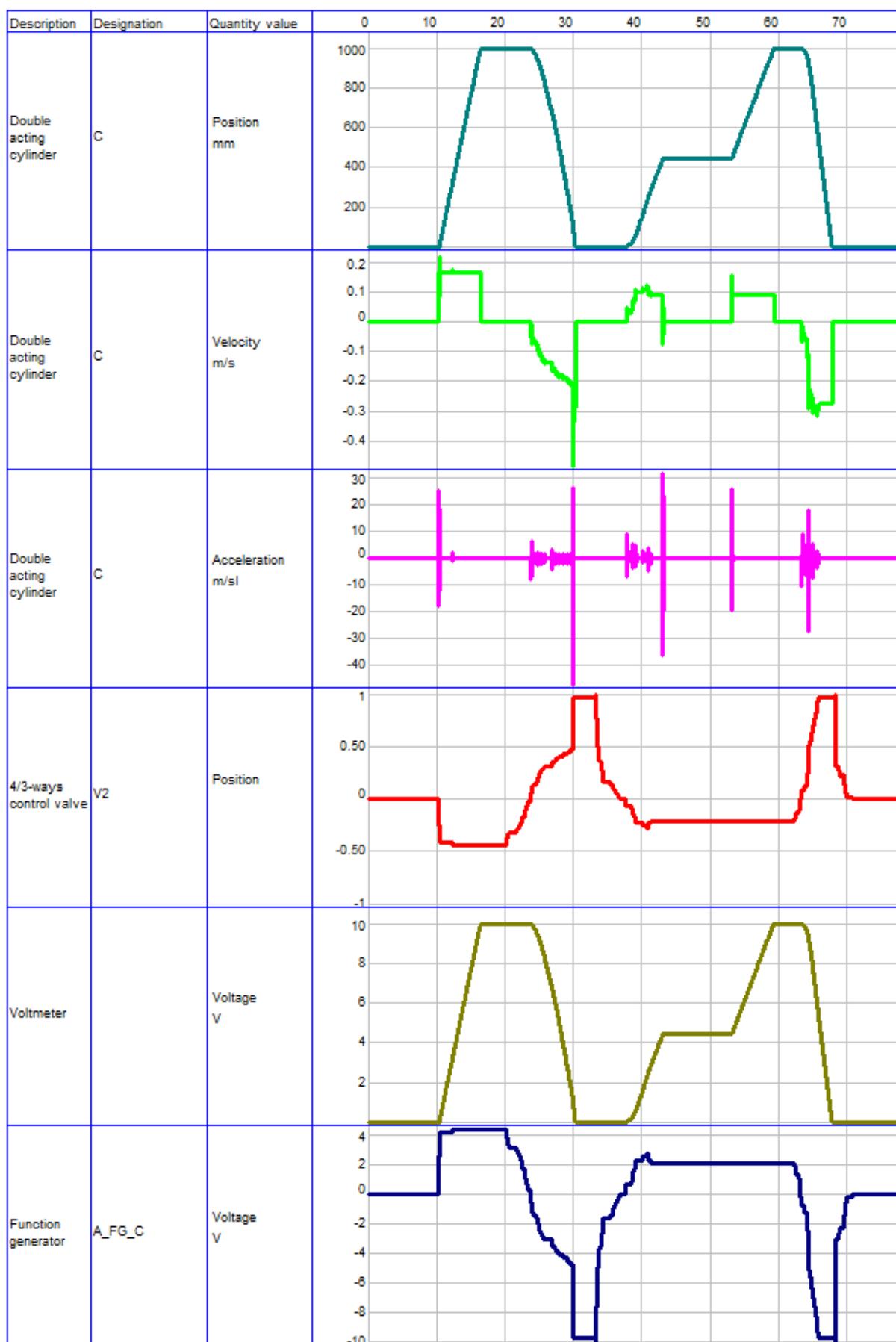


Рисунок 3 – Графики переходных процессов в гидроприводе

В ходе выполненного исследования была разработана имитационная модель гидравлической системы управления двухсторонним цилиндром с пропорциональным распределителем, а также модель релейно–контакторной системы управления. Использование моделей позволяет комплексно анализировать динамические характеристики системы, оценивать устойчивость и адаптивность при различных режимах работы.

Полученные переходные процессы, изображенные на рисунке 3, демонстрируют эффективность и точность управления положением штока цилиндра, что подтверждает возможность применения пропорциональных распределителей для повышения качества и надежности гидравлических приводов.

Применение имитационных моделей существенно снижает затраты времени и ресурсов, необходимые для проведения физических испытаний, обеспечивая при этом надежные результаты и возможность быстрого подбора оптимальных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Коровина, С. И. Применение исследований режимов работы автоматизированных систем с помощью программного обеспечения FLUIDSIM–H / С. И. Коровина, Л. О. Игина // Севергеоэкотех–2011 : Материалы XII международной молодежной научной конференции. В 5 частях, Ухта, 16–18 марта 2011 года. Том Часть V. – Ухта: Ухтинский государственный технический университет, 2011. – С. 40–45. – EDN ZTQOMD.
- 2 Шатов, А. В. Направление совершенствования конструкции автомобильных подъемников / А. В. Шатов, В. П. Терюшков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России : Сборник статей Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 19–25 марта 2020 года. Том II. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 57–58. – EDN SYQRPO.
- 3 Пугин, К. Г. Повышение надежности гидросистем строительно–дорожных машин / К. Г. Пугин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2020. – № 3. – С. 29–35. – DOI 10.15593/24111678/2020.03.04. – EDN CGLJRP.
- 4 Лебакин, И. В. Информационно–измерительная система пневмопривода поперечного перемещения платформы разравнивающего устройства / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер, Д. В. Иванов // Вестник СамГУПС. – 2024. – № 1(63). – С. 43–54. – EDN LDAVJX.
- 5 Чернухин, Р. В. Моделирование гидропривода трансмиссии геолода в среде FLUIDSIM / Р. В. Чернухин, А. А. Богодаев // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : Сборник трудов V Международной научно-практической конференции, Прокопьевск, 30–31 марта 2016 года. Прокопьевск: Филиал Кузбасского государственного технического амени Т. Ф. Горбачева в г. Прокопьевске, 2016. – С. 116–118. – EDN WFYKFX.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОХЛАЖДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПВХ НИТИ ПРИ СИММЕТРИЧНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ В БАКЕ

Иваев Д. Ш., Бухарина В. Д., Соболев Е. Д., Алексеев К. В., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе предлагается охлаждающее устройство для производства ПВХ–нитей, использующее термоэлектрические элементы Пельтье. Устройство обеспечивает эффективное и симметричное охлаждение экструдированной нити, что улучшает качество продукции и снижает затраты. Система включает резервуар, циркуляцию охлаждающей жидкости и блок управления, регулирующий работу элементов Пельтье. Преимущества устройства – использование отечественных комплектующих, автоматизация процессов предлагаемой конструкции. Результаты испытаний подтвердили высокую эффективность и надежность разработки. В будущем планируется внедрение системы автоматизированного управления.

Ключевые слова: 3D-печать, переработка ПВХ, охлаждающее устройство, автоматизация, экструзия.

В последние десятилетия наблюдается рост интереса к термоэлектрическим технологиям, которые находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности [1, 2]. Одной из таких областей является производство поливинилхлорида (ПВХ), который используется в различных продуктах, от строительных материалов до упаковки. Важным этапом в процессе производства ПВХ нити является контроль температуры охлаждения, [3] так как она напрямую влияет на качество конечного продукта. Традиционные системы охлаждения, используемые в этой области, демонстрируют низкую эффективность, что в свою очередь, приводит к увеличению затрат и снижению качества продукции. В связи с этим, разработка новых, более эффективных систем охлаждения становится актуальной задачей [3].

В данной работе предложена технологическая схема охлаждающего устройства, представленная на рисунках 1–3 в разных плоскостях, использующего термоэлектрические элементы Пельтье. Благодаря своей способности преобразовывать электрическую энергию в теплоту и наоборот, представляют собой перспективное решение для задач, связанных с контролем температуры. Использование элементов Пельтье в производстве ПВХ нити позволит не только повысить эффективность охлаждения экструдированной нити, но и улучшить качество продукции за счет более точного контроля температурных режимов.

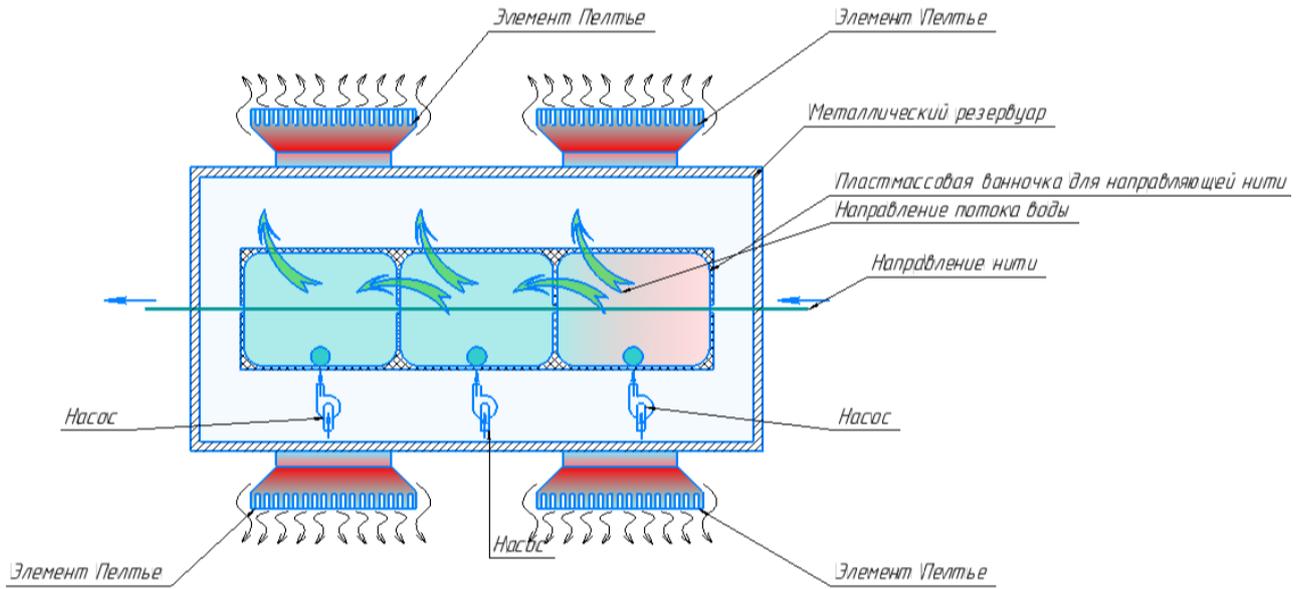


Рисунок 1 – Технологическая схема охлаждающего устройства (вид сверху)

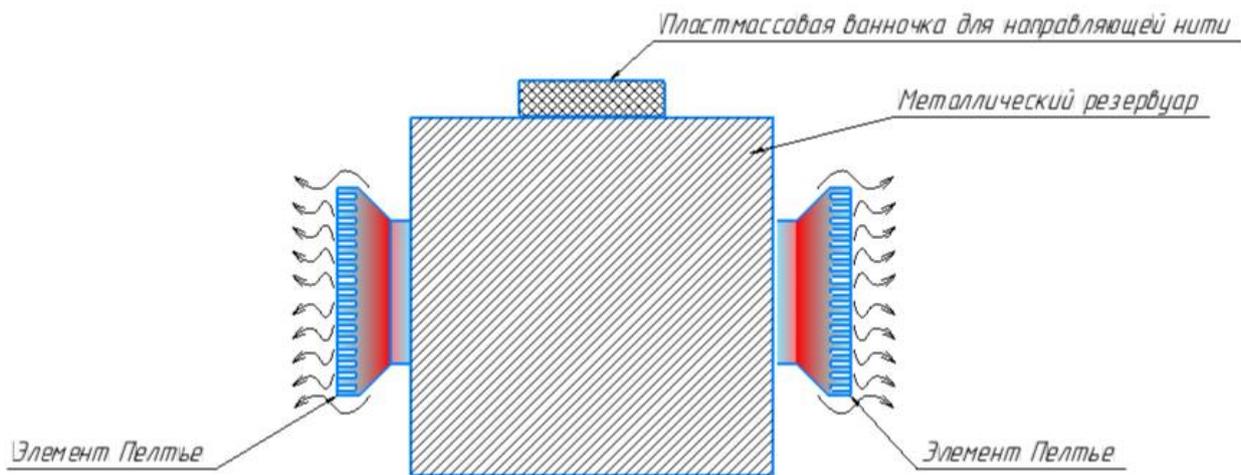


Рисунок 2 – Технологическая схема охлаждающего устройства (вид спереди)

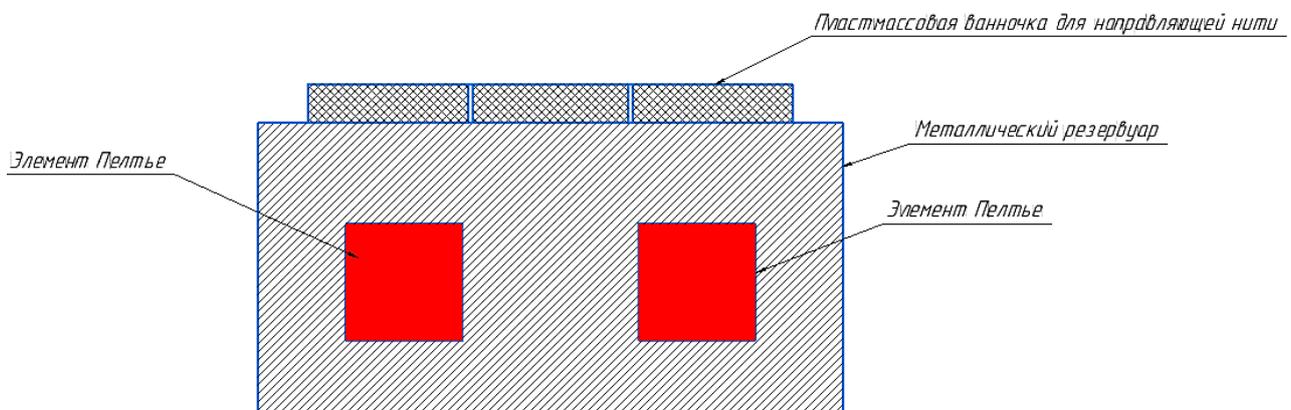


Рисунок 3 – Технологическая схема охлаждающего устройства (вид сбоку)

Охлаждающее устройство предназначено для остужения экструдированной нити из переработанного ПВХ–материала и включает в себя следующие основные компоненты, представленные ниже.

Основная часть устройства включает в себя резервуар («бассейн»), где происходит охлаждение 3D нити. Резервуар выполнен из устойчивого к коррозии материала и обеспечивает достаточный объем охладителя.

Система циркуляции охлаждающей жидкости включает в себя: насосы и трубопроводы, которые обеспечивают непрерывный поток охлаждающей жидкости в резервуаре.

Устройство охлаждения нити включает в себя: элементы Пельтье, расположенные на стенках охлаждающего резервуара с двух сторон по две штуки, обеспечивающие симметричное охлаждение.

Блок управления регулирует подачу тока на элементы Пельтье в зависимости от показаний датчика температуры.

В экструзионной линии элементы Пельтье расположены на стенках охлаждающего резервуара (по два с каждой стороны), что позволяет создать симметричное охлаждение материала, проходящего через систему, тем самым минимизируя риск дефектов, таких как неоднородная консистенция или деформация.

Преимущества предложенного охлаждающего устройства можно выделить следующим образом: применение отечественных комплектующих, что способствует снижению общих затрат на устройство; автоматизация процессов охлаждения, что значительно увеличивает эффективность подготовки переработанного материала для 3D-печати; гибкость конструкции, позволяющая адаптировать устройство под различные виды пластиковых материалов.

Созданное охлаждающее устройство в форме бассейна эффективно справляется с задачей охлаждения переработанного ПВХ материала, готовя его к использованию в 3D-печати. Применение отечественных компонентов делает устройство более экономичным и соответствует курсам на импортозамещение [4]. Результаты проведенных испытаний подтвердили его высокую эффективность и надежность. В будущем планируется создать АСУТП, где будет реализована система управления охлаждающего устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Логинова, М. И. Элемент Пельтье. Эффект Пельтье, эффект Зеебека / М. И. Логинова, Е. С. Кононенко // Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей научно-практической конференции, посвященный 90-летию Шарова Николая Михайловича, Москва, 23–24 октября 2024 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 463–467. – EDN DEYOSW.
- 2 Михалев, С. И. Применение элементов Пельтье при реализации эффекта Зеебека, для выработки дополнительной электрической энергии / С. И. Михалев // Современные технологии в науке и образовании – СТНО–2019 : Сборник трудов II международного научно-технического форума: в 10 т., Рязань, 27 февраля – 01 2019 года / Под общ. ред. О.В. Миловзорова. Том 3. – Рязань: Book Jet, 2019. – С. 111–114. – EDN RZJKLA.
- 3 Терехин, М. А. Варианты технологических схем охлаждающих устройств шнека экструдера и холодной водяной ванны при производстве прутка нити на базе элемента Пелтье миниатюрной экструзионной линии / М. А. Терехин, Л. А. Безьязыкова // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 2. – С. 105–107. – EDN OHGBSI.
- 4 Шавтикова Л. М. Импортозамещение и её роль в экономике России, импортозамещение программного обеспечения / Л. М. Шавтикова, М. М. Гериев, А. Б. Сеитов [и др.] // Финансовая экономика. – 2022. – № 9. – С. 134–136. – EDN OTLEFJ.

УДК 681.5

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЗОНЫ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Кирсанов С. А., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе представлена разработка автоматизированной системы управления безопасной зоны для робототехнического комплекса, включающего шесть роботов, два конвейера. Система автоматически обнаруживает приближение оператора к опасной зоне и инициирует звуковой и визуальный сигнал тревоги, при этом робот в зоне приостанавливает свою работу, в то время как остальные продолжают функционировать в штатном режиме. Программная реализация системы выполнена на языке Python с использованием библиотек Tkinter для создания графического интерфейса, Random для случайного распределения объектов на конвейерах и Math (sqrt) для вычисления расстояний между объектами. Разработанная система демонстрирует возможности повышения безопасности при эксплуатации роботизированных производственных комплексов и может быть использована как на производственных предприятиях, так и в учебных заведениях для обучения студентов в области автоматизации, робототехники и промышленной безопасности.

Ключевые слова: мехатронная система, робототехника, безопасность, сигнализация, автоматизация, Python.

Автоматизация производства с помощью робототехнических комплексов представляет собой одну из современных технологий производства, используемых для повышения эффективности в различных отраслях промышленности. Внедрение роботизированных систем на производственные линии позволяет существенно оптимизировать процессы, снизить человеческий фактор и обеспечить более высокий уровень безопасности [1, 2].

Робототехнический комплекс, представленный на рисунке 1, состоит из производственной территории (цеха), в котором симметрично расположены шесть роботов: по три с левой и с правой сторон. Перед каждой группой роботов установлены два конвейера: верхний и нижний. Технологические грузы перемещаются по конвейерным лентам и обрабатываются соответствующими роботами. В центральной зоне может находиться оператор (работник). Управление робототехническим комплексом осуществляется с панели управления.



Рисунок 1 – 3D модель робототехнического комплекса

Автоматизированная система контроля безопасной зоны робототехнического комплекса, представленная на рисунке 2, работает следующим образом: в случае, если работник приближается к роботу или пересекает границу опасной зоны (в том числе малые боковые конвейеры), включается звуковой и визуальный сигнал тревоги, при этом конкретный робот, в зоне которого зафиксировано нарушение, останавливает обработку изделий. Разработанная АС визуализирована в графическом интерфейсе и работает в режиме реального времени.

Программная реализация (фрагмент представлен на рисунке 3) выполнена на языке Python [3] с использованием следующих библиотек:

- tkinter – для построения графического интерфейса и визуализации элементов системы;
- random – для случайного распределения объектов на конвейерах;

– math (sqrt) – для расчёта расстояний между объектами и определения опасных ситуаций.

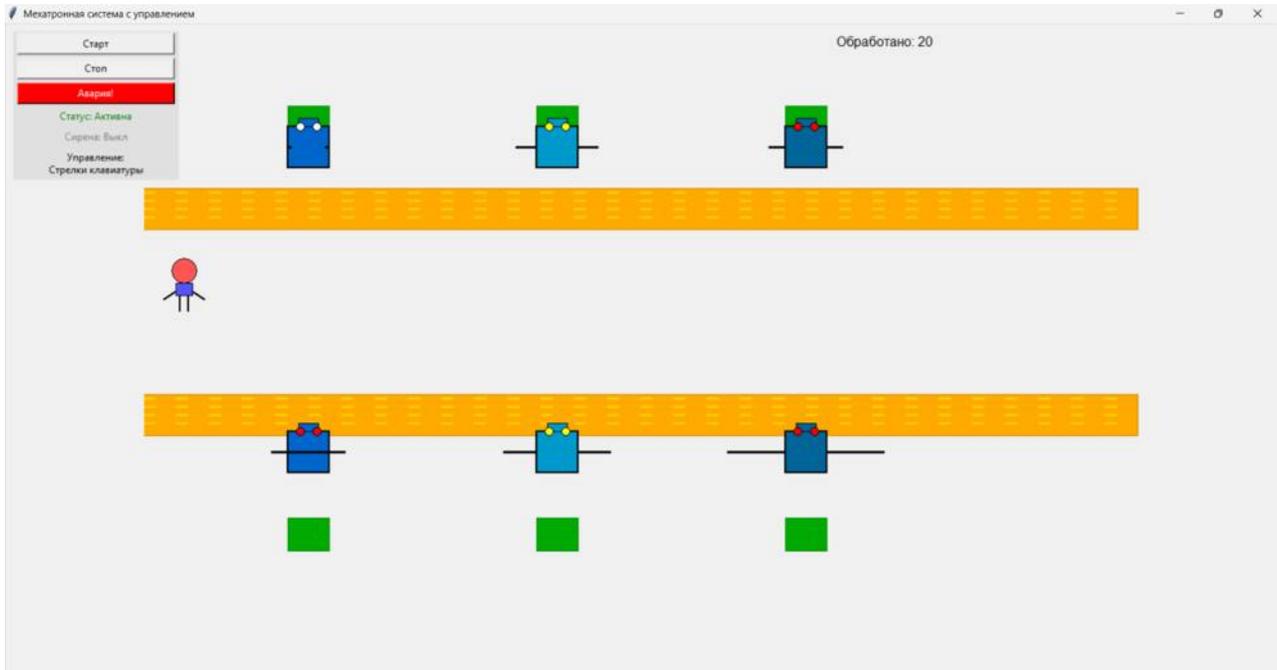


Рисунок 2 – Мнемосхема экранной формы АСУ ТП контроля безопасной зоны робототехнического комплекса

```
import tkinter as tk
import random
from math import sqrt

# Параметры окна
WINDOW_WIDTH = 1200
WINDOW_HEIGHT = 700

# Параметры конвейеров
CONVEYOR_SPEED = 2

# Параметры объектов
ROBOT_SIZE = 50
WORKER_SIZE = 30
ITEM_SIZE = 20
WORKER_SPEED = 5

class MechatronicSystem:
    def __init__(self, root):
        self.root = root
        self.root.title("Мехатронная система с управлением")

        self.canvas = tk.Canvas(root, width=WINDOW_WIDTH, height=WINDOW_HEIGHT, bg='#f0f0f0')
        self.canvas.pack()

        # Статус системы
        self.system_active = True
        self.emergency_mode = False
        self.worker_in_danger = False

        # Инициализация
        self.items_processed = 0
        self.items = []
        self.robots = []
        self.small_conveyors = []

        # Создание элементов
        self.create_controls()
        self.create_conveyors()
        self.create_robots()

        Строка 1, столбец 1 | 14 191 символ
```

Рисунок 3 – Фрагмент кода программной реализации на языке Python

Представленные в работе результаты могут стать важным элементом в повышении безопасности рабочего персонала при работе производственных процессов, а также быть полезны компаниям, занимающимся автоматизацией производственных процессов, таких как заводы, фабрики и сборочные линии. Система позволяет снизить вероятность инцидентов, так как она автоматически приостанавливает работу роботов при приближении оператора к опасной зоне.

В учебных заведениях, при обучении специалистов в области робототехники, автоматизации и промышленной безопасности, результаты работы будут полезны как в практических, так и в лабораторных работах при проведении занятий. Студенты смогут наглядно увидеть, как реализуется автоматизация на производстве и как можно интегрировать различные компоненты системы в единое целое. В свою очередь, это даст возможность обучающимся овладеть навыками программирования, работы с библиотеками Python, таких как Tkinter, а также принципов работы с сенсорами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ицкович, Э. Л. Проведение работ по автоматизации производства: роль инжиниринга в автоматизации технологического производства / Э. Л. Ицкович // Автоматизация в промышленности. – 2017. – № 8. – С. 3–7. – EDN ZRSUHH.
- 2 Афанасьева, Е. А. Компьютерная автоматизация процессов производства на примере производства керамических изделий / Е. А. Афанасьева, А. А. Орлов, Е. А. Захарова // Прогрессивные технологии и процессы : Сборник научных статей Международной молодежной научно-практической конференции: в 2-х томах, Курск, 25–26 сентября 2014 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2014. – С. 66–68. – EDN SZMDS.
- 3 Таршхоева, Ж. Т. Язык программирования Python. Библиотеки Python / Ж. Т. Таршхоева // Молодой ученый. – 2021. – № 5(347). – С. 20–21. – EDN MBMUWL.

УДК 004.94
621.865.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШИБЕРНОЙ ЗАДВИЖКОЙ С ЗАДЕРЖКОЙ ПО ВРЕМЕНИ В НАЧАЛЕ И В КОНЦЕ ХОДА

Лебакин И. В., Рамазин Н. И., Припутников А. П.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается имитационная модель пневматической системы управления шиберной задвижкой с временной задержкой в начале и конце хода. Шиберные задвижки широко применяются в промышленности для дозирования и регулирования потока сыпучих материалов в таких отраслях, как нефтегазовая, сельское хозяйство и железнодорожная логистика. Особое внимание в работе уделяется роли временной задержки, которая обеспечивается с помощью пневматических резервуаров давления и регулирует плавность работы задвижки. Представленная модель, созданная в среде FluidSIM Pneumatics, имитирует

реальные условия эксплуатации и помогает повысить точность дозирования и устойчивость системы при различных режимах работы. Разработанная модель может быть использована для автоматизации производственных процессов, а также в образовательных целях для изучения принципов работы пневматических систем.

Ключевые слова: пневмопривод, пневматическая система, шиберная задвижка, имитационная модель, пневмоцилиндр, пневмоцилиндры одностороннего действия, FluidSim – Pneumatics.

Управление сыпучими материалами в промышленности невозможно без шиберных задвижек, используемых в железнодорожных, сельскохозяйственных и нефтегазовых системах [1], которые обеспечивают не только регулировку потока, но и точное дозирование, что особенно важно для процессов, требующих соблюдения строгих параметров. В нефтегазовом секторе задвижки управляют транспортировкой нефти, газа и их смесей, минимизируя риски утечек и повышая безопасность производственных процессов [2]. В сельском хозяйстве задвижки используются для дозирования удобрений, зерна и кормов [3, 4]. В железнодорожной логистике – для загрузки угля, песка и других сыпучих грузов.

Конструктивные особенности шиберных задвижек, такие как герметичность, устойчивость к износу и способность работать под высокими нагрузками, делают их оптимальным решением для эксплуатации и в агрессивных условиях. Однако их эффективность напрямую связана с производительностью применяемой системы управления. Для повышения точности дозирования была разработана имитационная модель пневмосистемы с временной задержкой в начале и конце хода затвора. Эта задержка, настраиваемая оператором, фиксирует открытие и закрытие задвижки на определенный период, что обеспечивает равномерную выгрузку материала.

Привод механизма основан на пневмоцилиндре одностороннего действия с возвратной пружиной. Модель, создана в FluidSIM Pneumatics [5] (рисунок 1), имитирует реальные условия эксплуатации, помогая корректировать задержку и повышать эффективность работы задвижки в различных средах.

Предложенная имитационная система включает два управляющих контура и магистраль основного давления. Контур регулирует положение шиберной задвижки, а магистраль обеспечивает подачу рабочего давления в пневмоцилиндр.

следующего цикла, что предотвращает резкие колебания и повышает точность управления положением задвижки.

Графики переходных процессов (рисунок 2) демонстрируют динамику работы пневмоцилиндра CIL: изменение положения, скорости, ускорения, а также состояния распределителей V1, V2, V5, SW1, SW2 и давления в ресиверах RES1, RES2. Цикл запускается активацией SW1, SW2 и V1, что приводит к переключению распределителя V5. Задержка в втянутом положении обеспечивается наполнением ресивера RES1. Цилиндр плавно выдвигается, а при достижении крайнего положения датчик D2 активирует V2 и возврат V5 в исходное состояние, инициируя втягивание. Задержка в выдвинутом положении обеспечивается наполнением ресивера RES2, после чего V5 сбрасывает давление, завершая цикл.

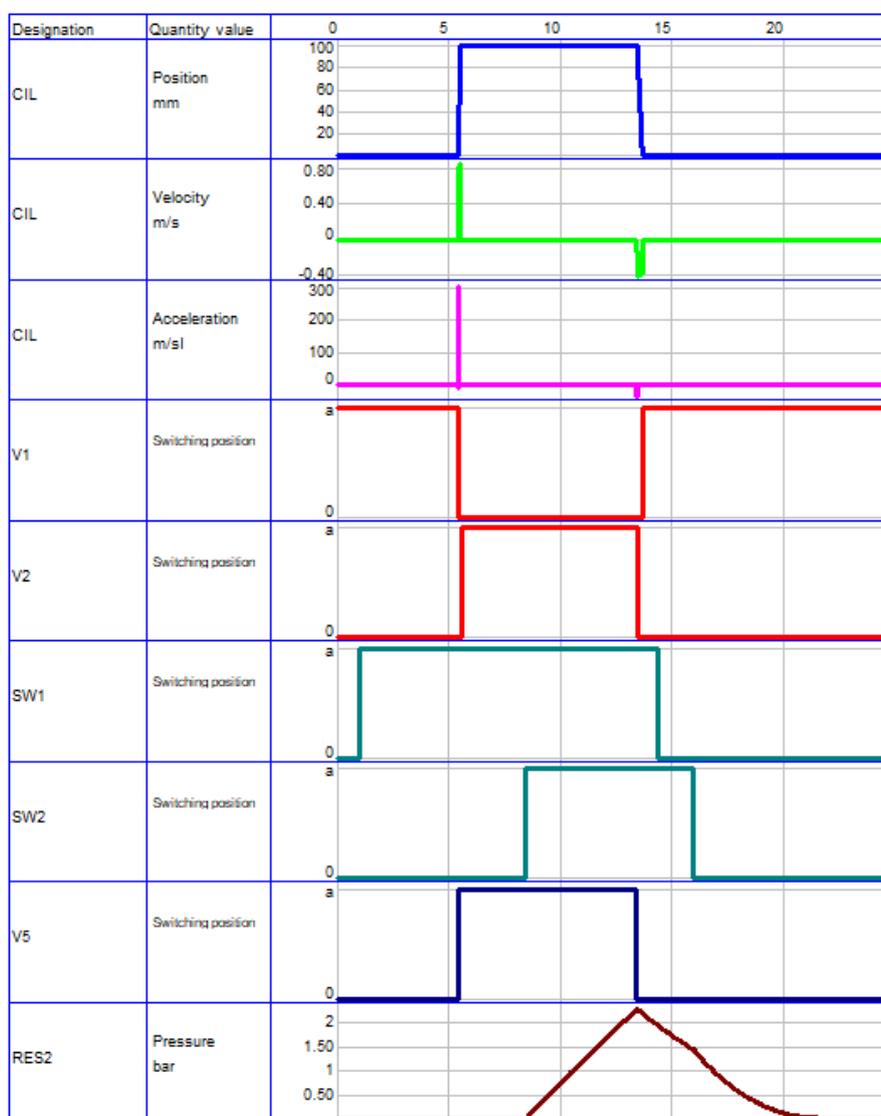


Рисунок 2 – Графики переходных процессов в системе пневмопривода

Созданная имитационная модель корректно отражает работу пневмосистемы управления шиберной задвижкой с временной задержкой в начале и конце хода. Результаты применимы для автоматизации производственных процессов с использованием пневмоцилиндров одностороннего действия, а также могут быть использованы в образовательных целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воробьев, А. А. Анализ и выбор геометрических параметров бункера для изучения процесса выгрузки сыпучих материалов / А. А. Воробьев, А. А. Мигров // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2022. – Т. 19, № 1. – С. 97–104. – DOI 10.20295/1815–588X–2022–19–1–97–104. – EDN BFRDZO.
- 2 Фоминых, А. В. Использование шиберных задвижек для регулирования потоков в технологических линиях добычи нефти / А. В. Фоминых, И. Р. Чиняев // Нефтегазовый терминал : сборник научных статей Международной научно-технической конференции, Тюмень, 17–20 ноября 2015 года / Под общей редакцией С.Ю. Подорожникова. Том Выпуск 8. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2015. – С. 207–211. – EDN TIJWTZ.
- 3 Терехов, Д. В. Конструктивные особенности шиберной задвижки с резиновым уплотнением для сельского хозяйства / Д. В. Терехов // Современные проблемы и направления развития агроинженерии в России : сборник научных статей 4–й Международной научно-технической конференции, Курск, 27 сентября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 144–147. – EDN GEMUXQ.
- 4 Карпович, Д. А. Оборудование, предназначенное для подъема и разгрузки сыпучих грузов сельскохозяйственного назначения / Д. А. Карпович // Проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса России : Материалы всероссийской научно-практической конференции. В 8–ми томах, Благовещенск, 19 апреля 2017 года. Том 4. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. – С. 27–29. – EDN YOFRZW.
- 5 Лебакин, И. В. Информационно–измерительная система пневмопривода поперечного перемещения платформы разравнивающего устройства / И. В. Лебакин, И. Л. Сандлер, Д. В. Иванов // Вестник СамГУПС. – 2024. – № 1(63). – С. 43–54. – EDN LDAVJX.

УДК 676.011
621.865.8

ТРЕХПОТОЧНЫЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОКРАСКИ ДВЕРНОГО ПОЛОТНА

Тихонов А. А., Левченко Е. К., Фильченко Н. С., Колпащиков С. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается использование современных роботизированных комплексов для автоматизации процессов покраски дверных полотен. Приводится схема трехпоточного робототехнического комплекса, состоящего из четырёх этапов: загрузки дверного полотна, покраски, сушки и контроля качества. Подробно описан принцип работы покрасочного узла, который включает в себя нанесение грунтовки и основного слоя краски с использованием технологии распыления. Внедрение робототехнических систем и комплексов в производственные процессы способствуют повышению эффективности, снижению трудозатрат,

улучшению качества продукции и оптимизации затрат, что делает роботизированные комплексы актуальными для современной индустрии.

Ключевые слова: современные технологии, автоматизация, роботизация, производственные процессы, роботизированные комплексы, роботы–манипуляторы, программное обеспечение, робототехнические системы, окраска дверного полотна, трехпоточный комплекс.

Современные технологии автоматизации и роботизации производственных процессов направлены не только на сокращение временного цикла работы, но и на повышение точности, улучшение качества продукции, и как следствие, на оптимизацию затрат производства [1]. Использование роботизированных комплексов для выполнения сложных и трудоемких задач в сфере покрасочных работ не обходится без тщательной настройки и интеграции компонентов системы, таких как роботы–манипуляторы, системы подачи материала, датчики контроля качества и программное обеспечение для управления процессом, в связи с этим, внедрение робототехнических систем является актуальной задачей на сегодняшний день [2, 3].

В работе предложена схема трехпоточного робототехнического комплекса окраски дверного полотна, представленная на рисунке, которая состоит из четырёх этапов:

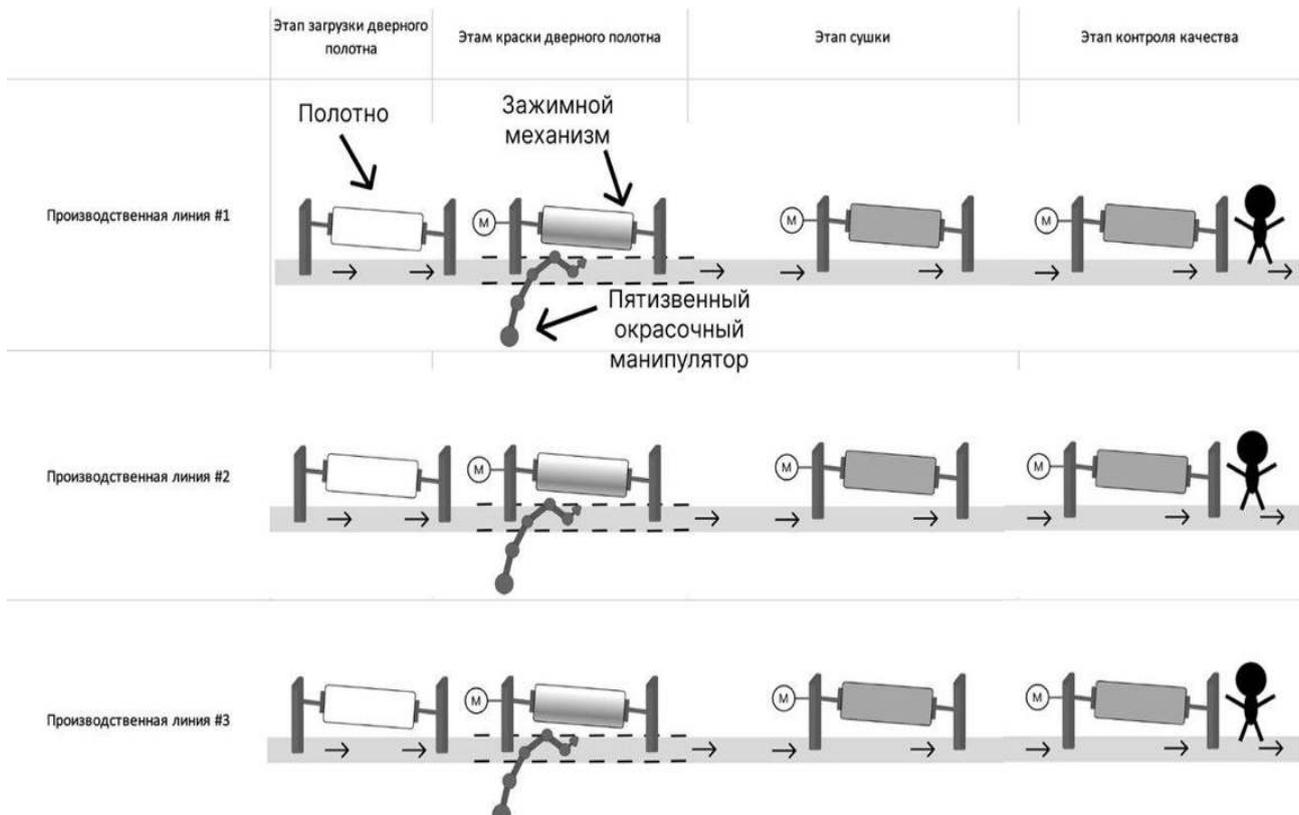


Рисунок – Схема трехпоточного робототехнического комплекса окраски дверного полотна

– первый этап: «Загрузка дверного полотна» – на данном этапе проводится размещение дверного полотна на рабочей площадке комплекса с использованием транспортной системы – манипулятора. Дверное полотно помещается в стартовую позицию перед началом процесса покраски. Этап включает в себя контроль за точностью расположения изделия с помощью датчиков, которые подтверждают правильное положение перед началом покрасочной операции;

– второй этап: «Окраска дверного полотна» – на данном этапе роботизированный пятизвенный манипулятор наносит основной слой краски на дверное полотно, предварительно нанеся слой грунтовки на поверхность изделия. Робот использует технологию нанесения краски – распыление. Система контролирует оптимальную скорость подачи краски, угол наклона и движения робота, чтобы добиться равномерного покрытия, минимизируя возможность дефектов, таких как подтёки или пропуски;

– третий этап: «Сушка дверного полотна» – на данном этапе дверное полотно подвергается сушке в специально оборудованной камере;

– четвёртый этап: «Контроль качества дверного полотна» – на данном этапе проводится финальная проверка качества покрытия, как автоматикой, так и специалистом контроля качества. Датчики и камеры контроля качества проводят оценку состояния поверхности на наличие дефектов (царапины, неровности или неравномерное нанесение краски) и в случае наличия дефекта, специалист контроля качества изделия принимает решение по браку.

Описание принципа действия покрасочного узла «Окраска дверного полотна».

После фиксации, на первом этапе «Загрузка дверного полотна», с помощью зажимного механизма транспортной системы манипулятора, обеспечивающего надёжную стабилизацию полотна в заданном положении, при запуске процесса окраски, происходит включение приводного двигателя (обозначен на схеме как “М”, см. рисунок 1), который, осуществляет вращение полотна. Таким образом, создаются условия для всестороннего покрытия поверхности без необходимости перемещения окрасочного робота–манипулятора вокруг изделия.

Во время вращения полотна робот–манипулятор, оснащённый окрасочным распылителем, выполняет напыление лакокрасочного состава. Траектория движения распылителя и режимы напыления задаются программно, с учетом размеров изделия и технологических требований к толщине покрытия, тем самым обеспечивается

равномерность слоя, снижение перерасхода краски и исключение «мертвых зон», не попадающих под действие сопла.

Введение таких комплексных систем в производственные линии позволяет не только снизить затраты на рабочую силу, но и добиться высокой точности и воспроизводимости в процессе окраски, что особенно важно для обеспечения долговечности и эстетического вида продукции.

Дальнейшим развитием работы является разработка программного управления и совершенствование алгоритмов для оптимизации процессов покраски, повышение точности нанесения покрытия и снижение потребления материалов, например, создание интеллектуальных систем [4], которые могут учитывать изменения в характеристиках материала, условия работы оборудования и внешние факторы, такие как температура и влажность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Терентьева, Е. И. Анализ современного состояния применения роботов в промышленности / Е. И. Терентьева // *Nauka–Rastudent.ru*. – 2015. – № 10. – С. 20. – EDN UMPVRT.
- 2 Соболев, А. С. Актуальность создания интегрированных систем управления на предприятии / А. С. Соболев, Е. Л. Вайтекунене // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. – 2010. – Т. 1, № 6. – С. 441–442. – EDN TVICPT.
- 3 Робототехнический комплекс для автоматизированной покраски поверхностей судов / Н. А. Мостаков, А. О. Винокуров, А. А. Фильченков, А. А. Захарова // XIV Всероссийское совещание по проблемам управления : сборник научных трудов, Москва, 17–20 июня 2024 года. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 1580–1585. – EDN FZGENB.
- 4 Дробина, Е. А. Интеллектуальная система управления робототизированным покрасочным комплексом / Е. А. Дробина // *ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ науки и ОБРАЗОВАНИЯ* : сборник статей IX Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Пенза, 12 января 2020 года. Том Часть 1. – Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 93–95. – EDN JYLJTG.

СЕКЦИЯ 3

Современные цифровые технологии в различных областях науки и техники

УДК 004.6

FRONTEND-РАЗРАБОТКА ПЛАНИРОВЩИКА МАРШРУТА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОСОБЕННЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Попова Н.А., Абдульманова А.Ф., Сизонов М.В., Забавин В.А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: работа посвящена frontend-разработке приложения для маршрутизации лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). В рамках данной работы проведен анализ теоретических основ, рассмотрены вопросы сбора информации о потребностях целевой аудитории, изучены существующие практики и осуществлена верификация предложенных решений посредством инструментов автоматизированного проектирования (Figma) и веб-технологий (HTML/CSS). Данная работа является частью большого студенческого проекта по разработке инклюзивного планировщика маршрута, но предлагаемый в работе подход к frontend-разработке можно расширить на другие инклюзивные приложения.

Ключевые слова: планировщик маршрута, ограниченные возможности, инклюзивный интерфейс, анкетирование целевой аудитории, SWOT-анализ, коридорное тестирование, frontend-разработка, цветовые схемы.

Люди с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) при передвижении по городу ежедневно сталкиваются с множеством трудностей. Недостаточно развитая инфраструктура городов и отсутствие информации о доступных маршрутах существенно ограничивают мобильность данной категории лиц. Разработка специализированного маршрутизатора, учитывающего потребности людей с ОВЗ, может значительно улучшить их качество жизни. В данный момент в ФГБОУ ВО «СамГТУ» в рамках проектной деятельности студентов осуществляется разработка приложения для маршрутизации людей с особыми потребностями «Город для всех» [1–2].

На предварительном этапе разработки приложения для сбора информации о дорожных объектах был проведен SWOT-анализ. Среди сильных сторон проекта можно отметить: учет специфических потребностей людей с разными видами ОВЗ, интеграцию с картами доступности и городской инфраструктурой, краудсорсинг (пользователи смогут обновлять данные). К слабым сторонам проекта можно отнести: зависимость от качества данных (не везде есть информация о доступности), необходимость постоянного обновления (ремонт, изменения маршрутов), ограниченная поддержка в малых городах (нехватка инфраструктуры для ОВЗ),

сложности с монетизацией. Также в процессе SWOT–анализа были выделены такие возможности проекта, как партнерство с государственными программами по доступной среде, интеграция с социальными сервисами, расширение на международные рынки. К угрозам проекта относятся: низкая осведомленность общества о проблемах доступности, конкуренция с универсальными картами (Google Maps, Яндекс.Карты), технические ограничения (GPS–погрешности, отсутствие данных в реальном времени).

Для эффективной работы приложения–маршрутизатора необходимо осуществить предварительный сбор большого объема данных о дорожных объектах и их атрибутах, а также осуществить количественную оценку сложности прохождения тех или иных дорожных объектов представителями разных категорий ОВЗ. Поэтому разработка приложения планируется в 3 этапа:

1. Разработка действующего ресурса для сбора данных о дорожных атрибутах с параллельным осуществлением массового анкетирования целевой аудитории для выявления ее потребностей к функционалу приложения.

2. Сбор совместно с волонтерами базы данных (БД) дорожных узлов города.

3. Доработка приложения для сбора данных с расширением функций на построение пешего маршрута в соответствии с выбранным алгоритмом нахождения кратчайших путей.

В рамках работы осуществлен анализ стиля коммуникации (TOV) приложения для сбора БД дорожных атрибутов с помощью волонтеров и проведены коридорные тесты.

Для оценки коэффициентов проходимости дорожных узлов была разработана анкета оценки потребностей целевой аудитории. Примеры вопросов на рисунке 1.

На следующем этапе исследования была сформулирована ключевая задача: определение оптимальных принципов проектирования пользовательских интерфейсов (UI) для людей с ОВЗ, с акцентом на выбор цветовых схем, обеспечивающих максимальную доступность.

На этапе теоретического анализа были систематизированы научные публикации и нормативные документы, регламентирующие требования к доступности цифровых интерфейсов [3–7] и определены ключевые факторы, влияющие на восприятие интерфейсов пользователями с различными формами зрительных нарушений (дальтонизм, низкая острота зрения).

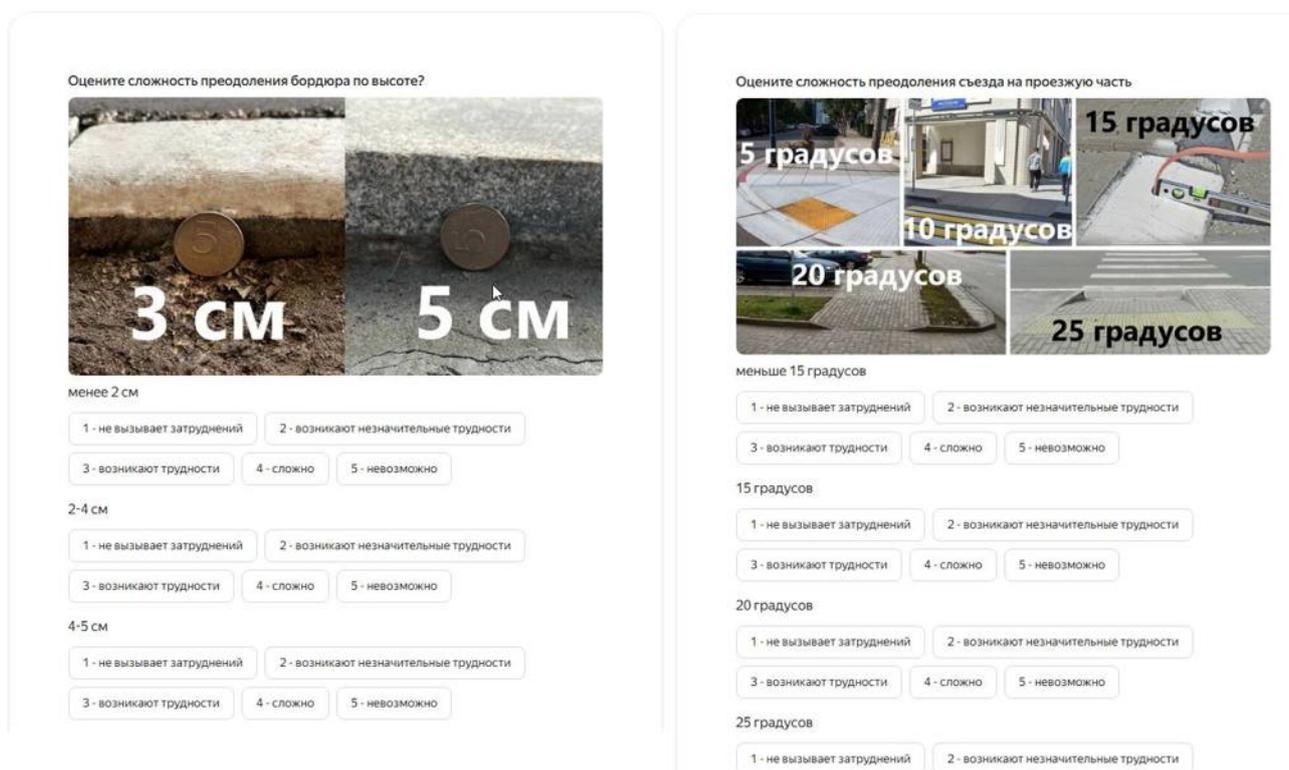


Рисунок 1 –Фрагмент анкеты оценки потребностей целевой аудитории

Далее был проведен сравнительный анализ аналогов, выявлены успешные кейсы адаптивных интерфейсов: Material Design Accessibility, Apple Human Interface Guidelines, Gov.uk, проведена кластеризация подходов к использованию контрастности, семантики цветов и альтернативных способов передачи информации.

Установлено, что использование высококонтрастных цветовых пар (например, #FFFFFF/#000000) снижает когнитивную нагрузку для пользователей с нарушениями зрения. Выявлена необходимость дублирования цветовых индикаторов текстовыми или тактильными элементами для обеспечения доступности при различных формах дальтонизма.

Для снижения когнитивной нагрузки на пользователя в работе предложена стратегия минималистичного дизайна, что позволит достичь следующих результатов:

- улучшение юзабилити за счет сокращения времени на выполнение типовых операций на 20–25 % (по данным предварительного тестирования);
- уменьшение количества ошибок за счет устранения визуального шума, что приведет к повышению точности ввода данных;
- дизайн-система успешно адаптируется под различные типы форм сбора данных без потери целостности.

Ключевыми аспектами стратегии минималистичного дизайна стали:

1. Упрощение визуальной структуры:

- максимальное сокращение нерелевантных элементов интерфейса;
- активное использование негативного (свободного) пространства для улучшения читаемости и фокусировки внимания на ключевых данных.

2. Приоритет функциональности над декоративностью:

- отказ от избыточных графических элементов в пользу четкой иерархии контента;
- применение плоского дизайна (flat design) с ограниченной цветовой палитрой, соответствующей стандартам доступности.

3. Оптимизация пользовательских сценариев:

- минимизация количества действий, необходимых для ввода и обработки данных;
- использование прогрессивного раскрытия информации (progressive disclosure) для предотвращения перегрузки интерфейса.

Критический анализ выявил два потенциальных ограничения данного подхода:

1. Риск чрезмерной упрощенности для сложных сценариев ввода.
2. Необходимость тщательного баланса между «воздухом» и плотностью информации.

На этапе инструментальной реализации проекта были осуществлены:

1. Разработка прототипов интерфейсов в графическом редакторе Figma с применением плагинов для аудита доступности (Adee, Stark).
2. Верификация решений через:
 - тестирование с имитацией различных форм цветовой слепоты (Color Oracle);
 - оценку семантической разметки и клавиатурной навигации.
3. Финальная реализация интерфейсов выполнена с использованием веб-технологий (HTML5, CSS3).

Макеты экранов приложения-маршрутизатора представлены на рисунке 2.

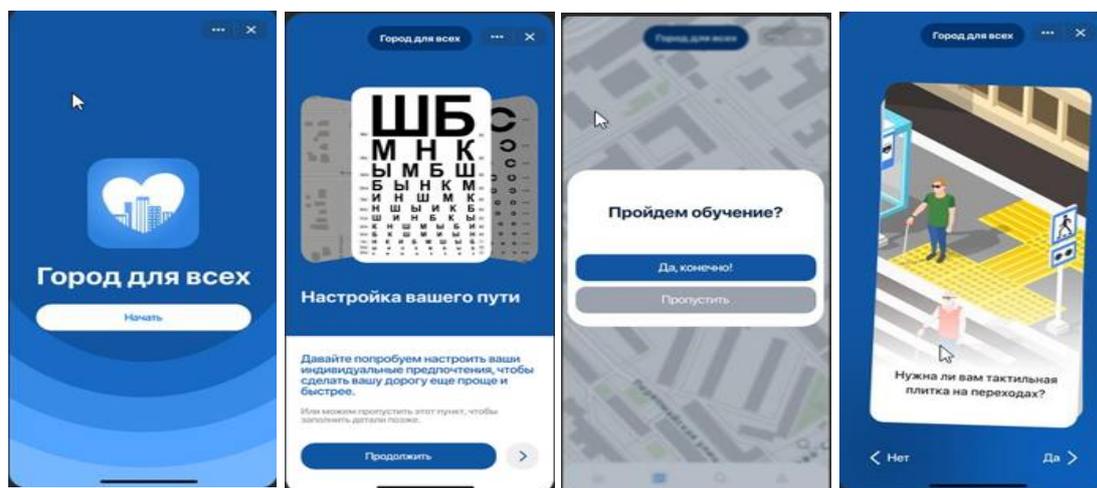


Рисунок 2 – Макеты экранов

Дальнейшие исследования быть направлены на количественную оценку влияния конкретных параметров минимализма (например, плотность элементов, соотношение текст/пустое пространство) на пользовательские метрики.

В заключении по работе сделаны следующие выводы:

1. Применение минималистичного дизайна в сочетании с продуманным использованием негативного пространства доказало свою эффективность для приложений по сбору данных о дорожных узлах города.

2. Комплексный подход, сочетающий теоретический анализ, изучение лучших практик и инструментальную верификацию, позволил разработать интерфейсные решения, соответствующие критериям инклюзивного дизайна.

3. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию адаптивных механизмов для пользователей с когнитивными нарушениями.

Таким образом, сервис для построения маршрута не только повысит мобильность людей с ограниченными возможностями, но и поспособствует созданию инклюзивной городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Райденков Е. Ю. Разработка системы навигации для лиц с ограниченными возможностями здоровья. // Сборник тезисов лучших докладов 79–й научно-технической конференции обучающихся СамГТУ «Дни науки – 2024», Самара, 2024, с. 9–10.
- 2 Федоров А.Ю., Белова Т.А., Райденков Е.Ю., Тычинина Ю.А. Разработка системы навигации для людей с ограниченными возможностями здоровья. / Материалы VI всероссийской научно-практической конференции «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте», Самара 2024, с. 245–249.
- 3 ГОСТ Р 52131–2019. Средства отображения информации знаковые для инвалидов.
- 4 ГОСТ Р 52872–2019. Интернет–ресурсы и другая информация, представленная в электронно–цифровой форме. Требования доступности для людей с инвалидностью.

- 5 ГОСТ Р 52872–2012. Интернет–ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению.
- 6 ГОСТ Р 56645.2–2015. Системы дизайн-менеджмента. Руководство по управлению инклюзивным дизайном.
- 7 Руководство по обеспечению доступности веб-контента (WCAG) 2.2 // URL: <https://ifap.ru/ictdis/wcag.htm> (дата обращения: 03.02.2025).

УДК 004.94
621.865.8

ВЕБ-РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПЕРЕХОДА ПОДРОСТКОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК ВО ВЗРОСЛУЮ НЕФРОЛОГИЧЕСКУЮ СЛУЖБУ

Кокин А. Р.¹, Сандлер И. Л.¹, Седашкин А. А.², Седашкина О. А.³

¹Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

²Самарский университет, г. Самара

³ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», МЗ РФ, г. Самара

Аннотация: с развитием информационных технологий в медицине всё более актуальными становятся решения для мониторинга состояния здоровья пациентов, особенно, среди подростков с хроническими заболеваниями. Хроническая болезнь почек (ХБП) требует постоянного контроля и индивидуального подхода, что делает эффективное управление данными пациентов важной частью современного здравоохранения.

В данной работе представлено решение проблемы ограниченного доступа и функционала существующего десктопного приложения для мониторинга подростков с ХБП. Предложено создание веб-приложения на основе фреймворка Django, которое обеспечит врачам доступ к алгоритму мониторинга через интернет, с возможностью работы на любых устройствах. Веб-версия исключает риски потери данных, так как информация о пациентах сохраняется на сервере в базе данных. Также реализована система регистрации пользователей, что позволяет сохранять и редактировать профили пациентов. Адаптивный дизайн интерфейса обеспечивает удобство работы как на десктопных, так и на мобильных устройствах. В перспективе проект может быть дополнен дополнительными алгоритмами для прогнозирования течения заболеваний, что позволит расширить возможности для помощи пациентам с ХБП и другими почечными заболеваниями.

Ключевые слова: программирование, информационные технологии, веб-разработка, хроническое заболевание почек.

С развитием информационных технологий и растущими возможностями цифровых решений, мониторинг состояния здоровья пациентов, особенно, среди подростков, страдающих хроническими заболеваниями, становится важной частью современной медицины. Хроническая болезнь почек (ХБП) – это то заболевание, которое требует постоянного контроля и индивидуального подхода. Введение алгоритмов, которые позволяют отслеживать изменения в состоянии здоровья таких пациентов, может существенно улучшить качество их жизни и повысить эффективность лечения [1–4].

Цифровизация в здравоохранении предоставляет множество возможностей для внедрения таких решений, например, создание единой цифровой платформы для

мониторинга пациентов с ХБП, которая будет интегрировать данные из различных источников.

Существует десктопная программа для ведения профилей пациентов, обладающих ХБП [4], не достигших совершеннолетия – «Программа для реализации алгоритма перехода подростков с хронической болезнью почек во взрослую нефрологическую службу». [4] Данная программа позволяет вести пользователям (врачам–нефрологам) профили своих пациентов, а именно, отслеживать этапы, которые прошёл их пациент для перевода непосредственно во взрослую нефрологическую службу. Несмотря на то, что программа успешно выполняет свою задачу, она всё же имеет определённые недостатки:

1) Локальный доступ – программа является десктопным приложением, не имеющим доступ в интернет, из–за чего врачи вынуждены сохранять профили своих пациентов на компьютер, с помощью которого они работают, этот фактор является существенным недостатком, так как при повреждении носителя, используемого в компьютере, врач потеряет все данные о своих пациентах.

2) Доступность программы – версию программного обеспечения, представленную в работе [4], нельзя использовать в открытом доступе, т. е. можно скачать только по закрытой ссылке с онлайн сервиса Яндекс Диск, таким образом, программа становится практически недоступной для подавляющего большинства врачей.

Исходя из вышеописанного, в данной работе предлагается решение недостатков путем создания веб-приложения, которое сможет позволить врачам работать с алгоритмом, используемым в программе [4], через открытое пространство интернета на любом доступном для них устройстве.

Основой разработки для веб-версии стало использование современного фреймворка Django, с помощью которого можно создавать онлайн страницы оперируя языком разметки HTML и CSS, языком программирования JavaScript, а также писать логику веб-приложений на языке программирования Python в любой удобной среде разработки [5, 6].

Дизайн веб-сайта, представленный на рисунке 1, был разработан с использованием языка разметки HTML и стилей CSS. Для обеспечения удобства работы на разных устройствах был реализован адаптивный дизайн, который автоматически подстраивается под размер экрана, что позволило создать несколько

версий интерфейса, оптимизированных для различных типов экранов, включая мобильные телефоны и планшеты. Версию адаптивного дизайна для мобильных устройств можно увидеть на рисунке 2.

Концепция веб-версии алгоритма [4] включает использование собственной таблицы данных. Для реализации этого, с применением библиотек фреймворка Django и базы данных SQLite, была создана таблица в базе данных, которая размещается на сервере отдельно от основного проекта. Такой подход обеспечивает сохранность данных пользователей при внесении каких-либо изменений в проект веб-версии, исключая потерю уже внесенных данных.

Для использования веб-версии и функционала на сайте, пользователю необходимо пройти обязательную регистрацию, в противном случае будет отображаться версия для незарегистрированных пользователей с ограничениями и сообщением, предлагающим создать аккаунт пользователя. Это решение принято для того, чтобы обеспечить учёт пользователей в базе данных, а также возможность сохранения профиля и дальнейшего редактирования данных пациента.

Для работы с профилями пациентов, сохранёнными врачами, была разработана отдельная страница, доступ к которой можно получить, нажав кнопку «Сохранённые профили» на странице сайта. Перейдя на эту страницу, врач увидит список профилей своих пациентов (пример представлен на рисунке 3) и получит возможность вносить изменения в цифровые профили пациентов.

Все программные решения, реализованные в процессе разработки, делают алгоритм [4], используемый в веб-версии, более доступным по сравнению с его десктопной версией. Кроме того, веб-версия исключает риск потери данных о пациентах, так как информация сохраняется в базе данных на сервере, что обеспечивает её безопасность и доступность для дальнейшей обработки.

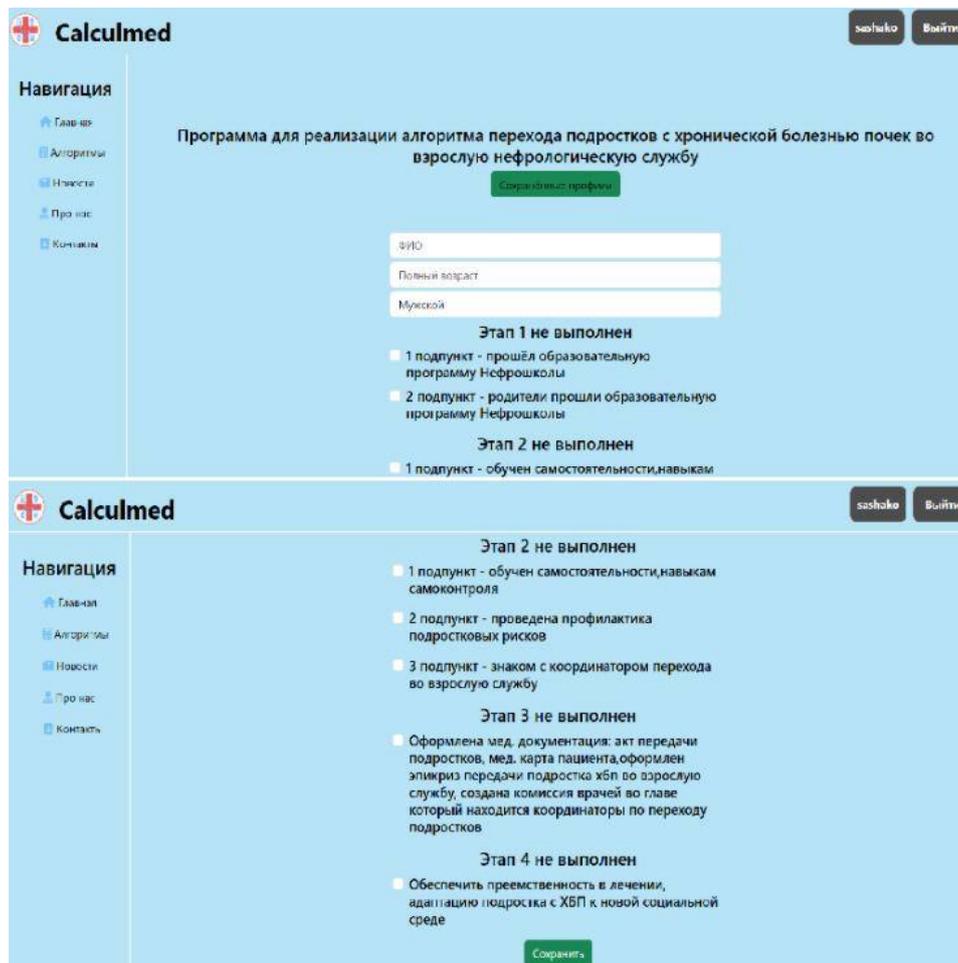


Рисунок 1 – Основной дизайн вебсайта

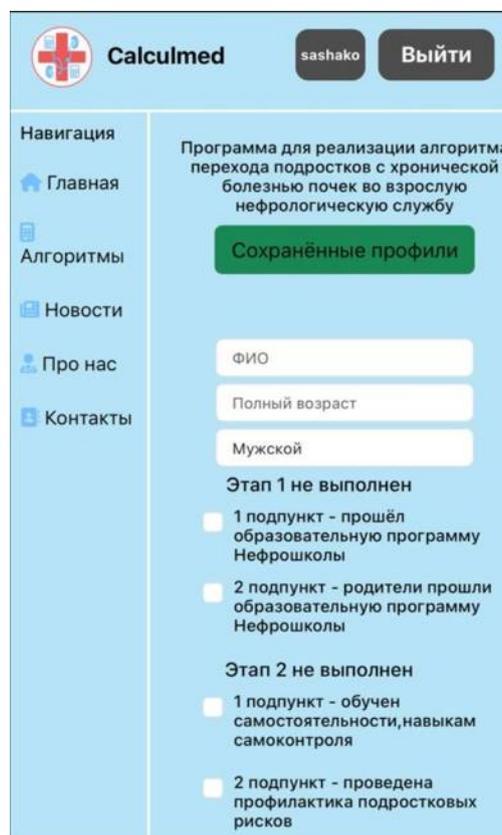


Рисунок 2 – Версия дизайна для мобильных устройств

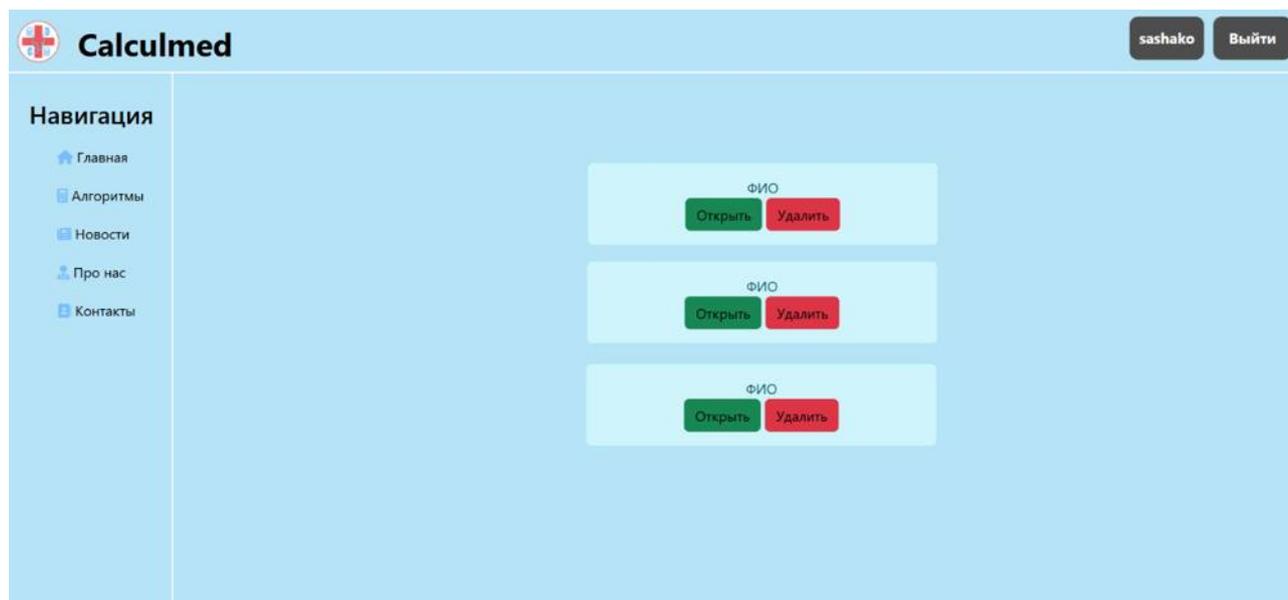


Рисунок 3 – Интерфейс страницы с профилями пациентов

Дальнейшим развитием проекта может стать внедрение уже существующих алгоритмов, направленных на помощь пациентам с ХБП. Одним из таких алгоритмов является «Программа для прогнозирования хронического течения заболевания у детей с острой патологией почек» [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Седашкина О.А., Колсанов А.В., Карась С.И. Характеристика факторов риска и молекулярно–генетических показателей у детей с хроническими заболеваниями почек. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2024;39(3):115–123. <https://doi.org/10.29001/2073–8552–2024–39–3–115–123>
- 2 Маковецкая Г.А., Порецкова Г.Ю., Мазур Л.И., Седашкина О.А., Баринов В.Н., Решетова С.Н. Ребенок с впервые выявленным заболеванием почек и его семья: определение факторов прогрессирования болезни и особенности нефропротекции. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2023;68(3):99–106. <https://doi.org/10.21508/1027–4065–2023–68–3–99–106>
- 3 Седашкина О.А., Порецкова Г.Ю., Маковецкая Г.А. Полиморфизмы генов ренин–ангиотензиновой системы: значение в прогрессировании хронической болезни почек у детей. Российский педиатрический журнал. 2023;23(2):89–94. <https://doi.org/10.46563/1560–9561–2023–26–2–89–94>. EDN: ssjkbv
- 4 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661505 Российская Федерация. «Программа для реализации алгоритма перехода подростков с хронической болезнью почек во взрослую нефрологическую службу» : № 2024660096 : заявл. 07.05.2024 : опублик. 17.05.2024 / А. В. Колсанов, О. А. Седашкина, Г. Ю. Порецкова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN HPFXSC.
- 5 Django для Python: что это за фреймворк, зачем он нужен и как работает / Skillbox Media // Skillbox Media – журнал для профессионалов. Актуальные статьи про бизнес, дизайн, образование, разработку игр и программирование. URL: <https://skillbox.ru/media/code/django–dlya–novichkov–chto–eto–za–freymvork–i–zachem–ego–izuchat/> (дата обращения: 01.10.2024).

- 6 Реальные сайты на django – 15 примеров от соцсетей до браузера // Python на русском – скрипты, библиотеки, модули ~ PythonRu URL: <https://pythonru.com/baza-znanij/realnye-sajty-na-django> (дата обращения: 01.10.2024).
- 7 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024685630 Российская Федерация. Программа для прогнозирования хронического течения заболевания у детей с острой патологией почек: № 2024684552 : заявл. 14.10.2024 : опубл. 30.10.2024 / О. А. Седашкина, А. В. Колсанов, М. Н. Мякотных [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN DVHDCP.

УДК 004.41 (661.018.2)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СВС

Бородин М. И., Данилушкин И. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: рассматривается задача проектирования структуры WEB-приложения, предназначенного для расчета параметров самораспространяющегося высокотемпературного синтеза на основе заданных исходных веществ и их количества. Сформулированы основные функции WEB-приложения; обоснован стек технологий, использующихся для его создания; разработана структура WEB-приложения.

Ключевые слова: самораспространяющийся высокотемпературный синтез, СВС, WEB-приложение, структура, проектирование, разработка.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) – метод получения различных материалов с уникальными свойствами. Для оптимизации и моделирования процессов СВС требуется проведение сложных расчетов. Приложение представляет собой WEB-сервис, который позволяет пользователю задавать состав исходных веществ из списка представленных неорганических компонентов и их количество. Затем приложение производит расчет параметров: адиабатическую температуру горения и тепловой эффект реакции. Сам алгоритм расчёта уже разработан и в работе решается задача его реализации в виде WEB-приложения. Инструментом на стороне пользователя (клиента) будет frontend, который представляет собой графический интерфейс с возможностью отправления запросов к серверу. Сервер представляет собой backend, как реализацию метода расчёта СВС и базу данных для хранения термодинамических коэффициентов веществ.

Основные функции приложения:

- выбор исходных веществ: пользователь выбирает вещества из заранее определенного списка (с возможностью добавления новых веществ администратором);
- задание количества веществ: пользователь определяет количество каждого вещества (в молях, граммах или других единицах измерения);
- расчет параметров СВС: приложение выполняет расчет параметров СВС на основе введенных данных;
- сохранение результатов: пользователь может сохранять результаты расчетов для последующего анализа.

Требования к системе:

- интуитивно понятный и простой интерфейс;
- исполнение расчётов СВС;
- поддержка различных устройств: приложение должно корректно отображаться на различных устройствах (компьютерах, планшетах, смартфонах).

Выбор стека технологий.

Для разработки WEB-приложения для расчета параметров СВС, исходя из простоты освоения и надежности, предлагается использовать следующий стек технологий:

- Java – язык программирования для backend части приложения. Обладает высокой производительностью, надежностью и масштабируемостью;
- MVC (Model–View–Controller) – архитектурный паттерн для организации кода приложения;
- React JS – библиотека JavaScript для разработки пользовательских интерфейсов.

Архитектура WEB-приложения обычно имеет следующую структуру [1]:

- frontend (клиентская часть) – используется для отображения интерфейса и организации взаимодействия с пользователем. Разрабатывается с применением технологий HTML, CSS и JavaScript;
- backend (серверная часть) – используется для обработки frontend-запросов, выполнения расчетов, организации доступа к базе данных и решения задач безопасности. Разрабатывается с применением инструментария Java, Spring Boot и PostgreSQL.

В соответствии с современными тенденциями в разработке WEB-приложений [2], архитектурный паттерн MVC (Модель–Представление–Контроллер) может быть использован для формализации взаимодействия всех компонентов архитектуры приложения. Он использует архитектуру модель–представление–контроллер и разделяет приложение на три основных компонента, как показано на рис. 1 [2]:

- Model (Модель) – представляет данные приложения и логику работы с ними;
- View (Представление) – отвечает за отображение данных пользователю;
- Controller (Контроллер) – обрабатывает запросы от пользователя, обновляет модель и формирует представление для отображения.

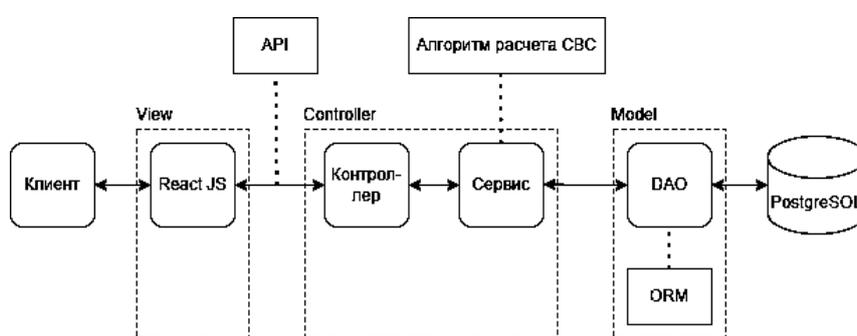


Рисунок 1 – Структурная схема приложения

Пользователь приложения (Клиент) взаимодействует с интерфейсом, разработанным на React JS. Фронтенд отправляет запросы к бэкенду через RESTful API. Контроллер (бэкенд) обрабатывает эти запросы и делегирует выполнение бизнес-логики (в частности, расчёт СВС) сервисному слою. Доступ к базе данных (PostgreSQL) организован через DAO-интерфейсы, использующие ORM-технологии для преобразования объектов приложения в реляционные структуры данных.

В контексте приложения, модель может содержать классы, представляющие вещества, расчеты, результаты расчетов и т. д. Представление будет отвечать за отображение форм для ввода данных и вывода результатов. Контроллер будет принимать запросы от пользователя, вызывать методы модели для выполнения расчетов и передавать данные в представление для отображения.

Взаимодействие клиента с сервером будет выполнено по правилам REST – это архитектура веб-сервисов с базовым принципом: «просто, масштабируемо и гибко». REST API использует HTTP методы (GET, POST, PUT, DELETE) для работы с ресурсами (например, веществами, расчетами, пользователями).

В WEB-приложении RESTful API предлагается использовать для взаимодействия

между frontend и backend. Например, frontend будет отправлять POST–запрос на URL /calculations для создания нового расчета, а backend будет возвращать JSON–ответ с результатами расчета.

Разработка WEB-приложения для расчета параметров СВС является актуальной задачей. Новые современные инструменты, такие как JAVA, Spring Boot, PostgreSQL, RESTful API и MVC помогут разработать приспособленное, надежное и защищенное приложение, которое будет полезно для широкого круга пользователей. Правильно спроектированная структура приложения и выбор подходящих технологий обеспечит успешную реализацию проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Полуэктова, Н.Р. Разработка веб-приложений: учебное пособие для вузов/ Н.Р. Полуэктова. – М.: Юрайт, 2021. – 204 с.
- 2 Умрихин, Е.Д. Разработка веб-приложений с помощью ASP.NET Core MVC: учебное пособие/ Е.Д. Умрихин. – М.: БХВ–Петербург, 2021. – 320 с.

УДК 004.9

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЭД «DIRECTUM RX» И «ТЕЗИС» В ВУЗАХ

Липатова М. Н., Тарасова А. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация. В данной статье автор проводит сравнительный анализ отечественных СЭД «Directum RX» и «ТЕЗИС», дает краткую характеристику, рассматривает функциональные возможности, интегрируемость и стоимость каждой из систем; подчеркивает необходимость использования СЭД в ВУЗах.

Ключевые слова: документооборот, автоматизация, делопроизводство, системы электронного документооборота, цифровая подпись.

Внутренняя деятельность современных организаций основана на огромном количестве информационных процессов, связанных с документами. В условиях информационного общества эффективно управлять организацией можно только при наличии развитой информационной инфраструктуры. Вузы здесь не исключение, поэтому организации высшего образования активно совершенствуют системы документооборота. Электронный документооборот (ЭДО) стал востребован в последнее десятилетие, в особенности – после пандемии COVID-19. В числе главных преимуществ ЭДО – быстрый доступ к электронному архиву, всегда актуальная информация и защищённые базы данных.

Можно выделить четыре разных подхода к переходу на ЭДО в ВУЗах:

- 1) использование автономной системы электронного документооборота (СЭД);
- 2) применение корпоративной подсистемы либо надстройки;
- 3) разработка собственной системы под запросы ВУЗа;
- 4) аренда облачного «пространства» в информационных сервисах [1].

Каждый подход имеет свои плюсы и минусы. В данной работе рассмотрим возможности использования ВУЗами автономной системы электронного документооборота (СЭД).

Документооборот ВУЗа имеет свою специфику. В основном большое количество документов касается образовательной и управленческой деятельности. Все документы создаются и формируются в различных информационных системах на разных кафедрах и факультетах. Очень важно, чтобы документы, хранящиеся в системе, были изолированы от внешней среды, либо их обработка производилась в защищенном контуре. Это требуется в целях информационной безопасности [1].

На российском рынке представлено более 50 СЭД, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Две наиболее популярные – «ТЕЗИС» и «Directum RX». Обе системы имеют широкий функционал и могут быть использованы в ВУЗах с целью решения приведенных выше проблем.

СЭД «Directum RX» – это отечественная разработка компании «Directum», официально внесённая в реестр российского ПО. Начальная версия «Directum» была выпущена в 2003 году, а в 2023 году она стала первой российской системой в категориях «06.12 Программное обеспечение средств электронного документооборота» и «04.08 Интегрированные платформы для создания приложений», которые относятся к сфере искусственного интеллекта. Это достижение позволило «Directum RX» закрепить за собой статус одной из ведущих, а также инновационных систем электронного документооборота в стране. [2]

СЭД «ТЕЗИС» выпущена отечественной компанией «Haulmont» в 2010 году, также внесена в Единый реестр российского программного обеспечения. [3]

Сравним обе системы по ключевым критериям: техническим характеристикам, гибкости, безопасности и ценовой доступности.

СЭД «ТЕЗИС» и «Directum RX» имеют схожие технические характеристики. Обе системы обеспечивают полный цикл работы с документами: от их создания и

согласования до подписания, хранения в электронном архиве и последующего использования. Также они поддерживают работу с машиночитаемыми доверенностями и обеспечивают юридически значимый электронный документооборот с использованием электронной подписи и соблюдением требований законодательства.

Системы поддерживают онлайн-редактирование, позволяя нескольким пользователям одновременно работать с одним и тем же документом. Благодаря встроенному искусственному интеллекту в системах реализовано распознавание текста, позволяющее работать с отсканированными документами и автоматизировать ввод данных. Функция сравнения версий показывает внесенные редактором изменения, таким образом, повышается прозрачность документооборота.

«ТЕЗИС» и «Directum RX» содержат функционал для ведения электронного и финансового архивов. Электронный архив централизованно хранит большие объемы документов, а финансовый предоставляет удобные инструменты для работы с бухгалтерской отчетностью.

Для работы с организационными процессами обе программы имеют специальный конструктор. Он визуализирует организационно-штатную структуру учреждения и учитывает ее в настройке маршрутов согласования, позволяя отслеживать движение и статус документа, видеть текущую стадию обработки и контролировать сроки.

Производители «Directum RX» и «ТЕЗИС» предлагают пользователям коробочные и облачные версии программ, схожие по функциональным возможностям, но различные по безопасности. Коробочная версия позволяет размещать систему на собственных серверах, обеспечивая, таким образом, полный контроль над данными. Подобный подход наиболее привлекателен для ВУЗов, так как они имеют высокие требования к конфиденциальности. Но данная версия требует значительных затрат на инфраструктуру и техническую поддержку. Облачные решения легко масштабируются и обновляются автоматически, снижая нагрузку на IT-отдел и значительно экономя на инфраструктуре. Однако зависимость от интернета и хранение данных на серверах провайдера могут вызывать опасения по поводу безопасности и конфиденциальности.

Обе системы обеспечивают высокий уровень защиты информации. Для безопасности данных ими используются современные методы шифрования, гарантирующие конфиденциальность как при передаче, так и при хранении данных.

Аутентификация и авторизация пользователей реализуется на многоуровневой основе. Это позволяет контролировать доступ к документам в зависимости от ролей и прав пользователей системы. Кроме того, системы включают механизмы защиты от несанкционированного доступа, такие как ограничения по IP-адресам и геолокации. Обе системы обладают сертификатами соответствия Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК).

Ценовая доступность систем электронного документооборота «ТЕЗИС» и «Directum RX» значительно различается. Обе компании производители предоставляют бесплатные демоверсии, позволяющие ознакомиться с функционалом. Однако для полнофункциональных платных версий «Directum RX» предлагает лишь 90-дневный пробный период, а «ТЕЗИС» – 180-дневный [2, 3].

Рассмотрим минимальную стоимость 100 облачных и коробочных лицензий. Ежемесячная плата за облачные лицензии «Directum RX» составляет 39 700 рублей, в то время как у «ТЕЗИС» – 80 000 рублей. На первый взгляд, «Directum RX» выглядит дешевле, но при покупке вечных (коробочных) лицензий ситуация меняется: 100 лицензий «Directum RX» обойдутся в 1 403 600 рублей, а «ТЕЗИС» – всего в 500 000 рублей. Стоит учитывать и стоимость ежегодного обновления коробочной версии ПО: у «Directum RX» она составляет 20 % от стоимости лицензий, а у «ТЕЗИС» – 15 %. Таким образом, в контексте коробочных решений, «ТЕЗИС» выглядит доступнее [2, 3].

Выбор между данными системами во многом зависит от бюджета образовательной организации и ее требований к функционалу. СЭД «Directum RX» – это решение, которое чаще выбирают крупные ВУЗы, готовые инвестировать в мощное, гибкое и масштабируемое решение. СЭД «ТЕЗИС» – оптимальный вариант для образовательных учреждений, ищущих доступную и эффективную систему, способную оптимизировать их документооборот без чрезмерных затрат. Переход на электронный документооборот является необходимым шагом для любого современного ВУЗа, ведь СЭД – это ключ к новым возможностям и перспективам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Корнеева И.К., Кудряева В.А. Делопроизводство и документооборот: практическое пособие. Москва: Проспект, 2023. – ISBN 978–5–392–35419–7.
- 2 Directum: официальный сайт. – URL: <https://www.directum.ru/> (дата обращения: 19.01.2025).
- 3 ТЕЗИС : официальный сайт. – URL: <https://www.tezis-doc.ru> (дата обращения: 25.01.2025).

УДК 004.94
621.865.8

ВЕБ-РЕАЛИЗАЦИЯ КАЛЬКУЛЯТОРА РАСЧЕТА РИСКА ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК У ДЕТЕЙ

Кокин А. Р.¹, Сандлер И. Л.¹, Седашкин А. А.², Седашкина О. А.³

¹Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

²Самарский университет, г. Самара

³ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», МЗ РФ, г. Самара

Аннотация: в статье рассмотрен вопрос доступности медицинских программных обеспечений, которые, в большинстве своём, находятся в локальном доступе, а также то, почему важно реализовывать такие алгоритмы в виде онлайн приложений путём создания веб сайтов, используя современные инструменты программирования, в список которых входят языки разметки, языки программирования, фреймворки, базы данных, в результате использования которых в статье представлена версия подобного веб сайта, содержащего в себе реализацию одного из таких алгоритмов – калькулятора, позволяющего рассчитывать риск возникновения хронической болезни почек у детей, а также реализация адаптивного дизайна, что позволяет сделать данный веб сервис доступным с разных устройств и облегчить работу сотрудников нефрологических и педиатрических отделений, более того, на сайте был организован сбор статистических данных, который позволит улучшать описанный выше алгоритм и помогать, с помощью этих данных, медицинским учреждениям.

Ключевые слова: Программирование, Информационные технологии, Веб-разработка, Хроническое заболевание почек

В условиях стремительного развития информационных технологий наблюдается рост потребности общества в использовании онлайн-сервисов, функционирующих в интернет-пространстве. Особую значимость приобретает внедрение алгоритмов прогнозирования течения заболеваний, что представляет собой актуальное направление в здравоохранении. Разработка и интеграция подобных сервисов обеспечивают медицинским специалистам возможность оперативного доступа к необходимым данным с любого устройства, подключённого к сети Интернет, что способствует повышению эффективности медицинской деятельности.

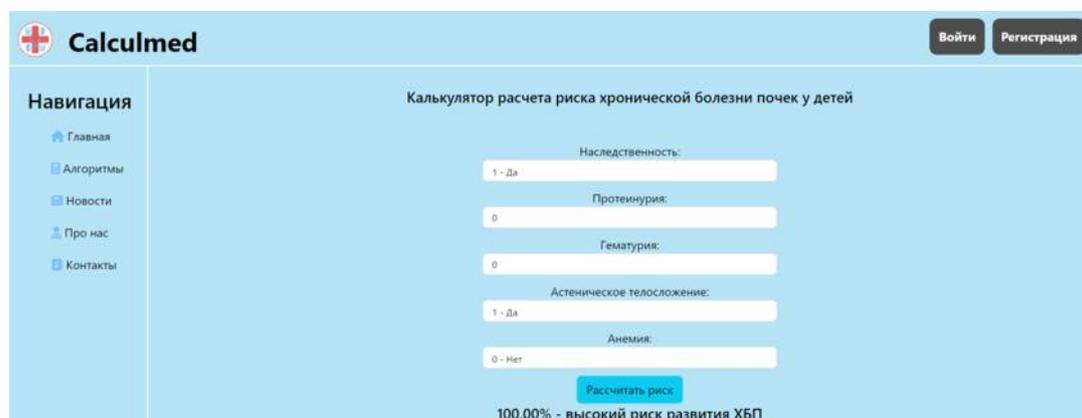
Рассчитать риск развития ХБП (Хроническая болезнь почек) у детей в настоящий момент можно, используя программное обеспечение «Калькулятор расчета риска хронической болезни почек у детей» [1]. Данное решение [1] позволяет медицинским специалистам рассчитывать риск развития ХБП, используя данные анализов пациентов. Программная реализация калькулятора [1], написанная на языке программирования Python, работает только на локальных компьютерах пользователей, что является существенным минусом, так как медицинский специалист может работать с ним только за одной рабочей станцией на своем рабочем месте, а также программа не имеет возможности сбора статистических

данных, которые могли бы в будущем помочь медицинским учреждениям и организациям.

Целью данной работы является разработка веб-приложения, позволяющего работать с алгоритмом калькулятора [1] в интернет-пространстве, используя доступное для пользователя устройство или браузер, который поможет решить проблему, возникающую в связи с недостатками программного обеспечения [1], описанными выше.

Решением данной цели стало создание веб-приложения, доступ к которому осуществляется через браузер на пользовательском устройстве. Разработка веб-сайта выполнена с использованием фреймворка Django, предоставляющего средства для интеграции современных языков программирования и разметки, таких как Python, CSS, HTML и JavaScript. Применение данного фреймворка обеспечивает удобную среду для одновременной работы как с клиентской (визуальной), так и с серверной (логической) частью веб-приложения, что способствует эффективной реализации функционала системы.

Основной дизайн веб-сайта был разработан с использованием языка разметки HTML, что представлено на рисунке 1. В целях обеспечения адаптивности интерфейса, включая корректное отображение на устройствах с различными размерами экранов, был применён язык стилей CSS. Данное решение позволяет пользователям, в том числе медицинским специалистам, эффективно использовать сайт на различных устройствах, включая мобильные телефоны и планшеты. Адаптивный дизайн для мобильных устройств представлен более подробно на рисунке 2.



The screenshot displays the main interface of the Calculmed website. At the top left is the logo with a red cross and the text 'Calculmed'. To the right are buttons for 'Войти' (Login) and 'Регистрация' (Registration). A navigation menu on the left lists: Главная (Home), Алгоритмы (Algorithms), Новости (News), Про нас (About us), and Контакты (Contacts). The main content area is titled 'Калькулятор расчета риска хронической болезни почек у детей' (Calculator for calculating the risk of chronic kidney disease in children). It contains five input fields: 'Наследственность:' (Hereditary) with '1 - Да' (1 - Yes), 'Протеинурия:' (Proteinuria) with '0', 'Гематурия:' (Hematuria) with '0', 'Астеническое телосложение:' (Asthenic body build) with '1 - Да' (1 - Yes), and 'Анемия:' (Anemia) with '0 - Нет' (0 - No). A blue 'Рассчитать риск' (Calculate risk) button is positioned below the fields. At the bottom, the result is shown as '100.00% - высокий риск развития ХБП' (100.00% - high risk of developing CKD).

Рисунок 1 – Основной дизайн веб-сайта

The screenshot shows the mobile interface of the Calculmed application. At the top, there is a logo with a red cross and the text 'Calculmed', along with 'Войти' (Login) and 'Регистрация' (Registration) buttons. A navigation menu on the left includes 'Главная' (Home), 'Алгоритмы' (Algorithms), 'Новости' (News), 'Про нас' (About us), and 'Контакты' (Contacts). The main content area is titled 'Калькулятор расчета риска хронической болезни почек у детей' (Kidney Disease Risk Calculator for Children). It contains several input fields: 'Наследственность:' (Hereditary), 'Протеинурия:' (Proteinuria) with a sub-label 'Введите число' (Enter number), 'Гематурия:' (Hematuria) with a sub-label 'Введите число' (Enter number), 'Астеническое телосложение:' (Asthenic body build), and 'Анемия:' (Anemia). A blue button labeled 'Рассчитать риск' (Calculate risk) is positioned below the inputs. At the bottom, the result is displayed: '97.50% - высокий риск развития ХБП' (97.50% - high risk of CKD development).

Рисунок 2 – Адаптивная вёрстка для мобильной версии сайта

Логика функционирования веб-приложения была реализована с использованием языка программирования Python. В рамках веб-сайта предусмотрены несколько ролей пользователей: Неавторизованный пользователь, Авторизованный пользователь и Администратор. Доступ к алгоритму калькулятора предоставляется независимо от статуса авторизации пользователя. Администратор имеет расширенные полномочия, включая возможность просмотра базы данных через специализированную панель администратора, создания новых баз данных и управления аккаунтами зарегистрированных пользователей. С использованием библиотек, встроенных в фреймворк Django, был организован сбор и хранение статистических данных, вводимых пользователями, в базе данных SQLite. Данное решение позволяет администратору проводить анализ на основе собранной информации. Результаты учёта (пример) данных алгоритма в базе данных сайта представлены на рисунке 3.

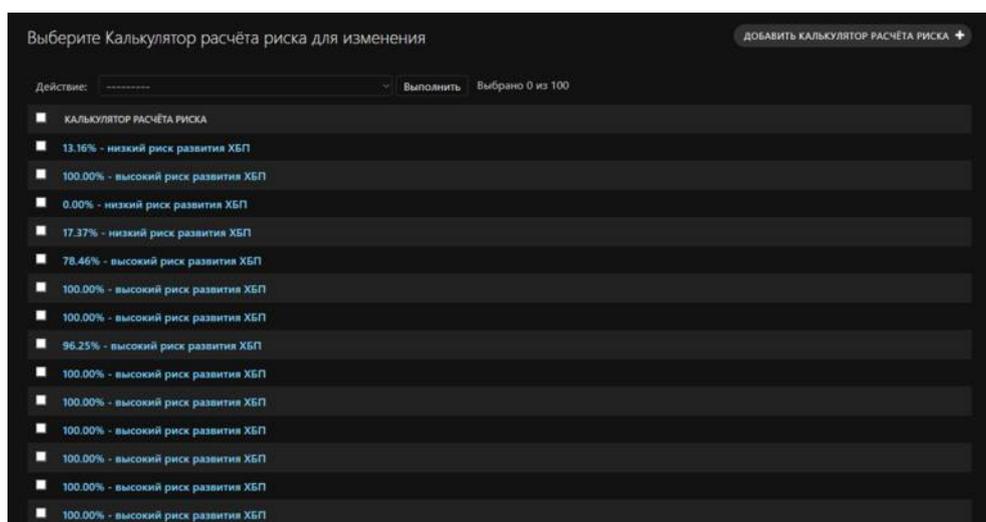


Рисунок 3 – Учёт данных алгоритма в базе данных (пример)

Принятые в ходе разработки программные решения обеспечат медицинским специалистам более удобный доступ к алгоритму калькулятора, позволяя использовать его в любых условиях, в том числе и на мобильных устройствах. Сбор статистических данных способствует повышению точности работы алгоритма, минимизируя вероятность возникновения статистических ошибок в программе.

Перспективным направлением является интеграция уже существующих алгоритмов, предназначенных для работы с пациентами, которые в настоящее время реализованы в виде локальных десктопных приложений. К таким алгоритмам относятся «Программа для прогнозирования хронического течения заболевания у детей с острой патологией почек» [6] и «Программа для реализации алгоритма перехода подростков с хронической болезнью почек во взрослую нефрологическую службу» [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024685217 Российская Федерация. Калькулятор расчета риска хронической болезни почек у детей : № 2024684572 : заявл. 14.10.2024 : опубл. 25.10.2024 / О. А. Седашкина, А. В. Колсанов, Р. Р. Юнусов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN JSUTXI.
- 2 Седашкина О.А., Колсанов А.В., Карась С.И. Характеристика факторов риска и молекулярно–генетических показателей у детей с хроническими заболеваниями почек. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. 2024;39(3):115–123. <https://doi.org/10.29001/2073–8552–2024–39–3–115–123>
- 3 Django documentation // django URL: <https://docs.djangoproject.com/en/5.1/> (дата обращения: 10.02.2025).
- 4 Седашкина О.А., Порецкова Г.Ю., Маковецкая Г.А. Полиморфизмы генов ренин–ангиотензиновой системы: значение в прогрессировании хронической болезни почек у

детей. Российский педиатрический журнал. 2023;23(2):89–94. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2023-26-2-89-94>. EDN: ssjkbv

- 5 Седашкина, О. А. Ранняя диагностика хронической болезни почек у детей с помощью алгоритмов машинного обучения / О. А. Седашкина, А. В. Колсанов // Врач и информационные технологии. – 2024. – № 3. – С. 72–85. – DOI 10.25881/18110193_2024_3_72. – EDN TQBXWQ.
- 6 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024685630 Российская Федерация. Программа для прогнозирования хронического течения заболевания у детей с острой патологией почек : № 2024684552 : заявл. 14.10.2024 : опубл. 30.10.2024 / О. А. Седашкина, А. В. Колсанов, М. Н. Мякотных [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN DVHDCP.
- 7 Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661505 Российская Федерация. «Программа для реализации алгоритма перехода подростков с хронической болезнью почек во взрослую нефрологическую службу» : № 2024660096 : заявл. 07.05.2024 : опубл. 17.05.2024 / А. В. Колсанов, О. А. Седашкина, Г. Ю. Порецкова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN HPFXSC.

УДК 004.9:72.02:69

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ: КАК ВИРТУАЛЬНЫЕ КОПИИ МЕНЯЮТ НАУКУ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

Бабенко А. С., Скибин Ю. В.

Самарский государственный экономический университет, г. Самара

Аннотация: статья посвящена исследованию преимуществ использования цифровых двойников в строительстве и архитектуре. Рассматривается, как эти виртуальные модели повышают эффективность проектирования, строительства и эксплуатации зданий. Использование BIM, IoT, ИИ и анализа данных позволяет создавать точные виртуальные копии объектов, предсказывать возможные проблемы и оптимизировать процессы. В результате внедрения цифровых двойников достигается снижение затрат, повышение надежности инфраструктуры и открываются новые перспективы для инновационного развития строительной отрасли.

Ключевые слова: цифровой двойник, виртуальная модель, строительство, архитектура, оптимизация ресурсов в строительстве.

В строительной отрасли наблюдается активное внедрение цифровых инструментов, что значительно улучшает процессы проектирования и обслуживания зданий. Ключевым нововведением являются цифровые двойники, представляющие собой виртуальные модели реальных объектов, постоянно синхронизирующиеся с ними. Благодаря этому можно предвидеть потенциальные сложности и повысить эффективность функционирования зданий и инфраструктурных объектов.

Цель данной статьи – рассмотреть роль цифровых двойников в строительстве и архитектуре, проанализировать методы их создания и внедрения, а также изучить их влияние на практическое применение в отрасли.

Основная задача цифрового двойника в строительстве и архитектуре – создание точной виртуальной модели здания, которая позволяет:

- на этапе проектирования – анализировать конструктивные особенности, усовершенствовать использование материалов, адаптировать под экологические и климатические условия.

- на этапе строительства – прогнозировать возможные отклонения от проекта, координировать работу подрядчиков.

- во время эксплуатации – отслеживать состояние здания, прогнозировать износ конструкций, сократить затраты на обслуживание.

Для создания цифрового двойника используются современные технологии:

1. BIM (Building Information Modeling) – информационное моделирование зданий, позволяющее создавать детализированные 3D-модели объектов с полными данными о материалах, конструкциях и инженерных системах [2].

2. IoT (Internet of Things): обеспечивает сбор данных с датчиков, установленных на оборудовании, для мониторинга и анализа в реальном времени [4].

3. Искусственный интеллект (AI): используется для анализа данных и прогнозирования поведения систем, что позволяет оптимизировать процессы и повышать эффективность.

4. Облачные вычисления: предоставляют масштабируемые ресурсы для хранения и обработки больших объемов данных, обеспечивая доступность и гибкость цифровых двойников.

5. Аналитика больших данных: позволяет обрабатывать и анализировать огромные массивы информации, полученные от IoT-устройств, для выявления скрытых закономерностей и принятия обоснованных решений [4].

Применение цифровых двойников уже дало положительные результаты. Например, использование BIM-технологий позволило сократить сроки проектирования и снизить затраты на строительство до 10 % [2]. Также компании, использующие цифровые двойники, отмечают снижение аварийных ситуаций и внеплановых ремонтов за счет прогнозирования износа конструкций.

Одним из примеров применения цифровых двойников в сфере строительства является жилой комплекс премиум-класса в Сиднее под названием One Sydney Harbour, спроектированного известным итальянским архитектором Ренцо Пиано. Цифровой двойник позволил выявить и исправить незавершённые детали и ошибки в дизайн-проекте комплекса зданий с гораздо более высокой степенью детализации, чем это было бы достигнуто при традиционном подходе [1].

Полученные результаты показывают, что цифровые двойники могут применяться для решения широкого круга задач:

1. Проектирование и визуализация – создание точных 3D-моделей зданий и инфраструктуры.
2. Контроль строительства – мониторинг соответствия проекта и реального строительства.
3. Оптимизация эксплуатации – управление инженерными системами для снижения затрат.
4. Городское планирование – моделирование транспортных потоков, пешеходных зон, освещенности.

Использование цифровых двойников в строительстве и архитектуре существенно трансформирует способы проектирования и эксплуатации зданий. Благодаря этим технологиям становится возможным оптимальное использование ресурсов, улучшение качества и надежности объектов, а также уменьшение затрат на их обслуживание. С прогрессом технологий значение цифровых двойников будет только возрастать, открывая новые горизонты для инноваций в сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Sodislab [Электронный ресурс] // URL: <https://www.sodislab.com/ru/blog/digitaltwins> (дата обращения 12.03.2025).
- 2 Википедия [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM>. (дата обращения 16.03.2025).
- 3 Градостроительный комплекс Москвы [Электронный ресурс] // URL: <https://stroi.mos.ru/news/bim-tiekhnologhii-pozvoliaiat-sokratit-zatraty-na-stroitelstvo-do-10-ekspiert> (дата обращения 19.03.2025).
- 4 Лель-Махфади М. А. А. Проблемы цифровизации строительной отрасли в России: магистерская диссертация // Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. Екатеринбург. 2020. 92 с.

РАЗРАБОТКА ИНКЛЮЗИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ–МАРШРУТИЗАТОРА

Гладкова П. А., Филонова П. В., Фомин И. А., Сиденко С. В.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: статья посвящена разработке инклюзивного интерфейса для приложения–маршрутизатора, ориентированного на потребности пользователей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), включая слабовидящих и лиц с ментальными особенностями. Описываются такие этапы работы как анализ требований к приложению по каждой группе ОВЗ, определение перечня значимых элементов дизайна для каждой категории. Основное внимание уделено выявлению требований к интерфейсу, которые обеспечивают доступность, удобство и комфорт использования приложения. В работе анализируются существующие методы инклюзивного проектирования, такие как использование высококонтрастных цветовых схем, адаптивных шрифтов, специализированных пиктограмм, голосового управления и других средств альтернативной коммуникации. Цель исследования – предложить решения, которые минимизируют барьеры взаимодействия пользователей с приложением и учитывают их индивидуальные особенности. Применение данных методов способствует социальной интеграции пользователей с ОВЗ и расширению целевой аудитории цифровых продуктов.

Ключевые слова: альтернативная коммуникация, дизайн, особые потребности пользователя, системный анализ, графический интерфейс, речевые нарушения, слабовидящие, скринридер, классификация целевой аудитории, ментальные особенности, ясный язык.

Современные цифровые продукты становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, однако их доступность для пользователей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) часто оставляет желать лучшего. Проблема доступности актуальна и при использовании мобильных приложений, в том числе приложений–маршрутизаторов, которые должны обеспечивать простую и понятную навигацию для всех категорий пользователей. Так, например, слабовидящие пользователи сталкиваются с трудностями восприятия информации из–за недостаточного контраста или мелкого шрифта, а лица с ментальными особенностями требуют упрощенного интерфейса и четкой структуры элементов.

Целью данной работы является формирование требований к интерфейсу маршрутизатора для слабовидящих пользователей и лиц с ментальными особенностями, а также разработка рекомендаций по созданию инклюзивного дизайна приложения. Это позволит не только повысить доступность приложения, но и обеспечить его удобство для всех пользователей. Работа выполнена в рамках разработки системы мобильной навигации для людей с ОВЗ [1].

Для структурирования всех этапов работы была построена IDEF0-диаграмма (рисунок 1). На начальном этапе (блок А1 на рисунке 1) требовалось осуществить классификацию представителей целевой аудитории по критерию способности к

коммуникациям с мобильными приложениями. Пользователями проектируемого приложения будут лица с нарушениями слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата (НОДА), а также с ментальными особенностями. Для лиц с НОДА, как правило, не предусматриваются особые средства интерфейса за исключением средств голосового ввода информации в случае отсутствия у пользователя возможности вводить в систему текстовые запросы, например, при отсутствии рук или их паралича. У лиц с нарушением слуха также обычно не возникает проблем коммуникации с мобильными приложениями. Таким образом, самыми сложными для организации коммуникации являются слабовидящие и лица с ментальными особенностями. Классификация пользователей мобильных приложений, имеющих сложности коммуникации представлена на рисунке 2.

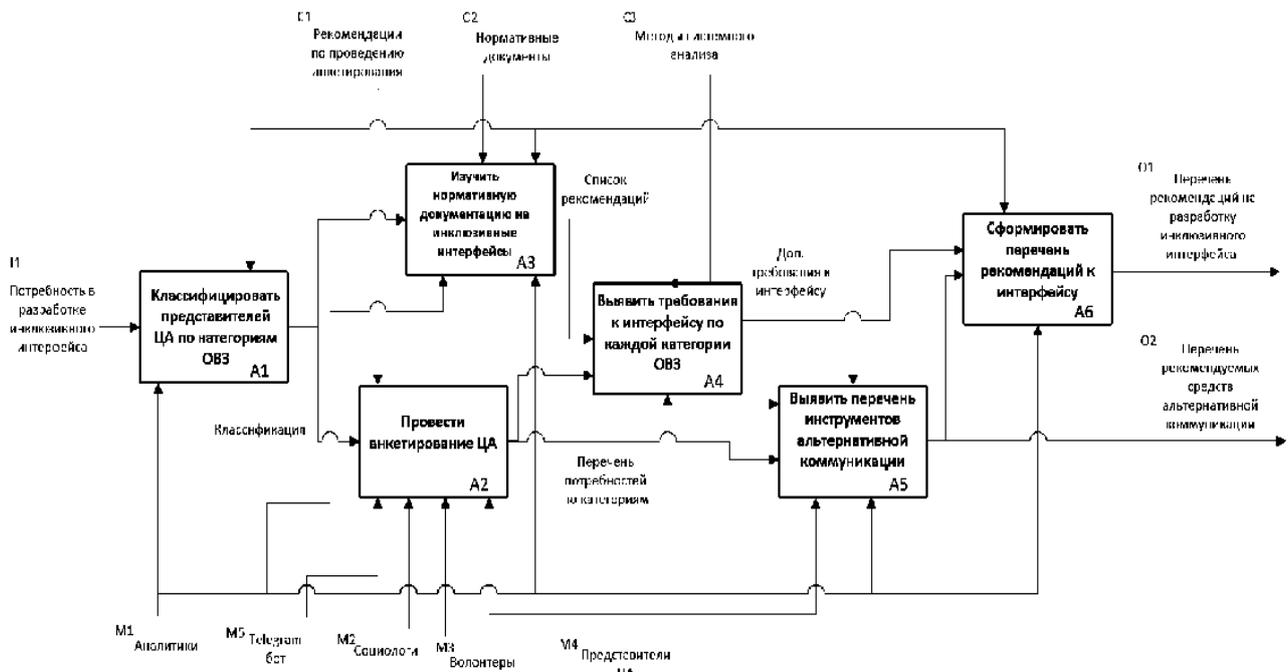


Рисунок 1 – IDEF0–диаграммы

Для выявления потребностей пользователей программы-маршрутизатора необходимо провести массовое анкетирование целевой аудитории (блок А2 на рисунке 1). С этой целью разрабатывается Telegram-бот. Опрос целевой аудитории позволит не только выявить потребности к функциональной части приложения и интерфейсу, но и оценить сложность проходимости тех или иных дорожных узлов города для разных категорий ОВЗ.



Рисунок 2 – Классификация пользователей

На следующем этапе была изучена нормативная документация (блок А3 на рисунке 1). Были изучены российские ГОСТы [2–5] и международное руководство по обеспечению доступности веб-контента WCAG [6]. Предлагаемые методы визуального дизайна для пользователей с нарушением зрения, включающие высококонтрастные цветовые схемы, чёткую типографику и структуру текста, требования к шрифтам, поддержку скринридеров, минимизацию визуального шума, представлены на рисунке 3.

Часть пользователей со слабым зрением не используют специальные варианты интерфейса для слабовидящих или средства альтернативной коммуникации, они рассматривают экран, поднеся его близко к глазам, то есть используют интерфейс с «подглядом». Другая часть слабовидящих пользователей имеет отклонения с восприятием цветов или монохромное видение. Для таких пользователей важны настройки контрастности и цветовой схемы. Для следующей категории слабовидящих необходимо предусмотреть шаблон для упрощенного восприятия информации с изменением размера шрифта, расцветки и контрастности. Для totally blind необходимо предусмотреть такие средства альтернативной коммуникации, как скринридеры – специальные программы, которые озвучивают всё, что происходит на экране. В качестве средств альтернативной коммуникации для слабовидящих были разработаны специальные контрастные пиктограммы, обозначающие в приложении проблемные для данной категории ОВЗ дорожные атрибуты.

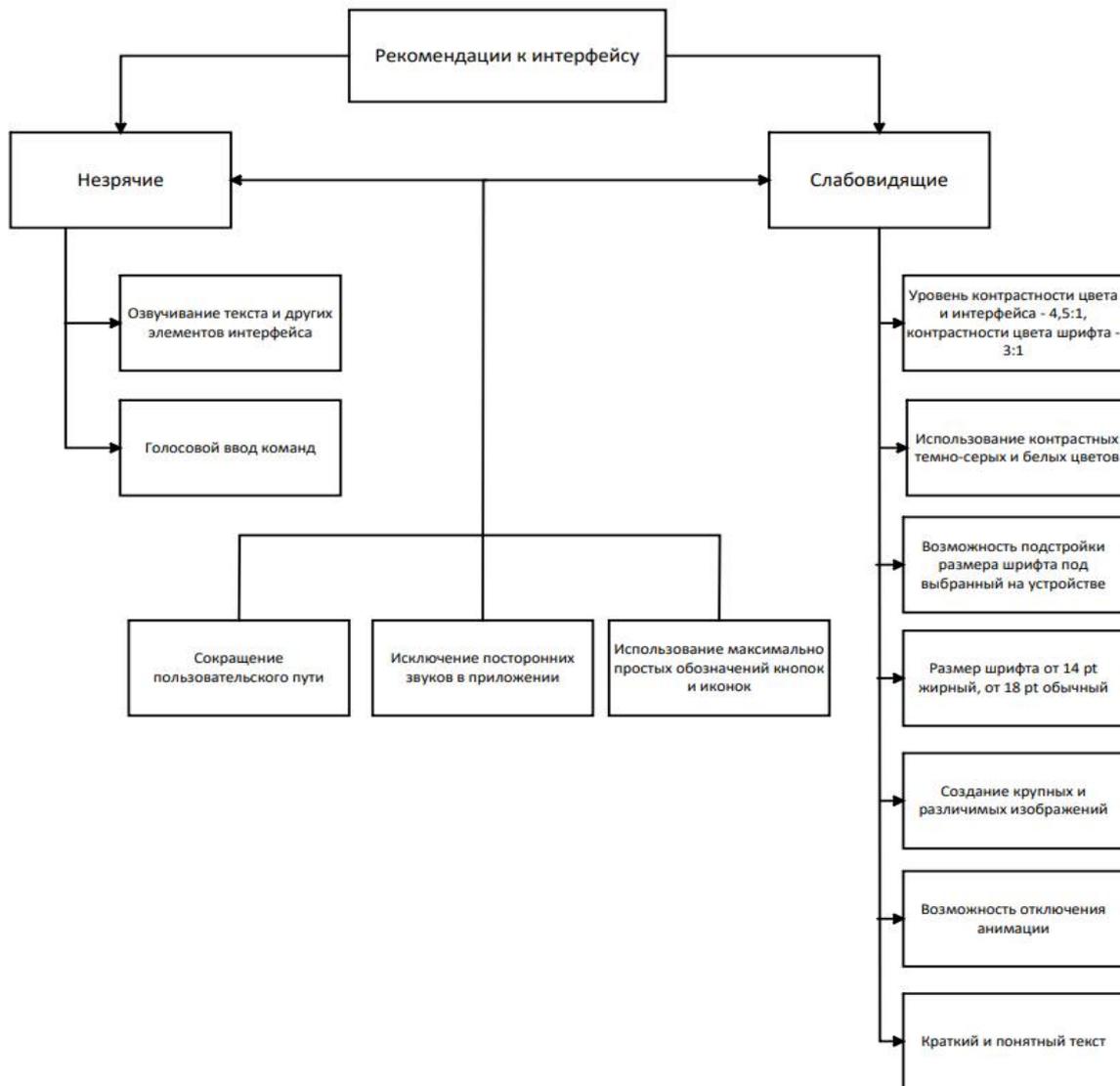


Рисунок 3 – Рекомендации к разработке интерфейса для слабовидящих

Особое внимание при разработке инклюзивного интерфейса необходимо уделить категории людей с ментальными особенностями. Лица с ментальными особенностями нуждаются в интуитивно понятной навигации и минимизации когнитивной нагрузки через четкие инструкции и простую визуализацию. Многие люди с тяжелыми психофизическими особенностями испытывают сложности во взаимодействии с окружающим миром, включая цифровые продукты. В глобальной практике эффективным решением этой проблемы стала дополнительная и альтернативная коммуникация. Эта система помогает расширить возможности общения для пользователей с особыми потребностями, предлагая альтернативные способы взаимодействия через невербальные средства. Альтернативная коммуникация включает в себя различные инструменты, замещающие или дополняющие устную и

письменную речь, если они недостаточно развиты. Одним из ключевых элементов системы являются графические символы – фотографии, пиктограммы и другие визуальные средства, облегчающие коммуникацию [7–8]. Для упрощения процесса навигации людям, имеющим проблемы с обработкой информации, предложены специальные пиктограммы, которые должны присутствовать на специальной панели на экране приложения, кроме того при разработке интерфейса рекомендовано использовать технологию «Ясный язык».

Результатом данной работы является перечень рекомендаций на разработку инклюзивного интерфейса для слабовидящих и лиц с ментальными особенностями. Кроме того, в качестве средств альтернативной коммуникации были разработаны пиктограммы для слабовидящих и лиц, имеющих проблемы с обработкой устной и письменной информации. Данные рекомендации планируется применить в приложении–маршрутизаторе для людей с ОВЗ «Город для всех», но рассматриваемые подходы к созданию интуитивной навигации и интеграции вспомогательных технологий, можно применить к инклюзивным интерфейсам любых приложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Федоров А.Ю., Белова Т.А., Райденков Е.Ю., Тычинина Ю.А. Разработка системы навигации для людей с ограниченными возможностями здоровья. / Материалы VI всероссийской научно-практической конференции «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте», Самара 2024, с. 245–249.
- 2 ГОСТ Р 52131–2019. Средства отображения информации знаковые для инвалидов.
- 3 ГОСТ Р 52872–2019. Интернет–ресурсы и другая информация, представленная в электронно–цифровой форме. Требования доступности для людей с инвалидностью.
- 4 ГОСТ Р 52872–2012. Интернет–ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению.
- 5 ГОСТ Р 56645.2–2015. Системы дизайн–менеджмента. Руководство по управлению инклюзивным дизайном.
- 6 Руководство по обеспечению доступности веб-контента (WCAG) 2.2 // URL: <https://ifap.ru/ictdis/wcag.htm> (дата обращения: 03.02.2025).
- 7 Орлова Ю.А., Матюшечкин Д.С., Кравченко С.В. Разработка специального графического интерфейса пиктограммного коммуникатора для людей с речевыми нарушениями. / Известия Юго–Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2019; 9(4): 93–105.
- 8 Сороко Е.Н. Дополнительная и альтернативная коммуникация как средство нормализации жизни детей с особенностями психофизического развития // Специальное образование: пути развития за 20 лет независимости: материалы научно-практической конференции. Алматы: «Центр САТР», 2012, с. 197–201.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В МЕДИЦИНЕ: ОТ ДИАГНОСТИКИ ДО ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ

Попова Е. С., Скибин Ю. В.

Самарский государственный экономический университет, г. Самара

Аннотация: искусственный интеллект (ИИ) в области медицины является одной из наиболее значимых и стремительно развивающихся сфер. Он может существенно повысить точность диагностики и лечения, улучшить управление медицинскими учреждениями и способствовать повышению качества жизни пациентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицина, диагностика заболеваний, современные технологии.

Искусственный интеллект (ИИ) все больше интегрируется в современную медицину, способствуя улучшению диагностики, предсказанию заболеваний и индивидуализированному лечению. Используя анализ больших массивов медицинских данных, ИИ-алгоритмы могут обнаруживать закономерности, которые недоступны для традиционных методов. Эти технологии уже показывают впечатляющие достижения в области медицинской визуализации, анализе генетической информации и разработке персонализированных терапевтических стратегий. В данной статье рассматриваются ключевые области применения ИИ в медицине, его преимущества, вызовы и перспективы развития.

Цель этой статьи состоит в анализе потенциала использования искусственного интеллекта в разных областях медицины, начиная с диагностики болезней и заканчивая созданием индивидуализированных подходов к лечению.

Искусственный интеллект способен быстро анализировать большие объемы информации, выявлять закономерности и находить скрытые связи, которые могут быть не заметны человеку. Это особенно критично в области диагностики, где точность имеет первостепенное значение. Например, глубокие нейронные сети эффективно применяются для анализа медицинских изображений, выявления онкологических и кардиологических заболеваний, а также для интерпретации лабораторных результатов. Искусственный интеллект также используется для анализа текстовой информации, что помогает врачам находить важные факторы риска в медицинских записях пациентов [2].

Кроме диагностики, ИИ активно применяется для прогнозирования заболеваний. На основе анализа данных о физической активности, результатах анализов и истории

болезни пациента можно с высокой степенью точности предсказать вероятность сердечно-сосудистых заболеваний или диабета. Генетические исследования, поддерживаемые алгоритмами машинного обучения, позволяют выявлять предрасположенность к наследственным болезням и разрабатывать стратегии профилактики [3].

Еще одной значимой сферой является индивидуализированное лечение. В отличие от традиционных методов, ориентирующихся на типичного пациента, искусственный интеллект позволяет разрабатывать персонализированные терапевтические схемы, принимая во внимание уникальные характеристики организма, генетические данные и потенциальные реакции на лекарства. Это способствует повышению эффективности лечения и уменьшению вероятности побочных эффектов. Кроме того, роботизированные хирургические системы с элементами ИИ помогают выполнять сложные операции с минимальными рисками [4].

Автоматизация административных процессов также представляет собой важную задачу, которую решает ИИ. Медицинские учреждения могут применять интеллектуальные системы для обработки документации, оптимизации графиков врачей, распределения ресурсов и даже для взаимодействия с пациентами через чат-ботов. Это снижает нагрузку на медицинский персонал и позволяет специалистам сосредоточиться на более сложных задачах.

Тем не менее, массовое применение искусственного интеллекта в медицине сталкивается с рядом проблем. Во-первых, существует этический аспект: несмотря на высокую точность, решения, принимаемые ИИ, не могут полностью заменить врачебные, и ответственность за лечение остается на медицинском работнике. Во-вторых, необходимо гарантировать надежную защиту личных данных пациентов, поскольку утечка медицинской информации может иметь серьезные последствия. В-третьих, требуется унификация технологий, так как различные системы ИИ должны быть интегрированы в существующую медицинскую инфраструктуру [1].

Несмотря на эти трудности, искусственный интеллект продолжает развиваться и все активнее внедряться в медицинскую практику. В будущем можно ожидать появления еще более точных диагностических инструментов, улучшенной персонализации лечения и значительного увеличения доступности качественной медицинской помощи. При

правильной интеграции ИИ может стать не просто вспомогательным инструментом, а важной частью современной системы здравоохранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 DOCSFERA [Электронный ресурс] // URL: https://docsfera.ru/research/prakticheskaya_medsina_i_ii_obzor_resheniy_dlya_vrachej/ (дата обращения 10.03.2025)
- 2 PUB MED [Электронный ресурс] // URL: <https://pub-med.wiki/iskusstvennyj-intellekt-v-medicine-novaya-era-v-dagnostike-boleznej> (дата обращения 15.03.2025)
- 3 Википедия [Электронный ресурс] // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Медицинская_информатика (дата обращения 17.03.2025)
- 4 Эрик Тополь. «Искусственный интеллект в медицине: как умные технологии меняют подход к лечению». М.: «Альпина Паблишер», 2022. – 398 с.

УДК 004.6

BACKEND-РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ МАРШРУТИЗАТОРА ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Райденков Е. Ю., Жидков С. Д., Третьяков К. А., Зубрилин О. О.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: работа посвящена backend-разработке приложения для навигации людей с особыми потребностями. Разработка приложения-маршрутизатора для людей с ОВЗ – это не только техническая задача, но и социально значимый проект. В работе рассмотрены вопросы создания Telegram-бота для анкетирования лиц с ОВЗ и количественной оценки проходимости дорожных узлов для разных категорий пользователей, приведены архитектура будущей системы и концептуальная модель базы данных. Использование Telegram-бота для выявления запросов пользователей, продуманная архитектура БД и применение API позволяют создать программный продукт, улучшающий жизнь целевой аудитории.

Ключевые слова: backend-разработка, приложение для навигации, люди с ограниченными возможностями здоровья, СУБД, коэффициенты проходимости, алгоритмы на графах, Telegram-бот, frontend, атрибуты дорожных объектов.

По данным статистики, более 1 млрд человек в мире имеют ту или иную форму инвалидности. Одной из ключевых проблем современного общества остается ограниченная доступность городской инфраструктуры для людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Несмотря на законодательные инициативы и постепенное внедрение инклюзивных стандартов, на практике многие объекты – от медицинских учреждений до культурных центров – остаются труднодоступными или вовсе недостижимыми для людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата, зрения, слуха или ментальными особенностями.

Проблема навигации лиц с ОВЗ носит комплексный характер, так как с одной стороны, существует физический барьер – отсутствие пандусов, тактильной плитки, звуковых сигналов и других элементов доступной среды, а с другой –

информационный: даже при наличии адаптированной инфраструктуры люди с ОВЗ часто сталкиваются с недостатком актуальных данных о доступных маршрутах, что существенно ограничивает их мобильность и самостоятельность. Традиционные навигационные сервисы, такие как Google Maps или Яндекс.Карты, хотя и предлагают базовые функции прокладки маршрутов, в большинстве случаев не учитывают специфические потребности данной категории пользователей.

Таким образом, разработка специализированного приложения для маршрутизации может значительно упростить жизнь людей с ОВЗ. К положительным эффектам от внедрения системы навигации для людей с особыми потребностями можно отнести:

1. Повышение мобильности людей с ОВЗ.
2. Снижение их зависимости от помощи окружающих.
3. Стимулирование администрации городов на создание более доступной городской инфраструктуры.

В данной работе рассматриваются вопросы разработки backend-части навигационного сервиса, включая проектирование базы данных (БД), разработку API и интеграцию с frontend-частью.

На предварительном этапе работы аналитики проекта провели классификацию будущих пользователей приложения по типу ОВЗ, выделили значимые дорожные объекты (пешеходные переходы, тротуары) и их атрибуты (ширина съезда, время на переход, высота бордюрного камня, наличие тактильной плитки, пандуса, поручней и т. д.) для каждой категории [1–2]. На данный момент существуют различные социологические исследования, касающиеся доступности тех или иных дорожных узлов города в зависимости от типа ОВЗ [3], но в результате таких исследований, как правило, дана качественная оценка (критический/учитываемый атрибут). Чтобы использовать популярные алгоритмы на графах для построения маршрутов, необходима количественная оценка. В работе для количественной оценки предложено ввести безразмерные коэффициенты сложности (проходимости) дорожных узлов, которые изменяются от 0 до 10 (0 – объект, не создающий сложности, 10 – непреодолимый объект), причем один и тот же дорожный узел может иметь разный вес для разных категорий ОВЗ. Например, отсутствие тактильной плитки не мешает на пути человека с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА), но при этом является важной составляющей маршрута слабовидящего человека.

Для выявления запросов к функционалу приложения, а также количественной оценки проходимости дорожных атрибутов города было принято решение провести анкетирование целевой аудитории с помощью Telegram-бота. Данное решение обусловлено тем, что Telegram популярен среди разных возрастных групп, боты просты в использовании и позволяют быстро получить структурированные данные. В функционал бота входят: опросы о категории ОВЗ (двигательные, зрение, слух и др.) и необходимых средствах альтернативной коммуникации с приложением, сбор данных о сложности дорожных атрибутов, обратная связь по улучшению сервиса. При создании бота использовались: Python + aiogram (библиотека для ботов), Webhook для связи с сервером, временное хранение ответов в JSON/CSV перед загрузкой в БД.

На рисунке 1 представлена архитектура системы маршрутизации, разделенная на четыре ключевых блока: взаимодействие с пользователем, фронтенд, бэкенд, СУБД.

1. Взаимодействие с пользователем подразумевает построение маршрута по алгоритму Дейкстры, который используется для поиска кратчайшего пути между вершинами графа с учетом весов. В качестве весов графа можно задать время или коэффициенты сложности участков маршрута, выявленные на этапе анкетирования пользователей. Поскольку во взвешенных графах оцениваются только веса ребер, а в нашем случае перекрестки, являющиеся вершинами графа, тоже оцениваются по критерию проходимости, то вес каждого ребра будет оцениваться суммой сложности самого ребра и сложности инцидентных ему вершин. Пользователь также может выбирать альтернативные маршруты с другими характеристиками (например, менее загруженные, но более длинные) и загружать данных о дорожных атрибутах, например, для внесения актуальной информации о состоянии маршрутов (ремонт, перекрытия).

2. Frontend-часть подразумевает построение маршрута с визуализацией пути на карте с учетом выбранных параметров. Пользователь может задавать приоритеты для точек (например, пандусы для маломобильных групп) или осуществлять фильтрацию данных, например, исключать маршруты с лестницами для колясочников.

3. Backend-часть обеспечивает логику приложения: аутентификацию с разграничением функционала для разных пользователей, обработку запросов, взаимодействие с БД и фронтендом. Backend-часть приложения отвечает также за API для фронтенда (REST или GraphQL), алгоритмы маршрутизации (учет доступности для

разных категорий ОВЗ), интеграцию с картографическими сервисами (Google Maps API, OpenStreetMap). При разработке использовались: Node.js (Express/Nest.js), Python (Django/FastAPI), фреймворки для API, JWT-аутентификация – защита пользовательских данных, Docker – контейнеризация сервисов.

4. СУБД (реляционная база данных) для хранения данных о маршрутах, точках, пользователях реализована с использованием MySQL. Применение MySQL имеет ряд преимуществ: высокая производительность и надежность, оптимизация для высоконагруженных систем, поддержка пространственных данных, возможность работы с геокоординатами при расширении функционала, гибкость масштабирования.

Пользовательские запросы (например, «построить маршрут») отправляются во frontend. Frontend обрабатывает данные и передает их в backend для получения информации из БД и построения маршрута.

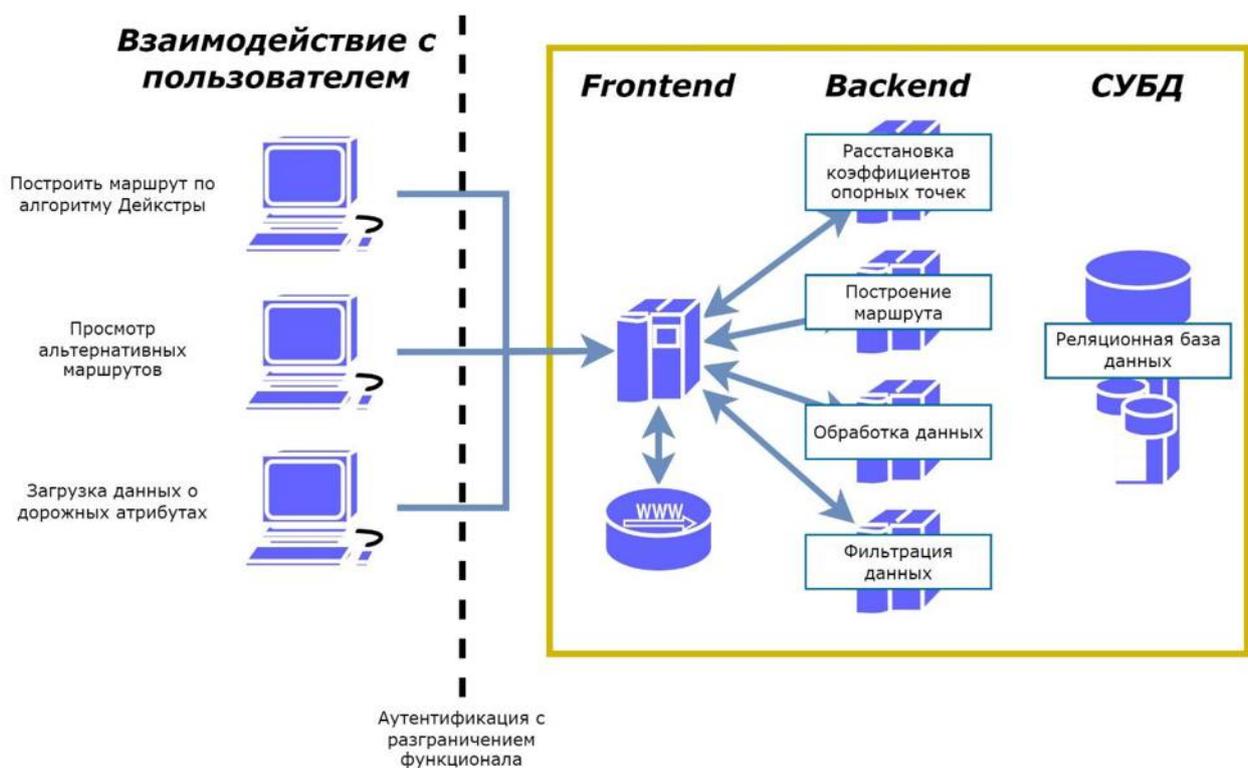


Рисунок 1 – Архитектура системы

Современные системы маршрутизации требуют не только высокой производительности, но и гибкости в обработке данных. На рисунке 2 представлена концептуальная модель БД.

Представления в SQL – это виртуальные таблицы, формируемые на основе результатов запроса. В контексте маршрутизатора они позволяют:

- Упростить сложные запросы.
- Оформить в виде представления часто используемые JOIN-запросы для получения полного описания маршрута.
- Повысить безопасность.
- Реализовать возможность ограничения доступа к исходным таблицам через представления.
- Оптимизировать производительность.
- Кэшировать результаты представлений для ускорения выполнения запросов.

На данном этапе проект сосредоточен на следующих задачах:

- Разработка телеграм-бота для сбора пользовательских оценок и комментариев.
- Создание удобного интерфейса проведения опросов.
- Реализация базовой аналитики полученных данных.

Запланированная база данных маршрутизатора будет подключена на следующем этапе разработки, после завершения работ по созданию бота. Тем не менее, уже сейчас важно учитывать принципы её проектирования, так как собираемые ботом данные (оценки, комментарии пользователей) впоследствии будут интегрированы в общую систему.

Использование представлений в MySQL и других рассмотренных технологий будет применено при интеграции системы сбора данных с основной платформой маршрутизатора. Это обеспечит плавный переход между этапами разработки и согласованность архитектуры.

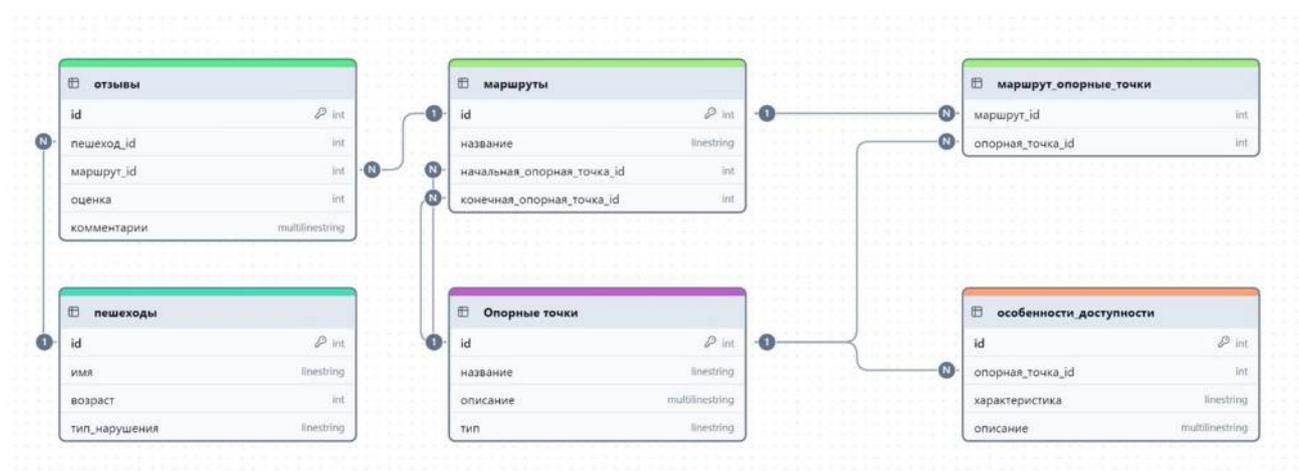


Рисунок 2 – Строение базы данных

Рассмотрим подробнее таблицы в представленной БД:

- Пешеходы (ID, имя, возраст, тип_нарушения).
- Отзывы (ID, пешеход_id, маршрут_id, оценка, комментарий).
- Маршруты (маршрут_id, опорная_точка_id).
- Опорные точки (ID, название, описание, тип).
- Особенности_доступности (ID, опорная_точка_id, характеристика, описание).

На следующих этапах работы планируется:

- Интеграция телеграм-бота с основной БД маршрутизатора.
- Разработка системы подбора и рекомендации маршрута для конкретного пользователя.

Backend-разработка приложения-маршрутизатора для людей с ОВЗ – это не только техническая задача, но и социально значимый проект. Использование Telegram-бота для исследований, продуманная архитектура БД и применение API позволяют создать продукт, который сможет улучшить жизнь целевой аудитории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Федоров А.Ю., Белова Т.А., Райденков Е.Ю., Тычина Ю.А. Разработка системы навигации для людей с ограниченными возможностями здоровья. / Материалы VI всероссийской научно-практической конференции «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте», Самара 2024, с. 245–249.
- 2 Райденков Е. Ю. Разработка системы навигации для лиц с ограниченными возможностями здоровья. // Сборник тезисов лучших докладов 79-й научно-технической конференции обучающихся СамГТУ «Дни науки – 2024», Самара, 2024, С. 9–10.
- 3 Методика построения маршрута для людей с ограниченными возможностями [Электронный ресурс]: <http://kson86.ru/wpcontent/uploads/2018/02/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0-pdf.pdf>

УДК 625.172

ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Салахов Т. А.¹, Тамбатамба А. С.²

¹Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара
²Российский университет транспорта, г. Москва

Аннотация: железнодорожная отрасль на сегодняшний день бурно развивается, с каждым годом растет объем пассажиро- и грузоперевозок и увеличение скоростей движения, в связи с чем приходится сталкиваться с определенными проблемами, такими как отклонения от норм содержания бесстыкового пути, так как при проектировании и укладке которого были произведены иные расчеты эксплуатационных характеристик, не соответствующим текущим реалиям, поэтому требуется оперативное принятие решений для обеспечения бесперебойной и безопасной работы путем своевременного определения возникновения мест неисправностей и их прогнозирования. С помощью тех технологий, которые появились эпоху цифровизации, появилась

возможность создавать цифровых двойников практически любых предметов или конструкций и железнодорожный путь не является исключением, именно они могут облегчить процесс обнаружения и прогнозирования неисправностей, обеспечивая мониторинг состояния железнодорожных путей в режиме реального времени. В этой статье рассматривается текущее состояние исследований в области применения цифровых двойников для электрифицированных железнодорожных путей, подчеркивается необходимость проведения всестороннего моделирования, чтобы продемонстрировать эффективность этих систем. В обзоре рассматриваются ключевые характеристики электрифицированных железнодорожных путей, математические модели для цифровых двойников и архитектуры систем мониторинга. Обсуждаются направления будущих исследований, в которых основное внимание уделяется разработке среды моделирования для получения количественных доказательств преимуществ цифровых систем мониторинга и предлагается схематичное построение «цифрового двойника».

Ключевые слова: электрифицированный железнодорожный путь, рельсы, путевое хозяйство, цифровые двойники, мониторинг за техническим состоянием железнодорожного пути.

Введение. Стремительное развитие цифровизации во всех сферах, в том числе и в железнодорожной отрасли за последнее десятилетие сконцентрировано на внедрение «цифровых двойников», то есть созданию виртуальной модели физического объекта имеющей те же свойства [1, 2]. Для мониторинга за техническим состоянием железнодорожного пути, позволяющий оперативно устранять возникающие и прогнозировать будущие неисправности, «цифровому двойнику» необходимо обладать некоторыми свойствами:

– иметь в своем составе математическую модель элементов путевого хозяйства, с помощью которой можно проектировать фактическое состояние железнодорожного пути и прогнозировать будущие изменения на основе которых могут планироваться работы;

– возможность иметь обратный управляющий сигнал от физического объекта к «цифровому двойнику»;

– сбор и обработка данных в онлайн режиме о всех взаимодействиях с элементами железнодорожного пути, в основе функционирования этой системы должна находиться технология BigData, так как эти технологии, как правило, широко применяют для анализа больших объемов данных и оптимизации процессов;

– сопровождение железнодорожного пути на всех его этапах эксплуатации.

Характеристики электрифицированных железнодорожных путей.

Электрифицированные пути отличаются от обычных наличием тяговых подстанций и контактной сети для подачи электроэнергии к движущимся локомотивам от прямого контакта с их токоприемниками и рельсовых цепей при помощи, которых возможно обнаружение движения поездов. Эти элементы влияют на загрузку пути и частоту отказов. Например, опоры контактной сети и фундаменты могут вызывать локальные деформации, в то время как рельсовые цепи требуют специальной изоляции между

рельсами, другими элементами верхнего строения пути, в местах стыков рельсовой плети и землей.

Архитектура систем мониторинга. Цифровые системы мониторинга на базе twin собирают данные из различных источников, таких как данные о геометрии рельсовых вагонов, ультразвуковые дефектоскопы и придорожные датчики. Данные обрабатываются с использованием математических моделей для выявления текущих проблем и прогнозирования будущих дефектов. Планы технического обслуживания формируются на основе заранее определенных пороговых значений и алгоритмов оптимизации. На рисунке изображено предлагаемое схематичное построение «цифрового двойника».



Рисунок – Схематичное построение «цифрового двойника»

Математические модели для цифровых двойников. Для обеспечения выполнения поставленных задач по выявлению отклонений от норм содержания и прогнозирования о возможных возникновениях отступлений необходимо цифровизировать:

- расчет параметров колесо–рельс;
- расчет напряжено-деформированного состояния пути;
- расчет геометрического состояния рельсовой колеи и состояния составных элементов.

В научной работе Когана А.Я. описана методика прогнозирования отказов рельсов от контактной усталости [3] в основе, которой находится формула:

$$D_i = d_i n_i = \text{const } \#, (1)$$

где, D_i – определенный запас прочности элемента ВСП (верхнего строения пути) по неисправностям или выходу из рабочего состояния; d_i – степень истощения прочности элемента при нагрузке на него; n_i – количество циклов нагрузки на элемент в эксплуатационных условиях.

Потребность в моделировании и имитационных исследованиях. Несмотря на то, что существующие исследования демонстрируют потенциальные преимущества цифровых двойных систем мониторинга для электрифицированных железнодорожных путей, не хватает всестороннего моделирования и имитационных исследований для количественной оценки их эффективности. Предстоящие результаты исследований будут направлены на разработку среды моделирования, которая воспроизводит сбор данных, цифровое двойное моделирование, мониторинг и аналитику, а также модули оптимизации технического обслуживания. Благодаря использованию реалистичных дорожных данных и калибровке модели в соответствии с результатами полевых измерений результаты моделирования позволят получить количественные данные о производительности системы с точки зрения точности прогнозирования отказов и снижения затрат на техническое обслуживание. При этом следует отметить, что обмен информацией между структурными подразделениями ведется автоматизировано на постоянной основе и в большом количестве, поэтому существует риск ее утечки, что может привести к катастрофическим последствиям. Следовательно, возникает потребность в написании новых стандартов для обмена данными.

Заключение. В этом обзорном документе освещается текущее состояние исследований в области применения цифровых двойников для электрифицированных железнодорожных путей, основное внимание уделяется ключевым характеристикам этих путей, математическим моделям цифровых двойников и архитектуре систем мониторинга, а также предлагается схематичное построение «цифрового двойника». Проведенный обзор выявил необходимость проведения дальнейших исследований по моделированию, чтобы получить более полное представление о том, как работают цифровые системы мониторинга на основе двойников, и продемонстрировать их эффективность с помощью количественных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Розенберг И. Н. Разработка платформы цифровых двойников инфраструктурных объектов / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, И. А. Ольгейзер // Железнодорожный транспорт. 2019. № 9. С. 26 – 29.
- 2 Цифровая железная дорога – ERTMS, BIM, GIS, PLM и цифровые двойники / В. П. Куприяновский, В. В. Аленьков, А. А. Климов [и др.] // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13. № 3. С. 129 – 166. DOI 10.25559/SITITO.2017.3.546.
- 3 Коган А. Я. Прогнозирование отказов рельсов по дефектам контактно–усталостного происхождения / А. Я. Коган, А. Ю. Абдурашитов // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. 2014. № 4. С. 3 – 7.

УДК 004.8:658

ЦИФРОВИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И УГРОЗЫ

Цыдилина А. С.¹, Скибин Ю.В.²

¹Самарский государственный экономический университет, г. Самара

²Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в данной статье рассмотрены ключевые аспекты цифровизации в организации, выделяются преимущества и недостатки. Представлен анализ положительных аспектов автоматизации ключевых бизнес–процессов и новых технологий. Также затрагивается важная тема в современном обществе – кибербезопасность, угрозы для организации из–за утечек информации. На основе проведенного анализа разработаны рекомендации для организаций, внедряющих цифровые технологии.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, преимущества цифровизации, цифровые технологии, недостатки цифровизации.

В настоящее время цифровая трансформация затрагивает все сферы жизнедеятельности общества. Она способствует повышению эффективности бизнес–процессов и понижению затрат. Для организаций цифровизация играет значительную роль, позволяя быстро реагировать на постоянно развивающийся и меняющийся рынок.

Но, несмотря на преимущества и различные упрощенные процессы управления, благодаря цифровизации, трансформация также включает в себя существенные риски, которые в дальнейшем способствуют угрозе в сфере безопасности.

Цифровизация меняет способы развития бизнеса, трансформирует сами бизнес–модели. Появляются новые возможности для сотрудничества, взаимодействия с клиентами и контрагентами.

Организации все чаще стали использовать роботизацию/искусственный интеллект (Robotic Process Automation, RPA) в управлении бизнесом []. Они внедряют программное обеспечение (ПО) с машинным обучением для упрощения многих процессов. Большинство участников цифровых бизнес–процессов выделяют

преимущества, такие как: идеальная память, в отличие от человека; «цифровой сотрудник» находится всегда на рабочем месте, что упрощает внеплановые перезагрузки ночью; он реагирует быстрее на программный вызов сервисов. Благодаря данной технологии происходит экономия человека-часов, что позволяет их направлять на более важные задачи. Наряду с положительными аспектами, эксперты выделяют недостатки: робот однозадачен, а это замедляет некоторые процессы, а также отсутствие интуиции усложняет переформатирование некоторой информации. Исходя из вышеперечисленного, эксперты сходятся во мнении, что самый лучший выход для предотвращения ошибок – это комбинация роботизации и человеческого фактора.

Так, например, используют систему MES (Manufacturing Execution System) – это ПО, обеспечивающее повышение эффективности планирования и управление производством.

Она помогает ответить на вопросы: как/когда производить продукт, какие доступные ресурсы для производства и что из них можно получить. Основные функции:

- оптимизация производственных процессов;
- отслеживание производственных процессов в настоящий момент;
- контроль качества (отслеживает соответствие установленным качеством и произведенной продукции);

При внедрении MES-системы в производство, организация получает повышенную эффективность предприятия, улучшение качества продукции, повышение конкурентоспособности на рынке [2].

Для управления взаимоотношениями с клиентами используют систему CRM (customer relationship management). Благодаря ей, специалисты организуют отделы продаж и автоматизируют внутренние процессы компании. Основные преимущества данной системы:

1. Многофункциональность. Она может интегрироваться с каналами коммуникации (веб-сайт компании, мессенджеры, социальные сети, электронная почта, телефонные звонки)
2. Карточка пользователя. CRM для каждого нового клиента создается карточка, в которой содержатся все его данные (также предпочтения и покупки) [1].

3. Автоматизация. Многие простые задачи выполняются автоматически (отправка напоминаний и уведомлений) [3].

Интеграция CRM в бизнес-процессы организации должна повысить клиентоориентированность, эффективность работы организации [1].

Следующим направлением цифровизации является использование облачных технологий [5]. Это сеть серверов, онлайн-программ, позволяющих пользователям работать с ресурсами через Интернет. Благодаря им, появляется возможность организовать удаленную работу с решением различных бизнес-задач, проводить виртуальные «рабочие столы» и т. п. Существует множество облачных сервисов, например: IaaS, PaaS, SaaS, BaaS, DRaaS. Преимущества данной системы:

- повышение координации между отделами;
- доступность к аналитическим инструментам для обработки больших данных;
- выявление тенденций на ранних стадиях;
- появление возможности проводить тестирование новых идей без значительных затрат на их реализации.

В настоящее время различные облачные технологии становятся важным фактором для трансформации производственных процессов.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что цифровизация имеет ряд преимуществ для организаций. Но также она имеет свои недостатки, и понимание их способствует предотвращению на ранних этапах, что уменьшает риск понижению эффективности производства.

Стоит отметить, что внедрение цифровых новшеств требует больших инвестиций в программное обеспечение, для дальнейшего использования технологий. В данные затраты также входят обновление оборудования и обучение сотрудников. Важно учесть некоторые аспекты внедрения: с увеличением цифровых процессов необходимость в безопасности данных возрастает, для успешного внедрения трансформации важно заранее спланировать все возможные расходы во избежание финансовых трудностей, с которыми компания может столкнуться в обозримом будущем.

Не менее важным аспектом цифровой трансформации является социальная изоляция. Многие ученые выделяют проблематику развитие личности в процессе цифровизации [4]. Они выделяют психические деформации личности, так как мозг начинает воспринимать единственное что отделяет индивида от общества – общение

через цифровые платформы. А с учетом того, что многие предприятия в современном мире переводят сотрудников на удаленное рабочее место, что способствует уменьшению офиса предприятия значит и уменьшению затрат на аренду помещения. И с одной стороны это преимущества со стороны предприятия, но недостаток по отношению к своему персоналу.

Также из-за этого между сотрудниками может пропасть командный дух и снизить уровень доверия, что негативно сказывается на сотрудничестве. Вследствие этого персонал будет работать изолированно от остальных и принимать решения будет более затруднительно.

С переходом на цифровые платформы появляется все больше точек доступа к системам цифрового бизнеса, к которым будет менее затруднительно «включаться», что ставит под угрозу уязвимость компании и увеличивает вероятность кибератак.

Также использование облачных технологий подразумевает собой хранение и обработку в больших объемах данных, что также усложняет их защиту от недоброжелательного программиста. Но если ему удалось провести успешную кибератаку, то это может сказаться на репутации организации, что может привести к потере доверия со стороны коллектива.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод, что, благодаря цифровизации у предприятий появилось множество возможностей для автоматизации внутри их системы. Например, такие как повышение эффективности, улучшения качества обслуживания, доступ к новым рынкам, выходящим за пределы страны организации. Но вместе с этим возникает и ряд недостатков, которые важно предотвращать на раннем этапе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 CRM – что это такое? / первыйБит. – URL: <https://crm.ru/> (дата обращения: 20.02.2025).
- 2 MES-системы: назначение и возможности / Технологика эффективные решения АСУ ТП. – URL: <https://ivctl.ru/o-kompanii/> (дата обращения: 20.02.2025).
- 3 RPA / Роботизация процессов глазами аналитика / Хабр. URL: <https://habr.com/> (дата обращения: 27.02.2025).
- 4 Кувшинова А. А., Савченко И. А. К вопросу о негативном влиянии цифровой коммуникации на сознание индивидов // Философия и общество. – 2022. – №2. – С. 103.
- 5 Облачные сервисы для бизнеса: виды, преимущества и перспективы развития / ITGLOBAL.COM. URL: <https://itglobal.com/> (дата обращения: 20.02.2025).

БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ЗАПИСЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Якимов В. Н., Сизова Н. А., Тахиров П. М.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается концепция и применение баз данных электронных медицинских записей (electronic medical records – EMR) в медицинских учреждениях. Основное внимание уделяется структуре и функциональности EMR, а также их роли в оптимизации процессов управления данными о пациентах и повышении качества медицинского обслуживания. Работа подчеркивает значимость EMR как инструмента для трансформации системы здравоохранения, способствующего более высокому уровню обслуживания пациентов и улучшению клинических исходов. Внедрение электронных карточек в железнодорожной медицине может значительно повысить эффективность и качество медицинского обслуживания, что особенно важно в условиях специфики работы и передвижения работников железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: цифровизация, связь, здравоохранение, электронные медицинские записи.

Введение. Электронные медицинские записи (Electronic Medical Record – EMR) – это цифровые версии бумажных медицинских документов, которые хранят информацию о здоровье и лечении пациентов. EMR являются важным инструментом в автоматизации здравоохранения и имеют множество преимуществ. Врачи и другой медицинский персонал вводят данные о пациентах непосредственно в систему EMR во время или после приема. Данные могут включать жалобы и симптомы, результаты физикального обследования, результаты лабораторных и инструментальных исследований, диагнозы и назначения, указания и рекомендации по лечению.

Использование EMR в процессе диспансеризации позволяет значительно повысить эффективность и качество медицинского обслуживания. Работники железнодорожного транспорта могут получать напоминания о графике прохождения диспансеризации, а результаты обследований и рекомендации врачей могут быть доступны как для медицинского персонала, так и для самих работников. Внедрение EMR в железнодорожной отрасли открывает новые возможности для улучшения здоровья и безопасности работников. Это существенный шаг к повышению эффективности работы, что в конечном итоге отражается на общем уровне безопасности и производительности железнодорожной отрасли [1–4].

Медицинские осмотры работников железнодорожного транспорта регулируются тремя основными документами:

1) Федеральный закон от 10 января 2003 г. № 17–ФЗ (ред. от 25.12.2023) «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (Статья 25, пункт 3);

2) Приказ Министерства транспорта РФ от 19 октября 2020 г. № 428 «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров на железнодорожном транспорте»;

3) Приказ Минздравсоцразвития РФ от 19 декабря 2005 г. № 796 (с изм. от 27.04.2017) «Об утверждении Перечня медицинских противопоказаний к работам, непосредственно связанным с движением поездов и маневровой работой».

Таким образом, интеграция диспансеризации с электронными медицинскими карточками является важным шагом к охране здоровья работников и повышению общей безопасности на железнодорожном транспорте. [3,4]

Основные характеристики EMR.

1) Цифровизация данных: осуществляется переход к хранению информации в электронном виде.

2) Упрощенный доступ: врачи и медицинский персонал могут получать быстрый доступ к медицинским записям.

3) Координация ухода: EMR позволяют различным специалистам обмениваться информацией о пациенте.

4) Автоматизация процессов: EMR могут автоматизировать такие процессы, как назначение лекарств, напоминания о сроках посещения и ведение истории болезни.

5) Анализ данных: EMR позволяют собирать и анализировать данные о текущем состоянии пациентов.

6) Безопасность и конфиденциальность: современные системы EMR обеспечивают защиту данных с помощью шифрования и других мер безопасности [2].

Особенности разработки систем EMR. Основу разработки систем EMR должно составлять объектно–информационное и функционально–распределенное логическое представление предметной области. В данном случае это организация работы медицинского учреждения. В ходе проектирования систем EMR важным этапом является детализация операций ведения записей [5–9].

Подготовка пользователей. Учебные программы должны быть адаптированы к различным уровням подготовки и потребностям пользователей. В программу подготовки важно включить:

- 1) основы EMR – введение в систему, интерфейс, основные функции и навигация;
- 2) клинические функции – работа с записями пациентов, назначение лечащих средств, ведение истории болезни;
- 3) отчеты и аналитика – как генерировать отчеты, использовать аналитические инструменты для мониторинга качества ухода;
- 4) безопасность и конфиденциальность – обучение обеспечению безопасности данных и защите конфиденциальности сведений о пациентах пациентов [2].

Преимущества EMR.

- 1) Увеличение эффективности и производительности.

1.1) Автоматизация процессов: EMR позволяют автоматизировать ввод данных, выставление счетов и планирование. Это снижает время, затрачиваемое на документооборот, и позволяет медицинскому персоналу сосредоточиться на выполнении своих прямых обязанностей.

1.2) Доступ к информации: медицинский персонал может получать быстрый доступ к медицинской информации пациентов, что ускоряет процесс принятия решений и улучшает качество обслуживания.

- 2) Улучшение качества наблюдения за пациентами.

2.1) Полнота данных: EMR хранят подробные медицинские карты пациентов. Это помогает медицинскому персоналу лучше оценить состояние здоровья пациента и принимать более обоснованные решения.

2.2) Снижение ошибок: EMR снижают вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором.

- 3) Безопасность данных.

3.1) Защита конфиденциальности: EMR имеют встроенные меры безопасности, такие как шифрование и ограничения доступа.

3.2) Централизованное хранение данных: история заболеваний пациента хранится в одном месте, что исключает дублирование анализов и результатов обследований.

4. Удобство и доступность.

4.1) Удаленный доступ: Данные EMR могут быть доступны медицинским работникам через облачные технологии.

4.2) Удаленные консультации: возможность делиться данными с другими врачами и медицинскими учреждениями облегчает ситуацию для пациентов, требующих специального обследования или лечения.

5) Упрощение взаимосвязи между специалистами.

5.1) Координация ухода: EMR позволяют различным специалистам работать с одной и той же информацией, что упрощает коммуникацию и координацию лечения.

5.2) Междисциплинарный подход: медицинские работники разных специализаций могут иметь полную медицинскую карту пациента, что способствует более согласованному и целостному подходу к оценке состояния его здоровья.

б) Аналитика и отчетность.

6.1) Простая генерация отчетов: EMR упрощают создание отчетов для анализа текущего состояния пациентов, развития заболеваемости и других показателей.

6.2) Клинические исследования и статистика: доступ к данным облегчает проведение клинических исследований.

7). Удовлетворенность пациентов.

7.1) Ускоренное взаимодействие: пациенты могут получать результаты анализов и медицинские рекомендации быстрее, т.к. данные доступны в электронном формате.

Недостатки.

1) Стоимость внедрения: переход на EMR может потребовать значительных инвестиционных вложений.

2) Проблемы с совместимостью: различные системы EMR могут иметь проблемы с совместимостью, что затрудняет обмен данными между ними [3].

Заключение. Применение баз данных EMR играет ключевую роль в трансформации здравоохранения. Использование цифровых технологий обеспечивает эффективную и высококачественную организацию здравоохранения. Работники железнодорожного транспорта могут своевременно получать необходимую медицинскую помощь и консультации, что весьма важно с учетом специфики их профессиональной работы, требующей высокой концентрации и физической выносливости. Это особенно актуально для работающих в отдаленных регионах, где доступ к медицинским услугам может быть ограничен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Медицинский осмотр железнодорожников: обновили список противопоказаний для оценки профпригодности «движенцев»: сайт / ООО «Профессиональное издательство». Профессиональный журнал «Санэпидконтроль. Охрана труда». – URL: https://www.profiz.ru/sec/blog/post_14427/sales/sales/sales/ (дата обращения: 06.03.2025). – Текст: электронный.
- 2 HER и EMR: основа цифровых медицинских записей: сайт / Healthtrip. – URL: <https://www.healthtrip.com/ru/blog/ehrs-and-emrs-backbone-digital-health> (дата обращения: 14.03.2025). – Текст: электронный.
- 3 Электронные медицинские карты: всё, что нужно знать: сайт / ISO (International Organization for Standardization). – URL: <https://www.iso.org/ru/healthcare/electronic-health-records> (дата обращения: 14.03.2025). – Текст: электронный.
- 4 Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 07.09.2020 № 947н «Об утверждении Порядка организации системы документооборота в сфере охраны здоровья в части ведения медицинской документации в форме электронных документов» (Зарегистрирован 12.01.2021 № 62054): сайт / Официальный интернет–портал правовой информации. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202101120007> (дата обращения: 14.03.2025). – Текст: электронный.
- 5 Якимов В.Н., Дьяконов Г.Н., Машков А.В. Формирование онтологии предметной области на основе анализа NFL–континуума // Информационные технологии. – 2006. № 3. С. – 36–39.
- 6 Маслаков М.А., Якимов В.Н. Процессно–ориентированные информационные системы // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 11. С. 17–22.
- 7 Батищев В.И., Мошков И.С., Якимов В.Н. Обработка технических документов на основе оценки системной организации знаний // Информационные технологии. – 2013. № 10. С. – 15–19.
- 8 Якимов В.Н., Мошков И.С. Методика анализа сложных составных терминов в тексте на естественном языке // Информационные технологии. – 2011. № 11. – С. 26–30.
- 9 Якимов В.Н., Мошков И.С. Система распознавания терминов таксономии в документах на естественном языке // Программные продукты и системы. – 2011. № 3. – С. 36–41.

СЕКЦИЯ 4

Интеллектуальные системы в управлении, системный анализ и принятие решений в управлении

УДК 004.048

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ НА ПАО «ТУЙМАЗИНСКИЙ ЗАВОД АВТОБЕТОНОВОЗОВ»

Арысланов Ф. С.¹, Авсиевич А. В.^{2,3}

¹ПАО «Туймазинский завод автобетоновозов», г. Туймазы

²ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет», МЗ РФ, г. Самара

³ООО «Открытый код» г. Самара

Аннотация. В работе приведены результаты разработки и внедрения программно-аппаратного комплекса компьютерного зрения для мониторинга процессов и объектов на ПАО «Туймазинский завод автобетоновозов». Полученные результаты от внедрения ПАК показывают, что внедрение системы мониторинга производственных процессов оказалось высокоэффективным шагом для предприятия, которое привело к повышению производственной мощности и снижению простоев трудовых ресурсов.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс, мониторинг процессов, компьютерное зрение, повышение производительности.

Публичное акционерное общество «Туймазинский завод автобетоновозов» (ПАО ТЗА) – это современное высокотехнологичное предприятие, на котором осуществляется полный производственный цикл от разработки конструкторской документации до сборки готовой продукции и её испытания. ПАО ТЗА входит в состав группы компаний Публичное акционерное общество «КАМАЗ» (ПАО «КАМАЗ») с 2004 года. В настоящее время ПАО ТЗА имеет 10 цехов основного и вспомогательного производства, располагает новейшими технологиями сварочного производства и высокоэффективным сварочным оборудованием концерна ESAB (Elektriska Svetsnings–Aktiebolaget, Швеция), обеспечивающим высокое качество сварных конструкций. Точный раскрой деталей обеспечивает современное оборудование термической резки «Кристалл» с числовым программным управлением. Заготовительно-сварочное и механообрабатывающее производства оснащены станками и оборудованием лучших станкостроительных фирм России и Европы (Италия, Германия). Внедряются новые технологии окраски, прорабатывается вопрос по реконструкции устаревшей окрасочной линии.

Руководителям предприятий необходимо принимать управленческие решения с учетом возникающих политических, информационных, технологических, экономических, социальных и экологических вызовов, где наиболее критичным фактором является время. Предприятия, руководители которого своевременно принимают обоснованные управленческие решения, внедряют автоматизированные средства контроля процесса производства в систему управления предприятием, получают ключевое конкурентное преимущество [1–4].

Целью разработки и внедрения системы на ПАО ТЗА является: автоматизация сбора данных с помощью централизованной платформы для сбора и обработки информации на различных этапах производства; снижение времени простоя сотрудников заключающиеся в эффективном распределении работников по производственным участкам; повышение качества продукции за счёт внедрения инструментов для анализа производственных дефектов и оптимизация процессов; оптимизации ресурсов за счёт эффективного распределения материалов, трудозатрат и других ресурсов для повышения выходной продукции.

На настоящее время реализованы основные функциональные возможности ПАК системы, которые позволяют:

- получать данные об эффективности сотрудников на производстве в режиме реального времени. Данные поступают на информационные рабочие столы (виджеты) в виде различных графиков и числовых показателей;
- получать данные о количестве сотрудников на рабочих местах;
- получать данные о нарушениях техники безопасности с фотофиксацией события;
- получать данные о количестве единиц готовой продукции за выбранный период;
- вести мониторинг перемещений сотрудников по производству в режиме реального времени;
- формировать статистические сводные отчеты по сотрудникам для расчета начислений заработной платы и премирования;
- вести учет простоев сотрудников. Выгружать данные о простоях сотрудника за выбранный период.

Для комплексного анализа работы системы мониторинга используются множество показателей, которые включают:

– производственную мощность, которая характеризуется изменением объема выпущенной продукции за определенный период.

– время простоя сотрудников, которое вычисляется системой мониторинга как общее время, в течение которого сотрудники не заняты выполнением своих должностных обязанностей в рабочее время.

– общая выработка, характеризует количество произведенной продукции в единицу времени, отражающее эффективность использования рабочей силы и оборудования.

В результате разработки и внедрения программно–аппаратного комплекса компьютерного зрения для мониторинга процессов и объектов на ПАО «Туймазинский завод автобетоновозов» получено:

1. Увеличение производственной мощности – после внедрения системы наблюдается рост производственных показателей за счет перераспределения трудовых ресурсов и оперативного мониторинга.

2. Сокращение времени простоя работников – совместная работа с руководителями производства и начальниками производственных участков показала, что время простоя сотрудников снизилось. Система мониторинга позволяет увидеть падение производственной эффективности на конкретных участках. Простои сотрудников автоматически фиксируются и выводятся в сводные отчеты и персональные графики.

3. Увеличение общей выработки – анализ производительности показал, что общая выработка возросла при прежнем уровне затрат, что свидетельствует о более рациональном распределении ресурсов и времени.

Полученные результаты показывают, что внедрение системы мониторинга производственных процессов оказалось высокоэффективным шагом для предприятия. Повышение производственной мощности и снижение простоев трудовых ресурсов составляют важные достижения, которые, в свою очередь, позволяют укрепить позиции ПАО «ТЗА» на рынке.

На основании проделанного анализа и полученных результатов можно с уверенностью рекомендовать дальнейшее развитие системы мониторинга с возможностью интеграции дополнительных функций и модулей для более глубокого анализа данных и оптимизации процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Авсиевич, А. В. Проектирование информационной системы выявления простоев и задержек в производственных процессах / А. В. Авсиевич, Ф. С. Арысланов // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике : сборник статей XXIII Международной научно-технической конференции, посвященной 80–летию Пензенского государственного университета, Пенза, 24–25 ноября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2023. – С. 116–121. – EDN MIRQSZ.
- 2 Автоматизация выявления простоев и задержек в производственных процессах / Ф. С. Арысланов, А. В. Авсиевич, В. В. Авсиевич [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 6. – С. 127–129. – EDN ALJGZH.
- 3 Организация производственного контроля на линии сборки полуприцепов с использованием машинного зрения / А. В. Авсиевич, В. В. Авсиевич, Ф. С. Арысланов [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2024. – Т. 26, № 6(122). – С. 142–147. – DOI 10.37313/1990–5378–2024–26–6–142–147. – EDN JJTLND.
- 4 Арысланов Ф.С., Авсиевич А.В., Авсиевич В.В. Анализ процесса сборки продукции на публичном акционерном обществе «Туймазинский завод автобетоновозов»// Современные наукоемкие технологии. – 2025. – № 2. – С. 8–15 <https://doi.org/10.17513/snt.40297>

УДК 681.3+004.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕХОДНОЙ ФУНКЦИИ
КОМПЕНСИРУЮЩЕГО ЗВЕНА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОСЕТИ**

Болоховцев И. О., Данилушкин И. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в статье предложен метод расчета оптимальной переходной функции компенсирующего звена, построенный с помощью итерационного алгоритма формирования обучающей выборки для нейронной сети, чередующейся с процессом её обучения. При формировании обучающей выборки учитывается влияние предыстории воздействий на компенсирующего сигнала на систему управления.

Ключевые слова: комбинированное управление, переходная функция, нейросеть, обучение, возмущение.

Использование комбинированных систем управления оправдано во многих практических задачах, когда существенные возмущения, действующие на объект известны, и могут быть измерены техническими средствами. При построении комбинированных систем управления возникает задача синтеза передаточной функции контура компенсации. При известной передаточной функции системы управления, передаточная функция компенсатора может быть рассчитана аналитически, однако, в большинстве случаев, она оказывается нереализуемой, либо, практически непригодной из-за наличия в составе дифференцирующих звеньев, увеличивающих влияние высокочастотного шума измерительных каналов на систему.

Существуют различные подходы к синтезу передаточной функции компенсатора, в настоящей работе предлагается подход, который обеспечивает получение переходной функции компенсатора в результате обучения нейронной сети прямого распространения. Основная идея предлагаемого подхода заключается в формировании новой обучающей выборки после каждой эпохи обучения нейронной сети. Промежуточный результат обучения – отклик нейронной сети после очередной эпохи – используется для компенсации возмущения, а поведение системы при одновременном воздействии возмущения и компенсации используется для формирования обучающей выборки для следующего этапа обучения.

Объектом исследования является модель комбинированной системы управления, состоящая из ПИ-регулятора, модели объекта управления, модели реакции объекта на возмущающее воздействие и нейросетевого компенсатора (НС), формирующего сигнал компенсации возмущений (рисунок 1). Параметры передаточных функций (ПФ) объекта управления представлены на рисунке, коэффициенты ПИ-регулятора рассчитаны исходя из требований технического оптимума [1].

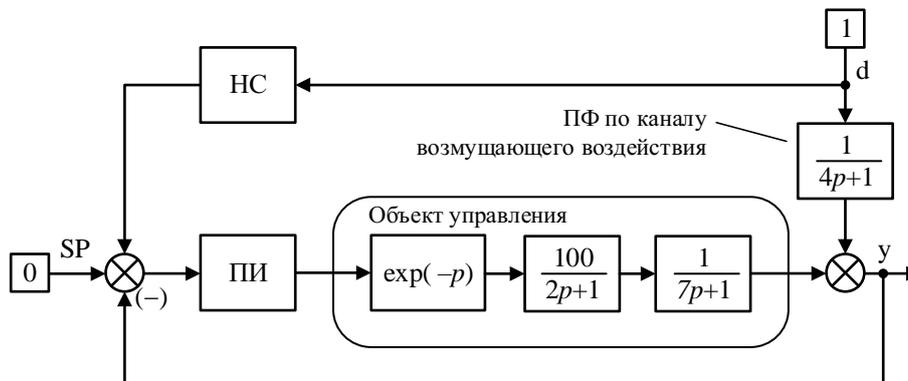


Рисунок 1 – Модель комбинированной системы управления

Основным языком программирования для проведения вычислительного эксперимента выбран Python, а также набор специализированных библиотек, которые требуются для моделирования динамической системы и реализации нейронной сети:

- control: моделирование динамических систем, представление звеньев в виде передаточных функций и объединение их в единую модель [2];
- numpy: численные расчеты и работа с массивами данных;
- tensorflow.keras: построение, обучение и анализ нейронных сетей [3];
- matplotlib: визуализация результатов моделирования.

В работе использовалась нейросеть прямого распространения, состоящая из следующих слоёв:

- входной слой: состоит из одного входа, который будет принимать единичное значение для активации нейронной сети;
- скрытые слои: два слоя с 8 и 16 нейронами, функция активации – гиперболический тангенс;
- выходной слой: 40 нейронов с линейной функцией активации, формирует вектор значений, который содержит опорные точки временного ряда сигнала компенсации.

В качестве алгоритма оптимизации используется adam. Функция потерь – среднеквадратичная ошибка (mse) – выбрана как наиболее подходящая для задач минимизации разницы между целевыми значениями и предсказаниями модели.

Обучение нейросетевого компенсатора реализовано как последовательность итераций, каждая из которых состоит из следующих шагов:

1) генерация управляющего сигнала: нейронная сеть формирует компенсирующее воздействие;

2) получение отклика системы: модель системы возвращает временной ряд выходного сигнала, как реакцию на возмущающее и компенсирующее воздействия;

3) расчет ошибки и учет её зависимости от предыстории:

- для выбранных моментов времени вычисляется разница между желаемым (отсутствие отклонений от уставки) и реальным поведением системы;

- ошибка не просто фиксируется в текущий момент, а распределяется назад по времени с экспоненциальным затуханием, это позволяет учесть, что текущая ошибка могла быть скомпенсирована более ранними компенсирующими воздействиями.

4) формирование обучающей выборки: на основе рассчитанных для разных моментов времени ошибок, формируется обучающая выборка нейронной сети;

5) обновление весов сети: нейронная сеть обучается на каждом шаге, минимизируя среднеквадратичную ошибку между своим выходом и скорректированным целевым сигналом;

6) визуализация и адаптация параметров: на каждой эпохе обучения случайным образом изменяются параметры обучения – длительность влияния ошибки, скорость

её затухания и шаг выборки – что способствует лучшему обобщению модели и предотвращает переобучение.

В качестве измеряемых возмущений было выбрано ступенчатое воздействие, так как оно даёт чёткий, легко анализируемый отклик системы, что позволяет в процессе обучения нейросети получить динамическую реакцию объекта.

График с реакцией системы на ступенчатое возмущение с компенсатором, и без компенсатора представлен на рисунке 2.

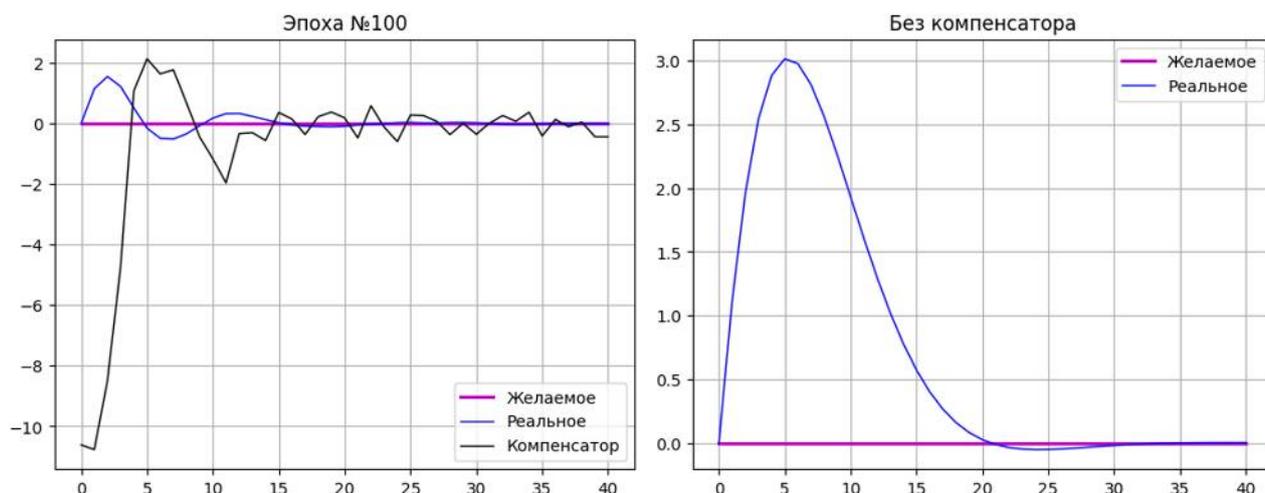


Рисунок 2 – Реакция системы на ступенчатое воздействие с компенсатором (слева) и без компенсатора (справа)

Предложенный подход позволяет получить аппроксимацию переходной функции компенсирующего звена. Анализ полученной переходной функции позволит в дальнейшем сформулировать задачу синтеза передаточной функции компенсирующего звена с такой же переходной функцией.

В перспективе планируется оптимизировать обучение нейронной сети, использовать более глубокие архитектуры и комбинировать метод с другими адаптивными алгоритмами для повышения точности и быстродействия.

Применение нейронных сетей для синтеза компенсаторов открывает новые возможности в управлении системами с возмущениями, сочетая реализуемость передаточных функций с высокой адаптивностью, что перспективно для практического внедрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Системы подчинённого регулирования электроприводов постоянного тока: учебное пособие по курсу «Локальные системы управления»/ Самар. госуд. техн. ун-т; сост. Э.Я. Рапопорт, В.К. Рыбаков. Самара, 2003. – 56 с.

- 2 Official documentation for Python Control Systems Library [Электронный ресурс]. URL: <https://python-control.readthedocs.io> (дата обращения: 10.02.2025).
- 3 Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit–Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. – 2–е изд. – М.: Диалектика, 2020. – 1040 с.

УДК 656.13

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИТС С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Булатова О. Ю.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация: в данной статье рассматриваются проблемы управления транспортной системой в условиях проведения городских массовых мероприятий. Такие мероприятия вызывают высокую загруженность транспортных сетей, а внезапный всплеск интенсивности движения оказывает негативное влияние на дорожную обстановку, что зачастую приводит к образованию значительных заторов. На основе анализа научной литературы и тематических исследований, посвященных массовым городским мероприятиям, в работе выделены семь сервисных групп интеллектуальных транспортных систем (ИТС), обеспечивающих эффективное транспортное обслуживание. Кроме того, представлена концептуальная архитектура этих сервисных групп для массовых городских мероприятий и определены взаимодействия между её элементами. Предложенная архитектура содержит рекомендации по внедрению ИТС при проведении массовых городских мероприятий.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы, архитектура ИТС, сервисные группы ИТС, транспортное обслуживание, массовые мероприятия.

В настоящем исследовании использован подход смешанных методов, сочетающий систематический обзор литературы и анализ тематических исследований массовых мероприятий, проводимых в городах по всему миру, начиная от локальных фестивалей и заканчивая Олимпийскими играми, начиная с 1992 года. С целью определения релевантных сервисных групп интеллектуальных транспортных систем (ИТС) был проведён комплексный обзор литературы, включающий анализ отчетов комиссии Международного олимпийского комитета (МОК) и научных статей в специализированных изданиях по ИТС (базы данных ВАК, Scopus и Web of Science).

В ходе исследования были выявлены общие функциональные возможности ИТС, которые были объединены в семь ключевых категорий. На основе проведённой идентификации была разработана концептуальная архитектура для интеграции выбранных сервисных групп ИТС, детализирующая их взаимодействия и функции. В таблице 1 представлен перечень идентифицированных сервисных групп ИТС и их предоставляемые специфические функциональные возможности.

Функции сервисных групп ИТС

№ п/п	Наименование сервисной группы	Функции сервисной группы
1.	Управление дорожным движением	Мониторинг и управление транспортными потоками, системы контроля скорости движения ТС и т.д.
2.	Информационные системы для пользователей	Предоставление информации об условиях движения, построение маршрута, оповещение об изменениях дорожных условий
3.	Безопасность дорожного движения	Видеонаблюдение, предупреждение столкновений, аварийные службы
4.	Управление общественным транспортом	Безналичная оплата проезда, планирование маршрутов, информационные услуги для пассажиров
5.	Обеспечение экологической безопасности	Мониторинг выбросов загрязняющих веществ, системы управления экологическими стандартами
6.	Высокоавтоматизированные транспортные средства	Обеспечение безопасности грузовых и пассажирских перевозок
7.	Интеграция с другими системами	Экстренные службы, городская инфраструктура

Проведение массовых мероприятий различного уровня требует скоординированной работы сервисных групп ИТС и различных городских систем. Интеграция ИТС с другими системами позволяет оптимизировать процессы, повысить качество обмена данными между всеми инфраструктурными объектами мероприятия и увеличить уровень обслуживания пользователей.

Эффективное взаимодействие каждого компонента ИТС играет определяющую роль в создании безопасной и комфортной среды для всех участников городского массового мероприятия. Взаимодействие этих элементов позволяет не только оптимизировать транспортные потоки и минимизировать риски, но и обеспечить положительный опыт для посетителей, повышая тем самым привлекательность мероприятия и улучшая имидж города

Проведение городских массовых мероприятий требует развернутой, надежной и эффективной интеллектуальной транспортной системы. Далее представлена концептуальная архитектура подобной системы, разработанная с учетом специфических требований массовых мероприятий (рисунок).

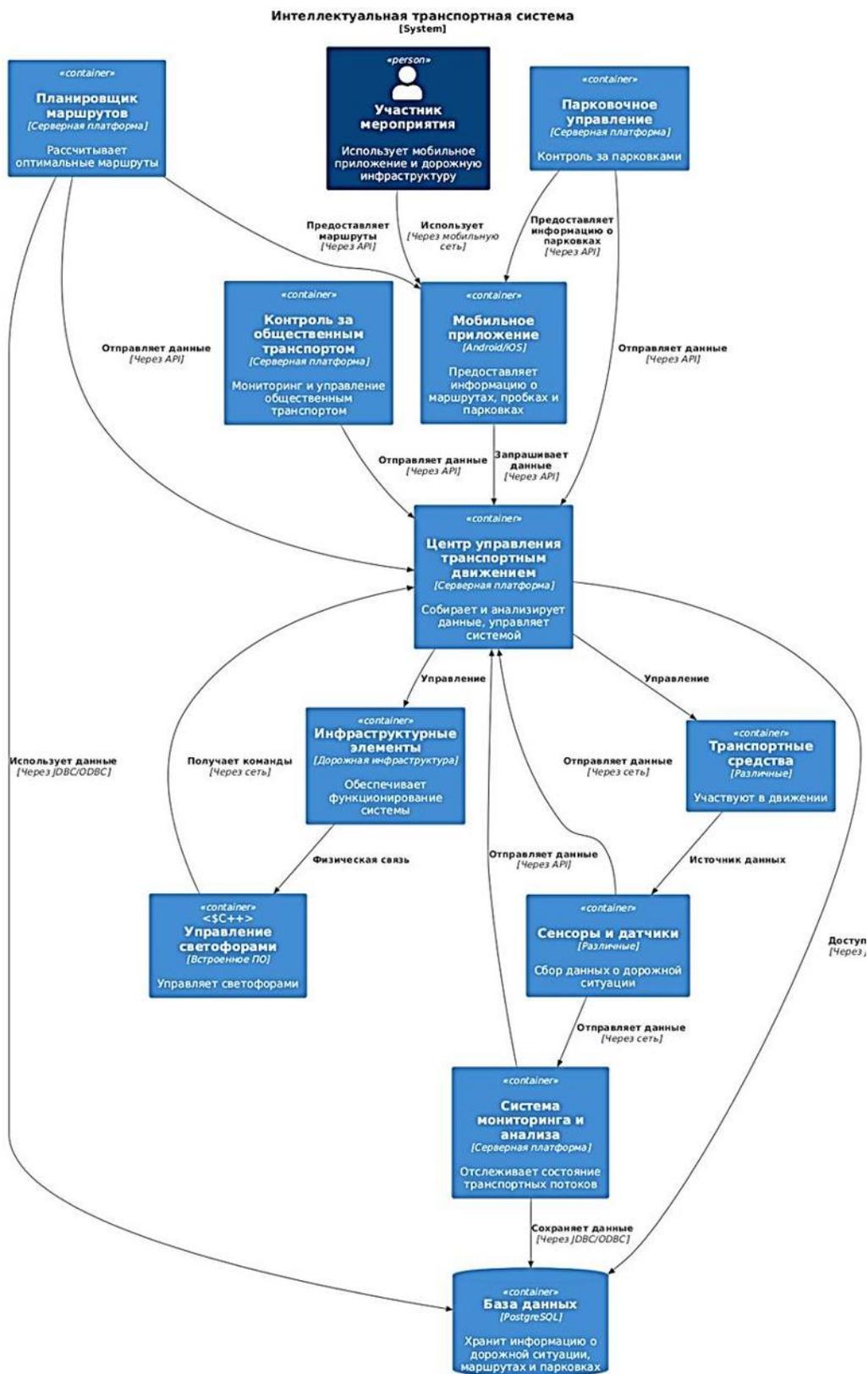


Рисунок – Концептуальная архитектура ИТС при проведении городских массовых мероприятий

Городские массовые мероприятия создают дополнительную нагрузку на транспортную систему и способны дестабилизировать организацию дорожного движения. На основе анализа существующих исследований, статья предлагает

структурированный подход к организации транспортного обслуживания, выделяя семь ключевых сервисных групп ИТС. Также предложена концептуальная архитектура интеллектуальной транспортной системы, определяющая взаимосвязи между элементами сервисных групп, что обеспечивает основу для внедрения ИТС и повышения эффективности транспортного обслуживания в условиях массовых городских мероприятий. Исследование вносит ценный вклад в разработку практических рекомендаций по применению ИТС для оптимизации транспортного обслуживания и минимизации негативных последствий, связанных с проведением городских массовых мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Булатова, О. Ю. Применение элементов интеллектуальных транспортных систем при организации транспортно-логистического обслуживания во время проведения массовых городских мероприятий / О. Ю. Булатова // Дороги и мосты. – 2022. – № 1(47). – С. 294–304. – EDN HCIDVX.
- 2 Прогнозирование транспортных потоков на основе модели сверточной нейронной сети / Ц. Цзян, А. А. Феофилова, А. Г. Шевцова, В. В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4–1(87). – С. 126–133. – DOI 10.33979/2073–7432–2024–4–1(87)–126–133. – EDN IEOBLW.
- 3 Новиков, А. Н. Совершенствование транспортно-логистических процессов сетевой доставки грузов автомобильным транспортом на примере компании ОАО «Магнит» / А. Н. Новиков, С. А. Жесткова // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4–1(87). – С. 134–142. – DOI 10.33979/2073–7432–2024–4–1(87)–134–142. – EDN SAKVEC.
- 4 Криволапова, О. Ю. Подход к оценке эффективности объектов совершенствования транспортной сети / О. Ю. Криволапова // Научное обозрение. – 2014. – № 11–2. – С. 606–608. – EDN TUGDGF.
- 5 Булатова, О. Ю. Интеллектуальные транспортные системы / О. Ю. Булатова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2022. – 101 с. – ISBN 978–5–7890–1991–7. – EDN NWJDBZ.
- 6 Моделирование гибких скоростных режимов на автомагистралях / В. В. Зырянов, Г. Аохуа, Ю. Н. Линник, М. В. Кулев // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 4–1(87). – С. 104–111. – DOI 10.33979/2073–7432–2024–4–1(87)–104–111. – EDN NCCROE.
- 7 Криволапова, О. Ю. ОСОБЕННОСТИ Построения Архитектуры интеллектуальных транспортных систем / О. Ю. Криволапова // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2012. – № 1(24). – С. 99–102. – EDN OWUAOJ.
- 8 Коновалова, Д. А. Стратегия снижения количества дорожно-транспортных происшествий путем внедрения интеллектуальных транспортных систем / Д. А. Коновалова, О. Ю. Булатова // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3–1(82). – С. 93–100. – DOI 10.33979/2073–7432–2023–3–1(82)–93–100. – EDN VTEGKC.

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ

Захарова П. Б.¹, Скибин Ю. В.²

¹Самарский государственный экономический университет, г. Самара

²Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматриваются особенности применения искусственного интеллекта в управлении. Особое внимание уделяется анализу технологии искусственного интеллекта. Анализируются направления применяя и решаемые задачи. Приводятся примеры успешного применения ИИ в организациях, реализующих стратегии цифровой трансформации

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), цифровизация управления, технологии ИИ, цифровые компании, инструменты ИИ.

В современном мире, в условиях развития технологий и повсеместного их освоения всеми членами цивилизованного общества, сложно представить организацию, обходящую стороной тенденцию к цифровизации.

Внедрение современных технологий в производственные процессы предприятий на текущий момент времени является неотъемлемой частью нашей реальности, с каждым годом набирая обороты. При этом все большую популярность и распространение получает искусственный интеллект (ИИ), являющийся целым рядом технологий и решений, которые могут имитировать когнитивные способности человека (включая самообучение и поиск оптимальных решений без использования заранее определенных алгоритмов) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека [1].

Технологические решения включают в себя информационно–коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, с использованием методов машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений, а также информационные технологии, которые способствуют созданию и использованию технологических решений.

В настоящий момент ИИ успешно находит свое применение в таких областях, как проектное управление, маркетинговая деятельность, контроль и оценка деятельности организации. Кроме того, ИИ широко используется для планирования ресурсов в компаниях, что позволяет оптимизировать большинство бизнес–процессов. Изучив практику применения технологий ИИ, можно сделать вывод, что ИИ улучшает координацию внутри компании и повышает оперативность и качество выполнения задач [3].

Результаты проведенного анализа по направлениям применения технологий ИИ позволяет утверждать, что он помогает оптимизировать решение текущих задач и минимизировать ошибки, связанные с фактором человека.

Таблица 1

Анализ направлений применения технологии ИИ в управлении

Направление применения ИИ	Возможности и результаты
Автоматизация процессов и рутинных задач	Высвобождает ресурсы менеджеров, чтобы он мог сосредоточить внимание на стратегически-важных вопросах
Сбор и анализ данных	Обработка информации и интерпретация полученных результатов, для принятия руководителем более обоснованных решений
Оптимизация цепочек поставок	Позволяет снизить затраты и повысить эффективность грузооборота
Управление рисками	ИИ позволяет на ранней стадии проекта выявить риски, а менеджер разработает мероприятий по их предотвращению или минимизации

Искусственный интеллект не так давно вошел в нашу жизнь. Он еще находится на ранней стадии развития, он уже оказывает значительное влияние на различные аспекты управления. Рассмотрим основные технологии ИИ (таблица 2).

Таблица 2

Технологий ИИ в управлении:

Технологии ИИ	Описание технологии и функциональные возможности
ChatGPT	Многофункциональный чат-бот, который ведет диалоги, может генерировать идеи, сочинять и писать все, что ему задаст пользователь.
Машинное обучение, ML (Machine Learning)	Область искусственного интеллекта, которая включает в себя алгоритмы и методы, позволяющие компьютерным системам учиться из данных и делать прогнозы или принимать решения. Система преобразует большой объем данных в полезную информацию (Data Science), а также учится на основе этих данных. Алгоритм LM делает прогнозы на основе Data Science, а результаты используются для автоматизации процессов, которые требуют принятия решения.
Big Data	Технология обработки и анализа большого массива данных. Платформы с технологией Big Data позволяют организациям собирать данные и проводить их анализ. Источниками данных являются транзакции, информация в соцсетях и др.). Есть похожа по назначению технология – Data Mining.
NLP (Natural Language Processing)	Технология для генерирования и распознавания человеческой речи. Подобные системы используют для связи с клиентами фирмы, например, для ответа на вопросы. Также часто применяют для автоматизации обработки большого количества документов.
GAN (Generative Adversarial Networks)	Тип ML-моделей, которые используют для генерирования данных, подобных реальным. Модели генерируют новые тексты, изображения, музыку и многое другое.
Нейронные сети	анализируют большие потоки данных и генерируют новые идеи и предлагают решения, разрабатывают новые продукты и предложения.
Распознавание речи	Технология, которая дает возможность распознавать речь человека, которая позволяет автоматизировать обработку телефонных звонков и ответы на вопросы клиентов, диктовать текст и многое другое.

Для внедрения искусственного интеллекта в организацию необходимо понимать, для чего это делается, какую цель преследует данное решение и какие задачи ИИ должен выполнить. Необходимо проанализировать текущую деятельность организации с целью выявления процессов, которые могут быть автоматизированы и улучшены, определения областей, наиболее нуждающихся в подобном вмешательстве.

Исходя из предварительно проведенного анализа организации и поставленных целей выбираются необходимые сервисы ИИ, подходящие для конкретного случая. Избирается стратегия внедрения искусственного интеллекта и определяются необходимые ресурсы.

Внедрение ИИ должно быть поэтапным, начиная лишь с небольших проектов, которые впоследствии будут анализироваться на предмет успеха или провала технологии, определения необходимости проведения дополнительных тестов или готовности внедрения искусственного интеллекта в другие процессы предприятия.

Все результаты такого вмешательства должны четко отслеживаться и измеряться наиболее подходящими показателями для возможности дальнейшей корректировки стратегии при необходимости.

На текущий момент российские организации не отстают от своих иностранных коллег и уже оптимизируют производственные процессы с помощью ИИ. На данный момент известны следующие кейсы:

Авито. В работе данного сервиса применяется ранее описанный ChatGPT. В данном случае ИИ обрабатывает большие массивы информации и выдает совет или решение проблемы, которое может отличаться от решения, представленного менеджерами, но которое также можно применить в конкретной ситуации, так как искусственный интеллект способен обработать большее количество данных.

Чат-бот помогает компании автоматизировать и оптимизировать многие процессы в менеджменте и управлении персоналом благодаря своей способности собирать и анализировать множество данных. Чаще всего такая автоматизация касается рутинных и занимающих много времени процессов: привлечение новых сотрудников, их адаптация на рабочем месте, а также прогнозирование текучести кадров, их результативности [2].

Ростелеком. В данной компании ИИ ценится за его надежность и возможность повышения эффективности труда. Искусственный интеллект позволяет автоматизировать многие задачи, что приводит к более быстрому их решению. ИИ полностью исключает человеческий фактор в различных вопросах, например, при приеме нового сотрудника искусственный интеллект не будет учитывать такие факторы как: возраст, пол, желание пойти кому-то навстречу, как это будет делать HR-специалист.

В Ростелекоме ИИ используется для разных целей, например, в качестве чат-бота помощника для сотрудников и пользователей, отвечающего на вопросы на основании анализа баз данных. Также можно отметить применение искусственного интеллекта для прогнозирования увольнения сотрудника по собственному желанию – ИИ помогает спрогнозировать 80 % подобных случаев [2].

Северсталь. В организации ИИ используется как для общей помощи сотрудникам различных отделов в рутинных вопросах, касающихся генерирования текстов, так и для консультации посетителей сайта Северстали об информации о компании и вакансиях в организации, а также для помощи сотрудникам в создании и ведении курсов на базе онлайн-платформ (в данном случае функциями ИИ являются написание текстов, создание изображений и прочих графических элементов, озвучивание лекций и обработка обратной связи) [2].

Сбер. Искусственный интеллект в данной организации – тот необходимый инструмент, который призван улучшить качество работы компании и управления ею. Сбер уже несколько лет внедряет искусственный интеллект в различных отделах, и для сотрудников компании это является приоритетной задачей. В организации проводятся регулярные собрания, нацеленные на обсуждение актуальных трендов в применении ИИ и демонстрации результатов внедрения искусственного интеллекта в различные сферы [2].

Сбер активно использует технологии ИИ:

- при подборе кадров (например, поиск потенциального сотрудника, похожего на уже имеющегося в компании человека по личным и рабочим качествам, с подобным ему опытом работы и спектром навыков);

- при сортировке ленты обучений, доступных и рекомендованных для сотрудников (для решения данной задачи ИИ анализирует профиль, род занятий, должность и интересы сотрудника и выдает максимально подходящие для него варианты курсов и статей);

- при анализе эффективности сформулированных качественных и количественных целей.

На сегодняшний день искусственный интеллект является инструментом для оптимизации производства и различных организационных процессов. Он может использоваться для автоматизации обработки данных и составления отчетности

финансового отдела, сбора и анализа данных о продажах с целью выявления успеха применяемой маркетинговой стратегии, определения закономерностей и тенденция для помощи менеджерам принятия наиболее обоснованных решений.

С помощью ИИ возможно прогнозирование спроса, оптимизация логистики и цепочек поставок, совершенствование обслуживания и повышение клиентоориентированности, прогнозирование рисков и управление ими.

Организации, активно внедряющие искусственный интеллект в различные процессы внутри организации, уже отмечают будущие возможности применения ИИ:

- оценка удовлетворенности клиента и эмоционального состояния сотрудников компании;
- вынесение рекомендаций развития карьеры сотрудника (предложение перехода на открытые внутри организации вакансии);
- автоматизация и оптимизация контроля документации (соблюдения сроков исполнения договоров, окончание сроков учетных записей и др.);
- создание диалоговых ботов для помощи сотрудникам в поиске необходимой информации среди данных компании и многое другое.

Уже на данные момент ИИ решает множество важных с точки зрения менеджмента вопросов, находясь лишь на стадии своего развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Указ Президента РФ от 10 октября 2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (ред. от 15.02.2025) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2019. № 41.
- 2 Искусственный интеллект в HR. Кейсы российского рынка. Совместное исследование «Технологий Доверия» и Knomary // Технологии Доверия : [Сайт]. – 2023. – URL: <https://data.tedo.ru/publications/ai-in-hr.pdf> (дата обращения 16.02.2025).
- 3 Каталкина М. Ю., Кузьмина Е. Ю., Савченко А. В. Проблемы и перспективы использования технологий искусственного интеллекта в менеджменте: запрос на ИИ–сервис / М. Ю. Каталкина, Е. Ю. Кузьмина, А. В. Савченко ; Вестник БИСТ (Башкирского института социальных технологий), 2023. – № 2 (59). – с. 25–34. – <https://doi.org/10.47598/2078-9025-2023-2-59-25-34>.

УДК 303.732
004.021
004.67

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГРАФИКИ

Османкина А. И., Колпашиков С. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в статье представлен обзор применения трехмерной молекулярной визуализации для анализа и сравнения химических структур, разрабатывающийся с использованием методик системного анализа. Создание алгоритма сравнения позволит произвести комплексный анализ нескольких конформаций одного и того же химического соединения или разных химических структур. Особое внимание уделяется вопросам эргономичного представления совмещенных молекул в 3D-пространстве для проведения сравнительного анализа.

Ключевые слова: системный анализ, органические соединения, 3D-визуализация, пространственное расположение атомов, конформационный анализ.

Применение 3D-визуализации для изучения структур химических соединений началось еще до появления компьютерных технологий, позволяющих моделировать, прогнозировать и анализировать конструкции различной сложности. Начиная с 1970-х годов, в период развивающейся компьютерной графики, были разработаны первые программы, такие как ChemDraw и CHEM-X [1], предназначенные для проведения исследований пространственных характеристик молекул.

Инструментарий 3D-визуализации расширяет возможности исследователей, позволяя производить манипуляции со структурами соединений [2]: представить конфигурацию известных соединений, строить гипотетически возможные химические соединения и измерять углы и длины связей в них, а также формулировать новые теории на основе конформационного анализа [3].

На сегодняшний день технологии позволяют не только строить трехмерные модели, но и внедрять различные математические методы для облегчения проведения вышеописанных процедур.

В ходе исследования текущего набора средств визуализации было определено, что подобные системы не имеют функционала по явному сравнению нескольких трехмерных моделей химического соединения, а лишь косвенно предоставляют возможности по их сравнению вручную. Поскольку повсеместно в исследовательских лабораториях изучаются и сравниваются различные конформации (неидентичные пространственные формы молекул, состояния) химических соединений и их

взаимосвязь с характеристиками, данная задача является актуальной для современной науки и требует разработки решения с применением методов системного анализа.

В подавляющем большинстве органических веществ конформации одного и того же вещества различаются пространственным расположением отдельных функциональных групп или отдельных атомов, они повернуты относительно другой части молекулы с сохранением целостности связей в молекуле [4].

Предлагается разработать универсальное решение, позволяющее однозначно сравнивать два набора декартовых координат, определяющих структуру молекулы. В ходе проработки решения были выделены следующие задачи, которые необходимо реализовать:

- определить, являются ли наборы координат и связей конформациями одного и того же химического соединения;

- найти отличия в наборах координат и связей, если они являются не конформациями. Опциональная задача, позволяющая в будущем расширить функционал сравнения вплоть до разбиения молекулы на несколько частей. Например, на структурную часть (основная часть молекулы, в случае с органическими соединениями – углеродный скелет) и набор функциональных групп атомов, определяющий конкретные химические свойства молекулы;

- найти отличия в различных конформациях одной и той же молекулы, а также определить, насколько точно молекулы совмещены друг с другом;

- привести наборы координат к одному масштабу;

- привести наборы координат к одной системе координат, в том числе с применением преобразования координатного набора в другой с вращением относительно осей до максимально возможного по показателям точности совмещения и с сохранением длин связей между атомами;

- произвести конформационный анализ, позволяющий выявить корреляцию между пространственным расположением смещенных атомов/наборов атомов и характеристиками конформаций [4,5].

Для исследователей предполагается разработка несколько пользовательских сценариев:

1. Возможность просмотра автоматически сравненных наборов. Данный пользовательский сценарий будет актуален после разработки алгоритмов

конформационного анализа в системе, на основе которых система сможет «подсказывать» пользователям, что эти наборы имеют высокую степень корреляции.

2. Возможность ручного сравнения разных конформаций одного или разных химических соединений, предполагающая функционал:

- выбора набора координат для сравнения;
- сравнения наборов координат на основе этапов, описанных выше;
- отображения совмещенных молекул на одной 3D–визуализации;
- отображения результатов конформационного анализа или разницу в характеристиках сравниваемых наборов.

Представление двух совмещенных наборов координат на одной 3D-сцене будет производиться следующим образом:

- часть атомов, совпадающих в сравниваемых структурах, будет обозначена нейтральным цветом;
- отличающиеся части структур будут обозначены разными цветами. Для каждой структуры будет определен свой цвет, например, для набора 1 – красный, для набора 2 – синий.

На рисунке 1 представлены две конформации одного и того же соединения, различимые расположением 8 и 11 атомов водорода. На рисунке 2 представлена проектируемая модель двух совмещенных конформаций, где красным цветом обозначено расположение этих атомов в конформации №1, синим цветом – в конформации № 2.

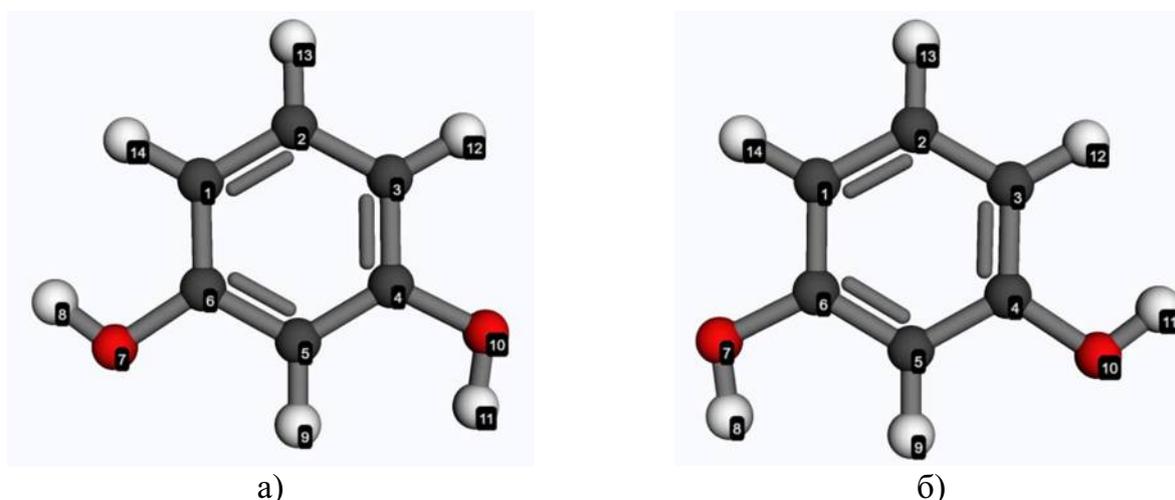


Рисунок 1 – а) Конформация №1 молекулы (CAS 108–46–3), б) Конформация №2 молекулы (CAS 108–46–3)

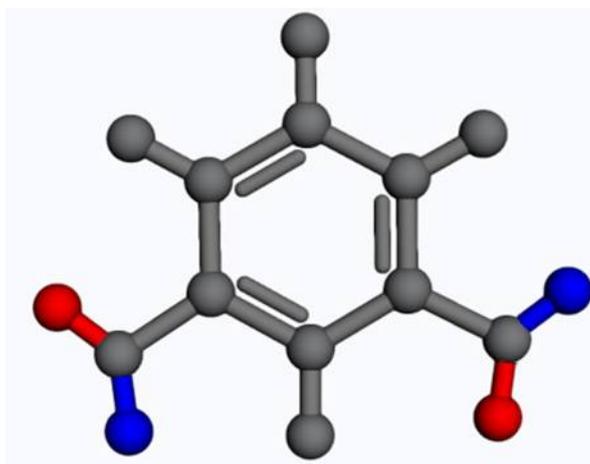


Рисунок 2 – Совмещенные конформации молекулы (CAS 108–46–3) на одной модели

Визуализации представлены из программного обеспечения, специализирующегося на обработке и представлении результатов квантово-химических расчетов [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Д. А. Базлов, В. Ю. Орлов, А. Д. Котов, А. В. Цивов. Компьютерная химия. Ярославль, Яросл. гос. ун–т им. П. Г. Демидова., 2013. 76 с.
- 2 Соловьев М.Е, Соловьев М.М. Компьютерная химия. Москва: СОЛОН–Пресс, 2005. 536 с.
- 3 Элиэль, Э. Л., Аллингер, Н. Л., Анжъял, С., Моррисон, Г. А. Конформационный анализ. Москва: Мир, 1969. 592 с.
- 4 Игнатов С.А. Квантовохимическое моделирование атомно–молекулярных процессов. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н, И, Лобачевского, 2019. 94 с.
- 5 Дюмаева И.В. Сравнительная характеристика квантово-химических методов исследования органических соединений // Башкирский химический журнал. 2008, Том 15, № 5.
- 6 Османкина А. И., Троян В. В., Кривенцов С. С., Колпащиков С. А. Информационная система хранения и обработки квантово-химических расчетов молекул // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 29 марта 2024 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 10–14. – EDN GWHАOT.

УДК: 004.8:658

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УПРАВЛЕНИИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Осокина Ю. В., Скибин Ю. В.

Самарский государственный экономический университет, г. Самара

Аннотация: в данной статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (AI) на управление в организациях, а также возникающие этические проблемы при его использовании. AI обеспечивает новые возможности для анализа данных, автоматизации процессов, управления персоналом.

Ключевые слова: искусственный интеллект, управление, автоматизация процессов, нейросети, цифровизация данных.

В последние годы технологии искусственного интеллекта (ИИ) стали важной составляющей множества областей человеческой жизни, включая управление и менеджмент. Наиболее широкое применение искусственного интеллекта наблюдается в ключевых (63 %) и вспомогательных процессах организаций. Появление ИИ открывает новые горизонты для оптимизации бизнес-процессов, повышения эффективности и улучшения качества принятия решений. Современные технологии, такие как машинное обучение, обработка естественного языка и анализ больших данных, предоставляют компаниям уникальные инструменты для анализа и предсказания поведения как внутренних, так и внешних факторов, влияющих на их деятельность. На сегодняшний день уровень внедрения искусственного интеллекта в ключевых отраслях России составляет 31 %. В тот же момент таких передовых секторах, как финансовые услуги, здравоохранение, информационно-коммуникационные, этот показатель достигает 49 %. Если сравнивать с 2021 годом, средний уровень использования ИИ в стране возрос в полтора раза. В результате, внедрение ИИ в менеджмент становится не просто трендом, а необходимостью для поддержания конкурентоспособности на глобальном рынке.

Однако, наряду с неоспоримыми преимуществами, использование ИИ в управлении также поднимает важные этические вопросы. Вопросы конфиденциальности данных, предвзятости алгоритмов, а также влияние на трудовые ресурсы и социальную структуру требуют внимательного рассмотрения и глубокого анализа.

Современные системы искусственного интеллекта могут быстро и точно обрабатывать, и анализировать большие объемы данных. Благодаря ИИ обработка и анализ больших объемов данных проходит быстро и точно в большинстве случаев.

Данный критерий помогает менеджерам принимать решения с более точностью и уверенностью, потому что данный, пройдя обработку и анализ помогают предоставить точность, что способствует решению менеджера. К примеру, можно взять прогнозирование, в таком вопросе ИИ помогает анализировать рыночные тренды и помочь провести исследования в предпочтениях клиентов, это адаптирует компанию к возможным изменениям. В исследовании часто включают методы статистического анализа, что машинное обучение и анализ больших данных, могут позволить выявить скрытые тренды.

ИИ упрощает жизнь сотрудников от тяжелых задач включая обработку данных или составление отчетов. Данное преимущество помогает снизить затраты таких как обработка данных или кадровых ресурсов, все это помогает в повышении производительности труда, что работники сосредотачиваются на более важных поставленных задач что могут включать в себя стратегические, креативные задачи, а также человеческое взаимодействие. Одни из успешных технологий, которые внедрены в компаниях используют Big Data и Data Mining.

Компании, которые активно используют ИИ, им позволяет избежать большого набора кадров что может сокращать затраты. В пример можно взять платформу «Авито», в платформе нейросеть занимается модерацией контента, тренда. На протяжении дней, обработку проходят около 2 миллиона объявлений, из них 98 % проходят автоматическую модерацию, что было бы сделать намного трудно вручную. ИИ помогает распределить объявления по категориям на основе анализа текстов и изображений. В замечании Андрея Рыбинцева, который является старшим директором по объему данных на этой платформе, ИИ может заменить 100000 модераторов, что упрощает работу компании в этом вопросе.

ИИ помогает в оптимизации документооборота организации. В агентстве The Mellows ИИ проверяет юридические документы, что помогает выявить риски связанные с авторскими правами. В группе «Самолет» ИИ может сравнивать разные версии документов, также можно проводить расшифровку интервью с потребителями.

Интернет-провайдер «Уфанет» использует ИИ в качестве поддержки пользователям кампании что информативную, что и техническую поддержку.

В возможностях ИИ можно увидеть, как он может анализировать резюме и предсказать успех кандидатов, такая возможность дает более эффективно подбирать

персонал. Также ИИ помогает при анализе производительности сотрудников и в дальнейшем решает проблему в разработке индивидуальных планов в развитии. Такую демонстрацию приводит как Chat gpt, HireVue и Поток Рекрутмент. Чтобы облегчить процесс HR, технологии оптимизируют в сторону улучшения качества подбора и взаимодействий с будущими кандидатами компании.

Лишь 34 % опрошенных компаний за 2023 год имеют нужный набор специалистов в области ИИ. В точках, где внедрение ИИ только начинается, кадровый уровень составляет 25 %. Решение этой проблемы в том, что нужно увеличить количество специалистов в области ИИ минимум на 20–40 % в ближайшее время.

Если взять обычное взаимодействие с клиентами, которые используют ИИ, к примеру, чат-боты или персонализированные рекомендации, этот процесс становится стандартом для нынешних форм бизнеса. Технологии в силах обеспечить оперативное и качественное обслуживание клиентов. Это приводит к тому, что клиенты удовлетворены и лояльны к компании. Статистика показывает, что компании, которые внедряют ИИ в работе с клиентами, имеют значительные показатели в удовлетворенности клиентов.

ИИ и машинное обучение активно проникают в сферу менеджмента, что открывает за собой новые возможности для бизнеса. Данные технологии могут позволить не только оптимизацию рутинных процессов, а также делают прогнозы и помогают принимать обоснованные управленческие решения. Например, российская розничная сеть «Лента» успешно использует ИИ для оптимизации запасов и помогает избежать как дефицита, так и избытка товаров. А компания «Билайн» с помощью машинного обучения точнее настраивает рекламные компании, повышая их эффективность. Подробные кейсы наглядно показывают, как современные технологии усиливают конкурентные преимущества компании. Внедрение ИИ перестает быть трендом – оно становится важным инструментом для роста бизнеса.

Сегодня многие компании активно внедряют ИИ для создания рекламного контента – от баннеров до постов в соцсетях. Это позволяет значительно сократить затраты. Но на этом применение ИИ не заканчивается. В маркетинге и продажах технологии помогают анализировать аудиторию, автоматически настраивать рекламные компании. Например, на «Авито» больше половины пользователей

взаимодействуют с персонализированной лентой рекомендацией, а на «Работе.ру» ИИ подбирает подходящие вакансии и резюме.

Однако стремительное развитие ИИ порождает и серьезные этические дилеммы – от вопросов приватности до рисков дискриминации и проблем с ответственностью.

Конфиденциальность данных остается ключевой проблемой. Алгоритмы обрабатывают огромные массивы персональной информации. Компаниям необходимо не только соблюдать GDPR и другие регулярные нормы, но и внедрять лучшие практики защиты данных.

Еще одна опасность – встроенные предупреждения в ИИ-моделях. Если алгоритм обучался на нерепрезентативных данных, он может воспроизводить дискриминационные паттерны. Яркий пример – система подбора персонала, которая необоснованно отсеивает определенные группы кандидатов. Чтобы минимизировать такие риски, критически важны:

- Регулярный аудит.
- Разнообразие тренировочных данных.
- Механизмы «человеческого надзора».

Внедрение ИИ в бизнес несет как новые возможности, так и серьезные вызовы для рынка труда.

Особенно уязвимыми оказываются работники низкоквалифицированных профессий, чьи функции легче всего автоматизировать. В этой связи перед руководителями встает важная задача – разработать программы переподготовки персонала, чтобы смягчить социальные последствия технологических изменений.

Современные технологии ИИ трансформируют подходы к управлению, открывая перспективы для оптимизации бизнес-процессов, повышения операционной эффективности и совершенствования управленческих решений. В России активнее всего ИИ внедряют в финансовые услуги, IT и даже в здравоохранении. Этот баланс между технологическим прогрессом и социальной ответственностью становится ключевым вызовом для современного менеджмента.

Современные технологии анализа данных и машинного обучения действительно открывают новые перспективы для бизнеса. Они не просто упрощают работу – они меняют сам подход к принятию управленческих решений.

Главное преимущество этих технологий в том, что они берут на себя рутинную часть работы. Это позволяет сотрудникам сосредоточиться на действительно важных задачах, требующих человеческого опыта и творческого подхода. Например, в банковском секторе ИИ помогает анализировать риски, в логистике – оптимизирует маршруты доставки, в HR ускоряет подбор персонала. Получается, что ИИ само по себе – это инструмент, главное – найти правильный подход к их использованию и подготовить команду, которая сможет ими управлять.

Необходимость соблюдения этических норм и защиты данных также требует от менеджеров разработки четких стратегий и механизмов контроля.

В итоге внедрение искусственного интеллекта в управление не только открывает новые горизонты для бизнеса, но и ставит перед ним важные вызовы, требующие комплексного подхода и ответственного отношения к использованию технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ПАУ «Сбербанк»: официальный сайт. URL: www.sberbank.ru (дата обращения: 2025)
- 2 ООО «Работа.ру». URL: <https://samara.rabota.ru/> (дата обращения: 2025).
- 3 Федеральный орган исполнительной власти Российской Федерации «Министерство экономического развития Российской Федерации». URL: <https://www.economy.gov.ru/> (дата обращения: 2025)

УДК 004.942

СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД В ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

Осянина Л. В., Дилигенская А. Н.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: решена задача обработки сигнала на основе зашумленных данных.

Ключевые слова: зашумленность, стабилизирующий коэффициент, фильтрация, теплопроводность.

Введение. Эффективность управления технологическими процессами тесно связана с обеспечением оптимальных параметров системы, уровень точности контроля и оптимизация которых обуславливаются качеством обработки информации. Одним из факторов, оказывающим существенное влияние на точность обработки данных, является наличие шумов, которые могут исказить результаты анализа и привести к неверным выводам. В результате чего возникает необходимость

в разработке методов и алгоритмов, способных эффективно справляться с шумом и минимизировать его влияние на конечные результаты.

Целью исследования является обработка результатов динамических измерений.

В ходе решения поставлены следующие задачи:

- а) построение математической модели процесса теплопроводности;
- б) наложение шума на выходную величину, проведение фильтрации сигнала;
- в) анализ полученных результатов.

Постановка задачи. Математическая постановка задачи включает в себя уравнение объекта, начальные и граничные условия:

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 Q(x,t)}{\partial x^2}, 0 < x < R, t > 0, \quad (1)$$

$$Q(x, 0) = Q_0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q(0,t)}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

$$\lambda \frac{\partial Q(R,t)}{\partial x} = \alpha [Q_{ж}(t) - Q(R, t)], \quad (4)$$

где $Q(x, t)$ – температура, x – координата, t – время, $a = \frac{\lambda}{c\gamma}$ – коэффициент температуропроводности: λ – коэффициент теплопроводности, c – удельная теплоемкость, γ – плотность материала, Q_0 – начальное значение температуры, α – коэффициент конвективного теплообмена, $Q_{ж}(t)$ – температура рабочей среды, R – толщина стенки барабана котла.

Рассматриваемый процесс теплопроводности протекает в системах с распределенными параметрами, поэтому для решения краевой задачи можно использовать методы структурного подхода.

Тогда передаточная функция объекта имеет вид:

$$W(x, \xi, p) = \frac{1}{R} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\eta_n}{\eta_n + \sin \eta_n + \cos \eta_n} \cos\left(\eta_n \frac{x}{R}\right) \cos\left(\eta_n \frac{\xi}{R}\right) \frac{\frac{R^2}{a\eta_n^2}}{\frac{R^2}{a\eta_n^2} p + 1}, \quad (5)$$

где « η_n – пронумерованные в порядке возрастания корни уравнения:

$$\eta t g \eta - Bi = 0, \quad (6)$$

$Bi = \frac{\alpha R}{\lambda}$ – безразмерный критерий Био» [1].

Температурное поле стенки барабана определяется согласно выражению:

$$Q(x, p) = W(x, \xi, p) \frac{\alpha}{c\gamma} Q_{ж}(p). \quad (7)$$

Методы решения задачи. Для экспериментального исследования в качестве входа используется тестовый сигнал в виде экспоненциальной зависимости:

$$Q_{ж}(t) = k(1 - e^{-\beta t}), \quad (8)$$

где $k = 1, \beta = 3$ – коэффициенты функции.

На выходную величину наложен шум с заданными параметрами.

Целью исследования является сглаживание зашумленных данных с минимальной потерей информации.

Для решения задачи применены методы фильтрации сигнала и методы регуляризации, когда используется дополнительная функциональная связь, не связанная с сущностью исследуемого процесса, а направленная на уменьшение действия возмущения. В работе используется расчетная схема со стабилизирующим функционалом с параметром α , обеспечивающая сходимость к точному решению с точными данными при $\alpha \rightarrow 0$.

Для фильтрации зашумленного воздействия использовалось устройство с передаточной функцией [2]:

$$W(p) = \frac{b}{a_1 p + a_0 + \alpha}, \quad (9)$$

где $b = 1, a_1 = 0.01, a_0 = 1$ – коэффициенты фильтра.

Значение параметра α должно быть согласовано с погрешностью используемых данных, учитывающих действие возмущения и погрешность дискретизации модели, для сглаживания зашумленной величины. На рис. 1 представлена структурная схема, описывающая данный подход.

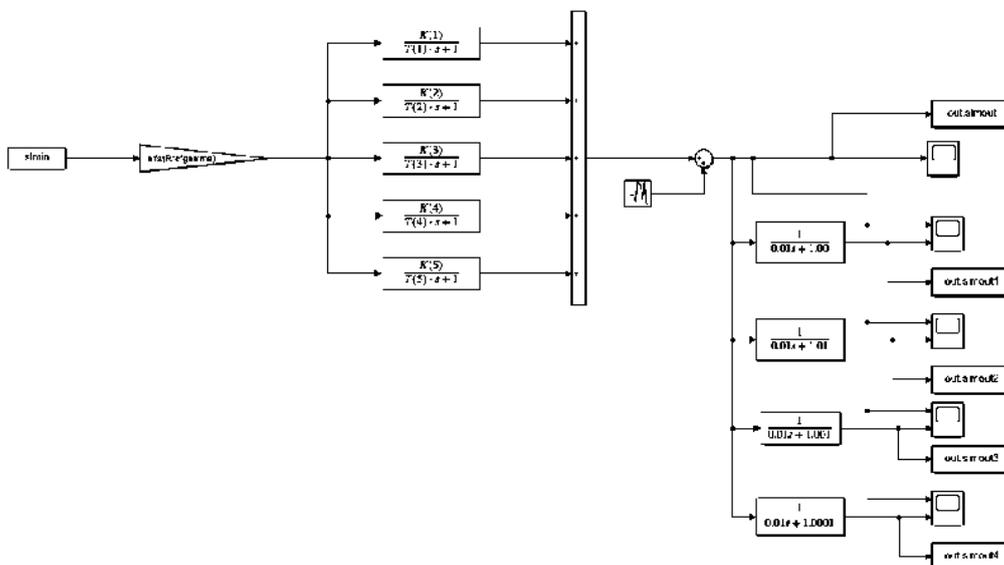


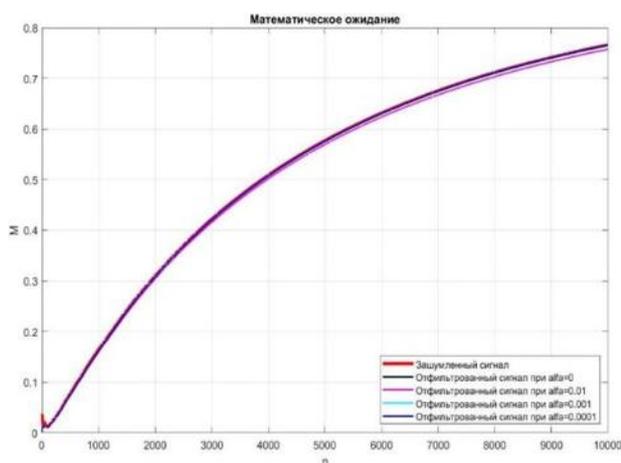
Рисунок 1 – Simulink–модель, описывающая обработку сигнала

В результате проведенного эксперимента были подобраны параметры фильтра, и проведена оценка метода регуляризации выходной величины согласно статистическим методам: расчет математического ожидания, дисперсии (рис. 2), коэффициента корреляции (табл.).

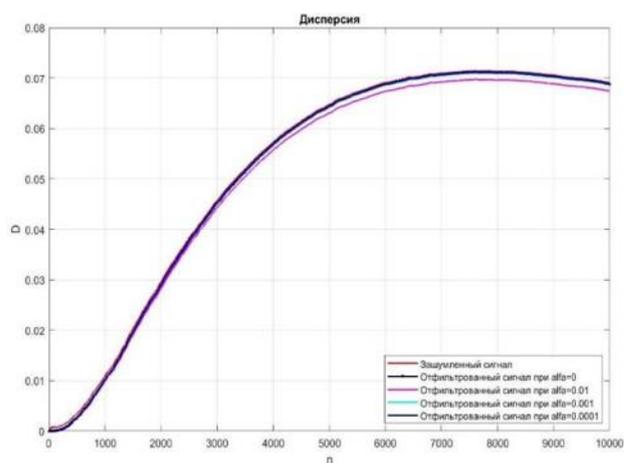
Таблица

Сравнительный анализ модели при использовании разных значений стабилизирующего коэффициента

Стабилизирующий коэффициент	Коэффициент корреляции	Интегральный квадратичный функционал $Y = \sum_{i=1}^n (Y(t_i) - Y_M(t_i))^2$
$\alpha = 0$	0.9933650	63.8248
$\alpha = 0.01$	0.9933737	9.8764
$\alpha = 0.001$	0.9933659	9.1760
$\alpha = 0.0001$	0.9933651	9.1628



а) Математическое ожидание



б) Дисперсия

Рисунок 2 – Результаты применения статистических методов

Анализ полученных результатов. Ряд экспериментов показывает, что согласно интегральному квадратичному отклонению максимальное совпадение достигается при $\alpha = 0.0001$ (табл., рис. 3). Возможны дальнейшие исследования при уменьшении параметра α , при этом полученное качество является удовлетворительным для подобного уровня шума.

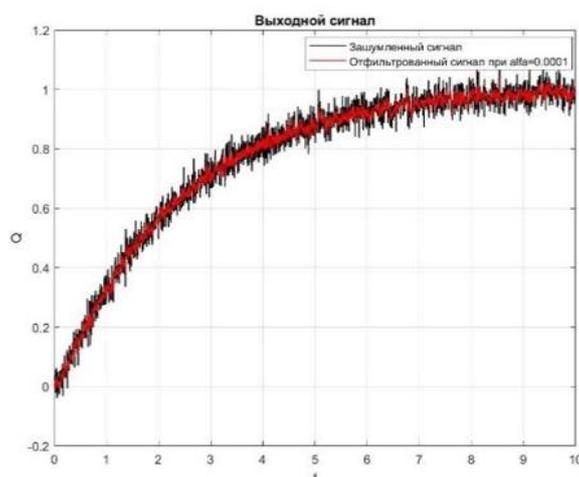


Рисунок 3 – Изменение выходной величины при фильтрации с $\alpha = 0.0001$

Выводы. Регуляризирующий алгоритм можно эффективно применять для обработки зашумленных данных, и тем самым, обеспечить достаточный уровень точности для последующего восстановления параметров технологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Рапопорт Э.Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами: учебное пособие/Э.Я. Рапопорт. – Москва: Высшая школа, 2003. 299 с.
- 2 Япаров Д.Д. Метод восстановления входного сигнала в динамических системах на основе дискретной модели с исключением корректирующих обратных связей/ Д.Д. Япаров Д.Д., А.Л. Шестаков. – Челябинск: Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 4. С. 56–66.

УДК: 005.96:004

ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ОБЩУЮ СТРАТЕГИЮ КОМПАНИИ

Скибина В. Ю. Шарикова Ю. В.

Самарский государственный экономический университет, г. Самара

Аннотация. в статье рассмотрены особенности стратегического управления в условиях цифровых изменений. Проанализированы основные актуальные тренды цифрового маркетинга и показана его значимость в стратегическом менеджменте. Особое внимание уделено анализу технологий стратегического маркетинга в решении конкретных задач стратегического менеджмента.

Ключевые слова: цифровизация, цифровой маркетинг, цифровые тренды, стратегический менеджмент, тренды цифрового маркетинга.

В условиях стремительного развития цифровых технологий, которые проникают во все сферы жизни, меняются подходы к стратегическому управлению организациями. В данной новой реальности цифровой маркетинг больше не выступает лишь в роли инструмента для продвижения продукции и услуг

предприятия или организации, а становится важнейшим элементом стратегического планирования. Он, по сути, формирует конкурентные преимущества и обеспечивает устойчивое развитие компании.

Тот факт, что значительная часть мирового населения являются активными пользователями интернета и мобильных устройств, создает для компаний огромные перспективы в области охвата целевых аудиторий. Компании напрямую взаимодействуют с потенциальными клиентами для продвижения продукции и услуг. Потребители ищут информацию о товарах и услугах в интернете, сравнивают цены и читают отзывы. Они хотят, чтобы компании учитывали их индивидуальные потребности и предлагали удобные способы взаимодействия.

Цифровой маркетинг, в отличие от традиционного, предлагает широкие возможности для анализа результатов. Он предоставляет компаниям инструменты для оценки эффективности рекламных кампаний, позволяет рассчитать коэффициент окупаемости инвестиций (ROI: Return On Investment) в маркетинг и скорректировать свою стратегию на основе полученных данных.

Цифровые технологий, такие как, искусственный интеллект, машинное обучение, дополненная и виртуальная реальность, открывают новые горизонты для создания инновационных маркетинговых кампаний и улучшения пользовательского опыта.

Цифровизация значительно трансформирует процессы стратегического управления, делает их более динамичными и гибкими. При этом они основываются результате достоверного анализа большого объема конкретных данных о клиентах, рынках, конкурентах и внутренних процессах самой компании. В результате компания может перейти от линейного планирования к адаптивным стратегиям и быстро реагировать на изменения внешней среды. Таким образом, используя функциональные возможности цифрового маркетинга, компания оперативно корректирует свои цели и задачи.

Как уже было неоднократно сказано, одним из ключевых изменений в трансформации стратегического управления компанией является возросшая роль цифрового маркетинга в процессе принятия решений. Благодаря цифровым технологиям компании собирают и анализируют большие объёмы данных, и, на основе чего выявляют тренды, прогнозируют спрос, оптимизируют процессы и разрабатывают эффективные стратегии.

Рассмотрим ключевые перспективные тенденции цифрового маркетинга, которые напрямую влияют на стратегическое управление компаниями (таблица 1).

Таблица 1

Тренды цифрового маркетинга и их применение в стратегическом менеджменте

Тренды цифрового маркетинга	Особенности и стратегическая цель тренда	Возможности и задачи стратегического менеджмента
Искусственный интеллект (ИИ) и автоматизация	ИИ позволяет автоматизировать рутинные задачи, персонализировать коммуникации с клиентами и анализировать огромные объемы актуальных данных для выявления инсайтов и оптимизации маркетинговых кампаний	Более точное прогнозирование спроса, оптимизация ценообразования и разработка персонализированных предложений
Персонализация и Customer Experience (CX)	Потребители ожидают от брендов индивидуального подхода и релевантного контента. Персонализация становится ключевым фактором успеха в цифровом маркетинге, требуя от компаний сбора и анализа данных о клиентах, сегментации аудитории и разработки персонализированных коммуникаций	Пересмотр бизнес-процессов и создание гибких систем, способных адаптироваться к индивидуальным потребностям клиентов
Видеомаркетинг и короткий контент	Видеоконтент остается одним из самых эффективных форматов для привлечения внимания и вовлечения аудитории. Особую популярность приобретает короткий контент (например, TikTok, Reels), который позволяет быстро и эффективно доносить информацию до потребителей	Разработки контент-стратегии, ориентированной на создание привлекательного и информативного видеоконтента, адаптированного для различных цифровых каналов
Инфлюенс-маркетинг	Сотрудничество с лидерами мнений (инфлюенсерами) – это эффективный способ продвижения товаров и услуг, особенно среди молодежной аудитории. Необходимо выбирать инфлюенсеров, чьи ценности и интересы совпадают с ценностями бренда, и строить с ними долгосрочные партнерские отношения	Разработка стратегии инфлюенс-маркетинга, которая включает выбор инфлюенсеров, определение целей сотрудничества и объективную оценку эффективности проведенной кампании
SEO-оптимизация и голосовой поиск	Оптимизация контента для поисковых систем (SEO) – важный фактор привлечения органического трафика на сайт. С развитием голосового поиска необходимо адаптировать контент под голосовые запросы пользователей.	Разработка SEO-стратегии, которая включает анализ ключевых слов, оптимизацию контента и структуры сайта, а также мониторинг позиций в поисковой выдаче
Метавселенные и Web3	Новые технологии, такие как метавселенные и Web3, открывают перед компаниями новые возможности для взаимодействия с клиентами и создания уникального пользовательского опыта	Изучения соответствующих технологий и разработка стратегии присутствия в метавселенных и Web3
Устойчивое развитие и социальная ответственность	Потребители все больше внимания уделяют вопросам устойчивого развития и социальной ответственности брендов, а компании, которые демонстрируют свою заботу об окружающей среде и обществе, получают конкурентное преимущество	Интеграция принципов устойчивого развития в бизнес-модель и маркетинговые коммуникации

В условиях интенсивной конкуренции и стремительно изменяющейся цифровой среды компании, не включающие цифровой маркетинг в свою общую стратегию, рискуют отстать и утратить свои конкурентные преимущества.

Интеграция цифрового маркетинга в общую стратегию компании – это сложный, но жизненно необходимый шаг для достижения успеха. Здесь руководство компании играет ключевую роль, оно должно выделять необходимые ресурсы для реализации инновационных процессов, наладить коммуникацию и координацию деятельности всех задействованных подразделений компании.

Синергетический эффект от интеграции цифрового маркетинга в систему стратегического менеджмента, по нашим оценкам, является значительным, т.к. позволяет разработать единый и последовательный подход к взаимодействию с клиентами и повысить эффективность управленческих решений на основе аналитики и данных.

Не будем забывать, что этот процесс сопряжен с рядом проблем для организации и вызовами, которые она должна преодолеть (таблица 2).

Таблица 2

Вызовы цифровизации и цифровой трансформации

Вызовы	Описание
Недостаточное понимание цифровых технологий	Не все руководители обладают достаточным пониманием цифровых технологий и их возможностей, что может затруднить принятие решений в области цифрового маркетинга
Сопrotивление изменениям	Интеграция цифрового маркетинга, в большинстве случаев, требует изменений в организационной структуре, бизнес–процессах и корпоративной культуре и может вызвать сопротивление изменениям со стороны некоторых сотрудников
Сложность оценки результатов	Оценка результатов цифрового маркетинга – это достаточно сложная задача, особенно в краткосрочной перспективе, а это может затруднить обоснование инвестиций в цифровизацию маркетинга и получение поддержки со стороны руководства и инвестора
Риски безопасности	Цифровизация всегда связана с рисками утечки данных, кибератак и др., поэтому руководство компании должно уделять достаточно внимания вопросам безопасности и обеспечить защиту данных клиентов
Необходимость постоянного обучения	Цифровая среда постоянно меняется, поэтому руководству компании необходимо постоянно обучаться и развиваться в области применения цифровых технологий, чтобы оставаться в курсе последних тенденций и трендов.

Рассмотрим проблемы, с которыми сталкивается компания, при интеграции цифрового маркетинга в общую систему менеджмента и представим варианты из разрешения (таблица 3).

Таблица 3.

Проблемы интеграции цифрового маркетинга в систему стратегического управления и варианты их решения

Проблема	Варианты решения
Недостаток квалифицированных специалистов в области цифрового маркетинга	Организация обучения и развития персонала, привлечение внешних экспертов и консультантов, аутсорсинг некоторых функций цифрового маркетинга
Недостаточная интеграция между различными подразделениями компании	Создание межфункциональных команд, внедрение общих систем управления и коммуникации, организация совместных мероприятий и тренингов.
Сложность оценки эффективности цифрового маркетинга	Внедрение систем аналитики, разработка KPI, отслеживание ROI, проведение A/B-тестирования
Недостаточная адаптация контента к различным каналам и аудиториям	Разработка контент-стратегии, создание персонализированного контента, использование различных форматов контента, адаптация контента к различным языкам и культурам
Низкая скорость реагирования на изменения в цифровой среде	Внедрение гибких методологий управления проектами, создание системы мониторинга трендов и технологий, постоянное обучение и развитие персонала
Отсутствие четких правил и политик в области цифрового маркетинга	Разработка правил использования социальных сетей, политики конфиденциальности, политики безопасности, правил проведения рекламных кампаний и других документов
Недостаточная защита данных и конфиденциальности клиентов	Внедрение систем защиты данных, соблюдение требований законодательства о защите персональных данных, проведение аудита безопасности, обучение персонала правилам защиты данных

Мы видим, что процесс внедрения цифрового маркетинга в общую стратегию компании может столкнуться с трудностями, которые связаны с организацией управления, применяемыми и внедряемыми технологиями, кадровыми и другими вопросами. Если руководство компании своевременно обнаружит их и примет меры для их устранения, то успешное внедрение цифрового маркетинга позволит компаниям усилить свою конкурентоспособность и обеспечить устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

Стратегический менеджмент и цифровой маркетинг находятся в тесной взаимосвязи и оказывают влияние друг на друга. Представленные современные тренды цифрового маркетинга оказывают значительное влияние на систему стратегического управления: предоставляет информацию для принятия управленческих решений; помогает анализировать поведение покупателей, эффективность рекламных кампаний и рыночные тренды; требует адаптации бизнес-моделей к цифровому окружению, а это, в свою очередь, подразумевает разработку стратегий цифровой трансформации и внедрение новых технологий; открывает новые возможности для общения с клиентами и формирования долгосрочных отношений, что, в свою очередь, требует переосмысления подходов к управлению клиентским опытом.

С другой стороны, стратегический менеджмент также влияет на маркетинг компании. Он устанавливает цели и задачи для цифрового маркетинга и определяет его роль в достижении бизнес-целей, обеспечивает выделение необходимых ресурсов

для реализации стратегии (включая финансовые, человеческие и технологические), способствует интеграции цифрового маркетинга с другими подразделениями и способствует формированию единого подхода к взаимодействию с клиентами.

Таким образом, стратегическое управление и цифровой маркетинг образуют гармоничное сотрудничество: маркетинг предоставляет данные для принятия решений, а управление мобилизует ресурсы для их реализации. Компании, которые успешно соединяют стратегическое управление и цифровой маркетинг, получают конкурентное преимущество и устойчивое развитие

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Будагов А. С., Молчанова Р. В. Будущее цифровых технологий в маркетинге // Актуальные проблемы экономики и управления. 2022. № 2. С. 16–23.
- 2 Главные тенденции digital–маркетинга 2024 года. URL: <https://secrets.tbank.ru/blogi-kompanij/trendy-digital-marketinga-v-2024-godu/>
- 3 Дмитриева М.А., Шедько Ю.Н. Цифровые тренды в стратегическом управлении и существующие риски. URL: <https://elib.fa.ru/art2023/bv940.pdf/download/bv940.pdf>
- 4 Колос И.В., Скибенко Г.Г., Девянина Л.Д. Digital marketing in international business: new trends and challenges // Дорожная карта мировой экономики. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80244286>
- 5 Тренды digital–маркетинга на 2024 год / РБК Компании. URL: <https://companies.rbc.ru/news/PrtfURS1MD/trendyi-digital-marketinga-na-2024-god/>
- 6 Тренды в маркетинге в 2025 году / Skillbox Media. URL: <https://skillbox.ru/media/marketing/trendy-marketinga-v-2025-godu-chto-budet-s-ii-seo-video-i-inflyuens-marketingom/>
- 7 Чурова Н. С. Развитие стратегического менеджмента предприятия в условиях цифровой экономики. URL: <https://64.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Чурова%20Н.С.pdf>

УДК 519.216.3

РОБАСТНАЯ РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ДИСПЕРСИИ ШАБЛОНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Шаталов Д. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: статье рассматривается проблема прогнозирования дисперсии ширины железнодорожной колеи как важнейшего параметра, влияющего на безопасность движения железнодорожного транспорта. На основе массива данных, полученного с путеизмерительного вагона–лаборатории за 34 месяца проводится построение регрессионных моделей (линейной и робастной) и сравнительный анализ результатов моделирования. Для построения моделей использовалось программное обеспечение MatLab.

Ключевые слова: робастная регрессия, дисперсия, прогнозирование дисперсии, железнодорожный путь, дисперсия ширины колеи.

Введение. Современный железнодорожный транспорт является одним из ключевых элементов транспортной системы любого развитого государства.

Обеспечение безопасности движения железнодорожного транспорта – это первостепенная задача, требующая постоянного контроля и мониторинга за техническим состоянием железнодорожного пути. Одним из важнейших параметров, влияющих на безопасность движения железнодорожного транспорта, является ширина (шаблон) железнодорожной колеи [1]. Отклонения ширины колеи от нормативных значений, вызванные интенсивными нагрузками при эксплуатации железнодорожных путей и воздействием других внешних факторов могут привести к сходу подвижного состава с рельсов, поэтому ширина железнодорожной колеи должна поддерживаться в строгих пределах для предотвращения аварийных ситуаций.

Для контроля геометрических параметров железнодорожного пути, включая ширину колеи (шаблон), традиционно применяют методы мониторинга, которые основаны на периодических замерах.

В работах Платонова Е.Н., Кобилова М.Т. применяются модели прогнозирования деградации геометрии железнодорожного пути на основе методов машинного обучения [2]. В работах других авторов применяются статистические методы прогнозирования, например, линейные модели для прогнозирования индекса качества железнодорожного пути [3, 4].

Данные, полученные при таких замерах, могут быть подвержены выбросам и другим источникам шумов, что усложнит прогнозирование тенденций изменения параметров геометрии железнодорожной колеи. Поэтому применение подходов прогнозирования, устойчивых к выбросам, позволит получить более точные прогнозы. Одним из эффективных вариантов решения данной проблемы является использование робастных регрессионных моделей, которые учитывают влияние выбросов.

Целью данной работы является прогнозирование дисперсии ширины железнодорожной колеи методом робастной регрессии, устойчивой к выбросам и сравнительный анализ полученных результатов прогнозирования дисперсии ширины железнодорожной колеи с результатами прогнозирования линейной регрессионной модели, полученной методом наименьших квадратов (МНК) [5].

Постановка задачи. В работе проводится анализ и прогнозирование дисперсии ширины железнодорожной колеи на конкретном участке железнодорожного пути на основе массива данных, полученных с путеизмерительного вагона–лаборатории. Из общего массива данных было сделано 2 выборки, каждая из которых соответствует

расстоянию 2 км и отражает результаты измерения ширины железнодорожной колеи в течение 34 месяцев.

Задача данной работы: на основе имеющихся данных построить модели прогнозирования дисперсии ширины колеи устойчивые к выбросам и оценить точность прогноза с моделью линейной регрессии.

Для работы с данными и построения модели робастной регрессии в данной работе используется программное обеспечение MATLAB.

Основная часть. Данные, полученные средствами диагностики и мониторинга состояния геометрии железнодорожного пути, для упрощения работы были разбиты на 2 выборки. Каждая из которых включает в себя 34 месяца измерений ширины железнодорожной колеи на участке пути равном 2 км.

Матрицу данных можно обозначить следующим образом:

$$W^{(S)} = \begin{bmatrix} W_{1,1}^{(S)} & W_{1,2}^{(S)} & \dots & W_{1,T}^{(S)} \\ W_{2,1}^{(S)} & W_{2,2}^{(S)} & \dots & W_{2,T}^{(S)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{N,1}^{(S)} & W_{N,2}^{(S)} & \dots & W_{N,T}^{(S)} \end{bmatrix},$$

где $W_{N,T}^{(S)}$ значение ширины колеи в точке i на j -м месяце для выборки S , S – номер выборки, $i = 1, 2, \dots, N$ – индекс точек измерения (каждый индекс равен 1 метру), $j = 1, 2, \dots, T$ – индексы месяцев (январь, февраль и т.д.), в нашем случае $S = 2$, $N = 2000$, $T = 34$.

Для каждой выборки дисперсия вычисляется по формуле:

$$D_j^{(S)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (W_{i,j}^{(S)} - W_j^{(S)})^2,$$

где $W_{N,T}^{(S)}$ значение ширины колеи в точке i на j -м месяце для выборки,

$W_T^{(S)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T}^{(S)}$ – среднее значение ширины колеи по всем точкам в j -м месяце в выборке S .

Для построения моделей были использованы данные дисперсии за первые 33 месяца (тренировочная выборка), а значение за последний месяц (34-й) оставлено для проверки точности прогноза.

1. Линейная регрессия имеет следующий вид:

$$\hat{D}_j^{(S)} = a^{(S)} \cdot j + b^{(S)}, \quad (1)$$

для МНК, целевая функция будет иметь следующий вид:

$$\min_{a^{(s)}, b^{(s)}} \sum_{j=1}^T (D_j^{(s)} - a^{(s)} \cdot j - b^{(s)})^2. \quad (2)$$

Для минимизации функции (2) использовалась встроенная функция polyfit пакета MatLab [6].

2. Робастные оценки для линейной регрессии (1), могут быть получены на основе минимизации функции потерь Хьюбера:

$$\min_{a^{(s)}, b^{(s)}} \sum_{j=1}^T (L_{\delta}(D_j^{(s)} - a^{(s)} \cdot j - b^{(s)})^2) \quad (3)$$

где $L_{\delta}(r)$ – функция потерь Huber, определяем как:

$$L_{\delta}(r) \begin{cases} \frac{1}{2}r^2, \text{ если } |r| \leq \delta, \\ \delta|r| - \frac{1}{2}\delta^2, \text{ если } |r| > \delta, \end{cases}$$

δ – параметр, определяющий порог.

Для минимизации функции потерь Хьюбера (3) использовалась встроенная функция robustfit пакета MatLab [7]. Эта модель минимизирует влияние выбросов, применяя весовую функцию, которая линейно уменьшает влияние аномальных значений, превышающих заданный порог. На рисунке 2 представлен график прогноза дисперсии на 1 месяц, построенный с использованием линейной регрессии и робастной регрессии Huber.

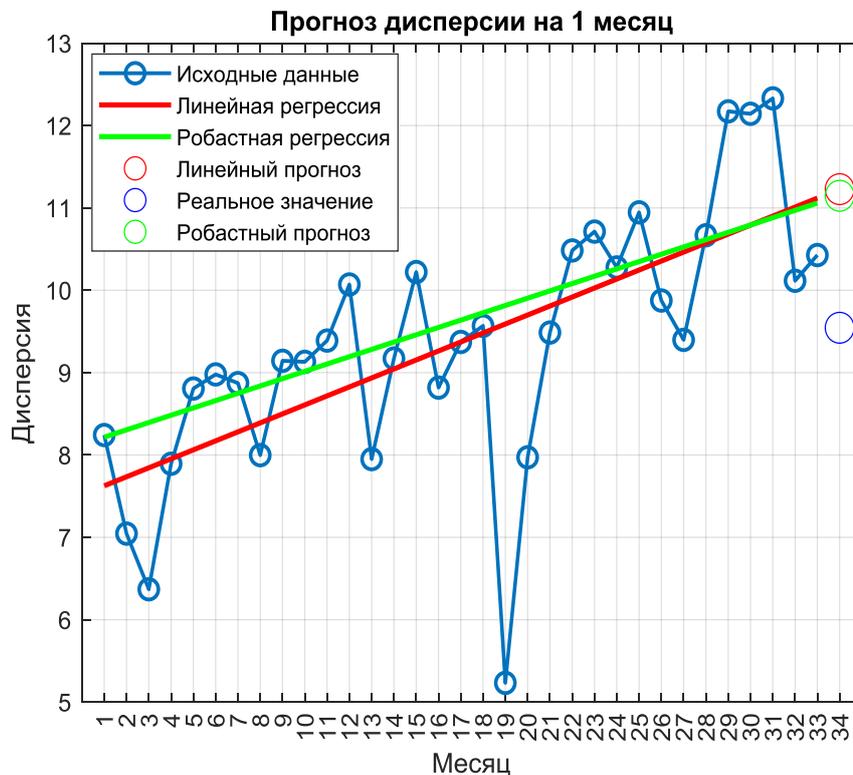


Рисунок 2 – Прогноз дисперсии на 1 месяц

Результаты моделирования. Для сравнения точности прогноза дисперсии шаблона железнодорожной колеи на двух выборках была составлена сводная таблица ошибок (таблица). В таблице представлены значения относительной ошибки (RE) и среднеквадратичной ошибки (MSE) для линейной и робастной регрессии Хьюбера.

Таблица

Таблица ошибок

S	Метод	Относительная ошибка (RE)	Среднеквадратичная ошибка (MSE)
1	Линейная регрессия	17.64 %	2.8333
	Робастная регрессия	16.79 %	2.5688
2	Линейная регрессия	3.87 %	1.2478
	Робастная регрессия	3.07 %	0.7851

Выводы. Сводная таблица ошибок (таблица 1) подтверждает, что робастная регрессия Huber показывает более высокую точность по сравнению с линейной регрессией на обеих выборках. Таким образом, робастная регрессия на основе функции Хьюбера является более предпочтительным методом для прогнозирования дисперсии ширины железнодорожной колеи, обеспечивая более точные и устойчивые результаты.

Дальнейшим направлением исследований, является исследование автокорреляции остатков и построение регрессионных моделей с использованием инструментальных переменных [8,9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Выявление нестабильных участков пути и прогнозирование их состояния: дис. канд. техн. наук (05.22.06) / А. В. Дворников. – Москва, 2008. – 146 с
- 2 Платонов, Е. Н. Модели прогнозирования деградации геометрии железнодорожного пути с использованием методов машинного обучения / Е. Н. Платонов, М. Т. Кобылов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2023. – Т. 20, № 6(228). – С. 21–28. – DOI 10.14489/vkit.2023.06.pp.021–028. – EDN GVJXEA.
- 3 Chang, Huan & Liu, Rengkui & Wang, Wei. (2010). Multistage Linear Prediction Model of Track Quality Index. Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS. 383. 1183–1192. 10.1061/41123(383)112.
- 4 Шаталов, Д. А. Обзор методов прогнозирования деградации геометрии железнодорожного пути / Д. А. Шаталов // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 2. – С. 79–82. – EDN DOKAJA.
- 5 Yan, Hao & Sergin, Dorukhan & Brenneman, William & Lange, Stephen & Ba, Shan. (2021). Deep Multistage Multi–Task Learning for Quality Prediction of Multistage Manufacturing Systems. 10.48550/arXiv.2105.08180.
- 6 Polyfit // MathWorks – Maker of MATLAB and Simulink – MATLAB & Simulink URL: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/polyfit.html> (дата обращения: 11.03.2025).
- 7 Robustfit // MathWorks – Maker of MATLAB and Simulink – MATLAB & Simulink URL: <https://www.mathworks.com/help/stats/robustfit.html> (дата обращения: 14.03.2025).

- 8 Ivanov, D. V. Identification of Fractional Linear Dynamical Systems with Autocorrelated Errors in Variables by Generalized Instrumental Variables / D. V. Ivanov, I. L. Sandler, E. V. Kozlov // IFAC–PapersOnLine, Yekaterinburg, 15–19 октября 2018 года. Vol. 51, Issue 32. – RUS: Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2018. – P. 580–584. – DOI 10.1016/j.ifacol.2018.11.485. – EDN SQQTW.
- 9 Ivanov, D. V. Numerically stable algorithm for identification of linear dynamical systems by extended instrumental variables / D. V. Ivanov, A. I. Zhdanov // Journal of Physics: Conference Series : 6, Samara, 26–29 мая 2020 года. – Samara, 2021. – P. 012077. – DOI 10.1088/1742–6596/1745/1/012077. – EDN RKAWCJ.

УДК 519.876.5

ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОВМЕЩЕНИЯ НАБОРОВ ТОЧЕК В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Мачехин Н. И., Колпашиков С. А., Сандлер И. Л.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Аннотация: в данной работе представлена интерактивная система для генерации, анализа и визуализации кватернионных вращений в трёхмерном пространстве. Система использует кватернионы для представления ориентаций объектов и их интерполяции с применением метода сферической линейной интерполяции (SLERP). Основной функционал включает генерацию случайных кватернионов, применение их к набору трёхмерных точек, а также визуализацию процессов вращения и интерполяции.

Система предоставляет пользователю возможность сохранять уникальные кватернионы в базе данных SQLite, отслеживать их изменения во времени, а также оценивать эквивалентность вращений с помощью косинусного сходства. Визуализация углов поворота и графическая интерполяция между двумя кватернионами помогают лучше понять динамику вращений и их переходы.

Разработанная система представляет собой мощный инструмент для изучения и демонстрации принципов работы с кватернионами, а также может быть использована для образовательных и исследовательских целей в области компьютерной графики, анимации и робототехники.

Ключевые слова: кватернионы, вращения в 3D пространстве, SLERP (сферическая линейная интерполяция), интерполяция кватернионов, косинусное сходство, визуализация вращений, анимация в 3D, робототехника, компьютерная графика, трёхмерное представление.

Вращения в трёхмерном пространстве являются фундаментальной задачей в компьютерной графике, робототехнике, анимации и навигации. Одним из наиболее эффективных и стабильных способов представления вращений являются кватернионы [1, 2] – математические объекты, которые позволяют избегать многих проблем, присущих традиционным методам, таким как углы Эйлера [3, 4] (например, эффект блокировки осей, gimbal lock).

Кватернионы [5] позволяют не только компактно описывать вращения, но и обеспечивают высокоточную интерполяцию между двумя ориентациями с помощью

сферической линейной интерполяции (SLERP) [6], что необходимо в задачах анимации и плавного перехода между положениями объекта.

Целью данной работы является создание интерактивной системы, которая:

- генерирует пары кватернионов, представляющих различные вращения,
- применяет эти вращения к набору трёхмерных точек,
- визуализирует результат с помощью SLERP–интерполяции,
- сохраняет уникальные кватернионы в базу данных SQLite для последующего анализа,
- позволяет исследовать динамику углов поворота и сравнивать эквивалентность вращений по метрике косинусного сходства.

Разработанная интерактивная система для визуализации и анализа кватернионных вращений в трёхмерном пространстве, представленная на рисунке 1, позволяет генерировать случайные кватернионы, применять их к набору точек, а также проводить их интерполяцию с использованием метода SLERP, что обеспечивает плавный переход между двумя ориентациями.

Для обеспечения работы ПО используются библиотеки для работы с математическими вычислениями (`numpy`, `scipy`), построения графиков (`matplotlib`, `mpl_toolkits`), базой данных (`sqlite3`), а также для интерактивности (`ipywidgets`, `IPython.display`). При работе с базой данных создается таблица для хранения кватернионов с полями: `id`, `label`, компоненты кватерниона (`q0`, `q1`, `q2`, `q3`), `timestamp` и `status`. Краткое описание работы функций, представленного на рисунке 2, описано в таблице 1.

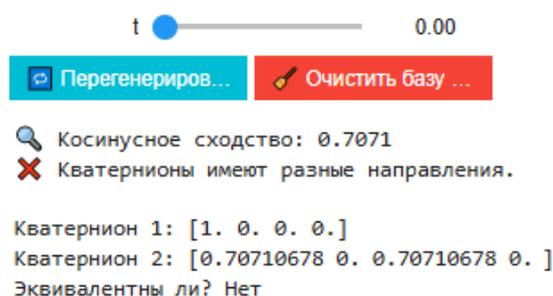


Рисунок 1 – Внешний вид панели управления интерактивной системы визуализации

Интерактивный интерфейс организуется с помощью `ipywidgets`, позволяя управлять значением (параметром интерполяции) t для SLERP (интерполяция) через ползунок или воспроизведение анимации, а также включает в себя кнопки,

позволяющие регенерировать данные и очищать базу данных. Компоненты интерфейса и графики выводятся с использованием display, VBox, HBox.

Таблица

		Описание функций
№п/п	Название функции	Описание
1	generate quaternions	Генерирует случайные кватернионы
2	generate points	Генерирует случайные 3D–точки для трансформаций
3	quaternion angle	Вычисляет угол поворота для кватерниона
4	quaternion distance	Вычисляет косинусное сходство между двумя кватернионами
5	save_unique_quaternion	Сохраняет уникальные кватернионы в базу данных, проверяя на эквивалентность
6	plot_points	Строит график с 3D–точками
7	setup_plot	Настраивает начальную фигуру для графика
8	regenerate	Генерирует новые данные (кватернионы, точки, вращения), обновляет визуализацию и сохраняет в базу данных
9	draw_plot	Отображает результат интерполяции SLERP на графике
10	update_history	Обновляет график с историей углов поворота для кватернионов
11	update_table	Отображает таблицу с данными о кватернионах из базы данных
12	clear_database	Очищает базу данных и обновляет таблицу

```

# --- Основная функция ---
def regenerate(_=None):
    global r1, r2, q1, q2, slerp, points, rotated_1, rotated_2

    points = generate_points()
    r1, r2 = generate_quaternions()
    q1 = r1.as_quat()
    q2 = r2.as_quat()
    rotated_1 = r1.apply(points)
    rotated_2 = r2.apply(points)

    relative = r2 * r1.inv()
    equal = np.allclose(relative.as_quat(), [0, 0, 0, 1], atol=1e-3) or \
            np.allclose(relative.as_quat(), [0, 0, 0, -1], atol=1e-3)
    status = "equal" if equal else "not_equal"

    save_unique_quaternion("rotation_1", r1)
    save_unique_quaternion("rotation_2", r2, status=status)

    slerp = Slerp([0, 1], R.from_quat([q1, q2]))

    draw_plot(slider.value)
    update_history()
    update_table()
def draw_plot(t):
    with output_plot:
        clear_output(wait=True)
        r_interp = slerp(t)
        pts_interp = r_interp.apply(points)
        fig, ax = setup_plot(f"SLERP t={t:.2f}")
        plot_points(ax, points, 'gray', 'Исходные')
        plot_points(ax, rotated_1, 'blue', 'rotation_1')
        plot_points(ax, rotated_2, 'red', 'rotation_2')
        plot_points(ax, pts_interp, 'purple', 'SLERP')
        ax.legend()
        plt.show()

def update_history():
    with output_history:
        clear_output(wait=True)
        angles1, angles2, timestamps1, timestamps2 = [], [], [], []
        for row in cursor.execute("SELECT q0, q1, q2, q3, label, timestamp FROM quaternions ORDER BY timestamp"):
            q = [row[0], row[1], row[2], row[3]]
            label = row[4]
            timestamp = row[5]
            if label == "rotation_1":
                angles1.append(quaternion_angle(q))
                timestamps1.append(timestamp)
            elif label == "rotation_2":
                angles2.append(quaternion_angle(q))
                timestamps2.append(timestamp)

        if angles1 and angles2:
            plt.figure(figsize=(10, 5))
            plt.plot(timestamps1, angles1, label="rotation_1", color="blue")
            plt.plot(timestamps2, angles2, label="rotation_2", color="red")
            plt.xticks(rotation=45)
            plt.ylabel("Угол (градусы)")
            plt.title("История углов поворота")
            plt.legend()
            plt.tight_layout()
            plt.show()

def update_table():
    with output_table:
        clear_output(wait=True)
        df = pd.read_sql_query("SELECT * FROM quaternions ORDER BY id DESC", conn)
        display(df)
        dist = quaternion_distance(q1, q2)
        print(f"Косинусное сходство: {round(dist, 4)}")
        print(f"Кватернионы очень похожи!" if dist > 0.95 else "Кватернионы имеют разные направления.")
        print(f"Кватернион 1: {q1}")
        print(f"Кватернион 2: {q2}")
        print(f"Эквивалентны ли?", "Да" if dist > 0.999 else "Нет")

def clear_database(_=None):
    with output_status:
        clear_output(wait=True)
        cursor.execute("DELETE FROM quaternions")
        conn.commit()
        print("База данных очищена.")
        update_table()
        update_history()
    
```

Рисунок 2 – Фрагмент кода программной реализации

Все функции работают в связке, позволяя: генерировать и визуализировать кватернионы и их интерполяцию; сохранять уникальные кватернионы в базе данных; просматривать историю углов поворота; очистить базу данных по мере необходимости.

На рисунке 3 представлено трехмерное представление процесса интерполяции между двумя кватернионами с использованием метода сферической линейной интерполяции (SLERP).

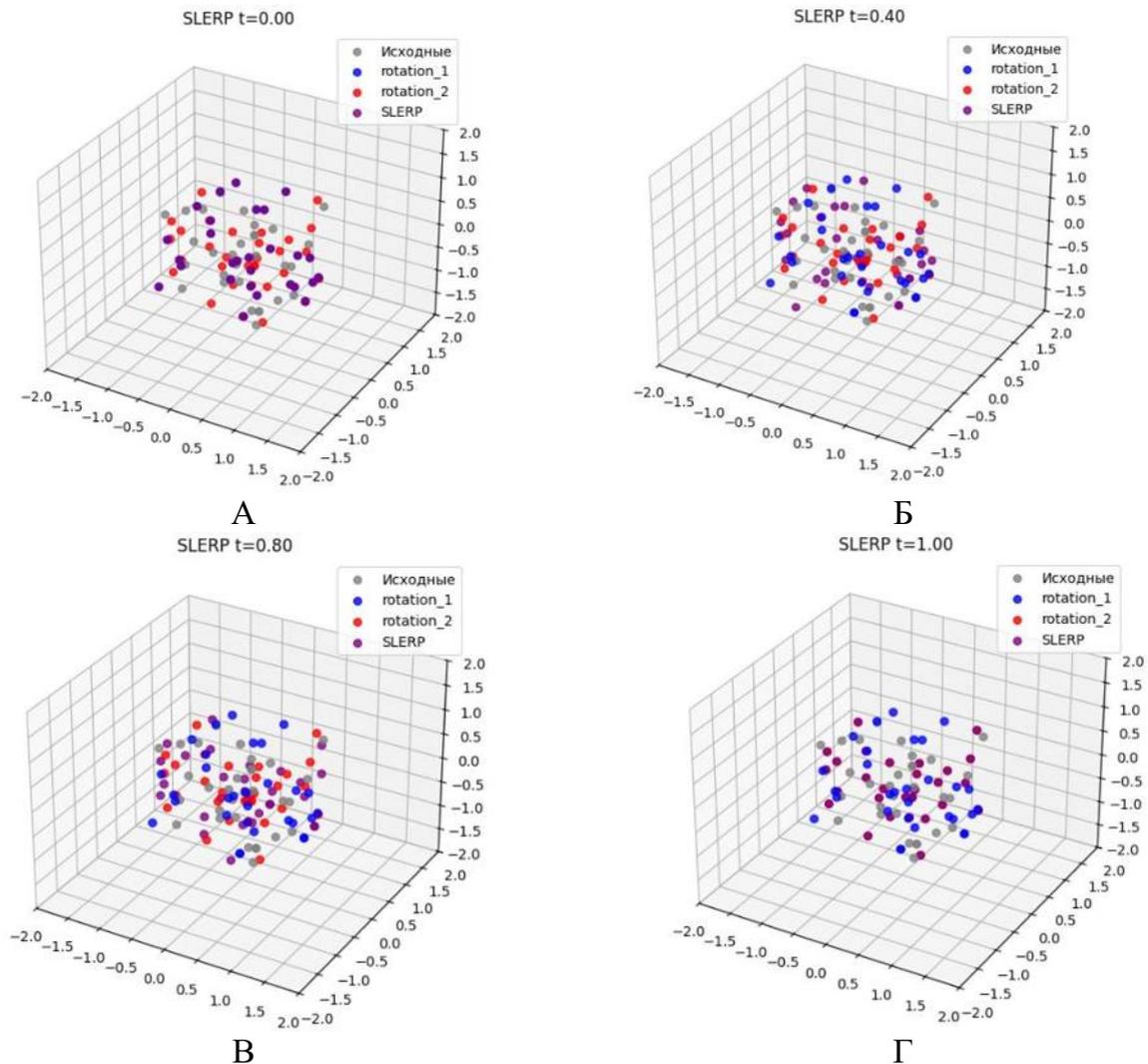


Рисунок 3 – Визуализация совмещения трехмерных объектов: А – при $t = 0.0$; Б – при параметре $t = 0.4$; В – при $t = 0.8$; Г – при $t = 1.0$

На графиках можно увидеть исходные точки (набор случайных точек в 3D пространстве, которые подвергаются вращениям), Поворот 1 (результат применения первого кватерниона к исходным точкам, отображённый синим цветом), Поворот 2 (результат применения второго кватерниона к тем же точкам, отображённый красным

цветом), а также SLERP–интерполяцию позволяющую увидеть, как объекты переходят от одной ориентации к другой (плавное изменение положения точек между двумя вращениями которое иллюстрируется фиолетовым цветом).

Полученный результат служит иллюстрацией того, как кватернионы могут быть использованы для выполнения и визуализации плавных переходов между различными ориентациями в 3D пространстве. Метод SLERP, благодаря своей геометрической интерпретации, обеспечивает бесшовное и корректное соединение этих вращений, что является необходимым в задачах анимации и робототехники.

Интеграция с базой данных SQLite позволяет сохранять уникальные кватернионы и отслеживать их изменения во времени, что расширяет возможности анализа. Косинусное сходство между кватернионами даёт пользователю инструмент для оценки эквивалентности различных вращений, а визуализация углов поворота предоставляет дополнительные данные для анализа динамики вращений.

Результаты работы являются удобным инструментом для обучения и исследования свойств кватернионов, а также может быть полезна для разработки приложений, требующих точных и эффективных методов работы с вращениями в 3D пространстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Митюшов, Е. А. К 175–летию открытия кватернионов / Е. А. Митюшов, Н. Е. Мисюра, С. А. Берестова // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 611–617. – DOI 10.20537/vm180412. – EDN YVNNHF.
- 2 Кожух, В. С. О развитии кватернионной алгебры / В. С. Кожух // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 9(44). – С. 13–17. – EDN KKQREY.
- 3 Хусаинов, Н. Ш. Об исследовании бортовой интегрированной системы управления движением летательного аппарата с коррекцией координат / Н. Ш. Хусаинов, П. П. Кравченко, В. В. Салов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4(27). – С. 69. – EDN SBLJSR.
- 4 Рябинин, К. В. Вычислительная геометрия и алгоритмы компьютерной графики. Работа с 3D-графикой средствами OpenGL : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Прикладная математика и информатика» / К. В. Рябинин. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. – 100 с. – ISBN 978–5–7944–2722–6. – EDN FXJITX.
- 5 Мирмович, Э. Г. Алгебра кватернионов и вращения в трёхмерном пространстве / Э. Г. Мирмович, Т. В. Усачева // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2009. – № 1. – С. 71–77. – EDN MXIEED.
- 6 Slerp / Documentation Home URL: <https://docs.exponenta.ru/fusion/ref/quaternion.slerp.html> (дата обращения: 19.05.2025).

СЕКЦИЯ 5

Телекоммуникационные технологии, автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

УДК 629.733

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МАНЕВРОВЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАДРОКОПТЕРА

Башаркин М. В., Шестакова Е. Ю.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается возможность применения квадрокоптеров для повышения безопасности маневровых работ, проведен анализ существующих систем, позволяющих распознавать препятствия на путях при движении маневрового локомотива и представлен алгоритм для производства маневровых работ с использованием квадрокоптера.

Ключевые слова: безопасность движения поездов, маневровые работы, квадрокоптер, беспилотный локомотив.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) представляют собой класс устройств, которые находят широкое применение в мониторинге инфраструктуры, перевозке грузов, картографировании местности. На железнодорожном транспорте в процессах мониторинга состояния инфраструктуры применяют БПЛА вертолетного (коптерного типа), называемые ещё квадрокоптер, поскольку имеют четыре несущих винта. Проводятся исследования, направленные на расширение функциональных возможностей квадрокоптеров и использовании их для решения нетривиальных технических задач, например, для диагностики контактной сети, включая распознавание геометрии контактного провода, а также для выполнения технологических процессов в хозяйстве железнодорожной автоматики и телемеханики [1–3]. Одновременно с этим продолжается исследование возможностей внедрения квадрокоптеров для выполнения тех операций, в которых они не были задействованы ранее.

В настоящее время при производстве маневровых работ возникает технологическая необходимость движения маневрового состава вагонами вперед. Проблема таких передвижений заключается в том, что машинисту маневрового локомотива

недоступна информация о положении стрелок по маршруту, возникает сложность с определением показаний маневровых светофоров, а также невозможно заблаговременно обнаружить препятствия и людей, находящихся на путях. Из-за этого ежегодно на сети железных дорог возникают случаи взреза стрелок при маневровых передвижениях, а также ситуации, которые несут угрозу жизни и здоровью составителям поездов и персоналу, задействованному в проведении работ на железнодорожных путях.

Одним из способов решения проблемы является применение беспилотных маневровых локомотивов (БМЛ). С 2017 года внедрение подвижного состава такого типа производится на сортировочных станциях [4]. Изначально в БМЛ применялись лазерные дальномеры, а для контроля его местоположения и повышения безопасности проведения маневров, в том числе исключения возможности проезда запрещающего показания светофора, маневровая автоматическая локомотивная сигнализация. С 2023 года указанные технические средства заменяют на блок сбора и обработки диагностических сигналов, а также блок обнаружения препятствий маневрового локомотива. В 2022 для пригородных электропоездов типа «Ласточка» разработана бортовая система технического зрения. Её основными функциями являются:

- распознавание светофоров, стрелок и препятствий на пути следования поезда;
- исключение проезда поезда при запрещающем показании светофора;
- автоматическое торможение поезда в случае отсутствия реакции машиниста.

Последние две функции предусмотрены также действующими локомотивными устройствами безопасности.

Оборудование локомотивов беспилотными системами сопряжено с существенными затратами, а в случае с БМЛ переоборудование необходимо проводить для всей системы управления движением поездов в целом. В связи с этим рассмотренный способ не подходит для решения проблемы повышения безопасности движения поездов при движении маневрового состава вагонами вперед на всей сети железных дорог.

Предлагается для улучшения видимости при производстве маневровых работ использовать квадрокоптер. Известен патент [5], согласно которому БПЛА применяется в качестве устройства, проводящего разведку состояния пути для

идущего сзади него поезда. Нами предлагается аналогичный подход, но с отличающимся алгоритмом работы квадрокоптера:

шаг 1. Квадрокоптер располагается в дронепорте, установленном на посту электрической централизации;

шаг 2. После получения плана маневровой работы машинист отправляет сигнал о необходимости прибытия квадрокоптера к маневровому локомотиву;

шаг 3. Квадрокоптер вылетает из дронепорта и осуществляет посадку на специальную площадку, установленную на маневровом локомотиве, где закрепляется для дальнейших передвижений (рисунок);

шаг 4. Машинист убеждается в передачи видеoinформации с квадрокоптера на экран пульта дистанционного управления, размещаемого в кабине маневрового локомотива;

шаг 5. После соединения хотя бы одного вагона с маневровым локомотивом квадрокоптер перемещается на «хвост» состава так, чтобы при движении вагонами вперед в объектив видеокамеры полностью попадали такие объекты, как светофоры, стрелочные переводы и железнодорожный путь в пределах габарита подвижного состава (рисунок);



Рисунок – Место размещения квадрокоптера в ходе производства маневровых работ

шаг 6. При производстве маневровых работ изображение с камеры поступает в блок обработки информации, где с использованием метода Виолы–Джонса осуществляется анализ ситуации на путях и, в случае внештатной ситуации, сигнал

поступает машинисту маневрового локомотива, который принимает дальнейшие меры по предотвращению аварийной ситуации.

Вывод. Повышение безопасности производства маневровых работ требует применения новых технологий. Одним из решений проблемы является применение квадрокоптеров для улучшения видимости пути при движении маневрового состава вагонами вперед. В работе проанализирована возможность производства маневровых работ с применением квадрокоптера и предложен необходимый для этого алгоритм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гаранин, М. А. Методика бесконтактной диагностики проводов контактной сети электрифицированных железных дорог / М. А. Гаранин, С. А. Фроленков // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 6(84). – С. 7–14. – EDN JJFTVK.
- 2 Башаркин, М. В. Тепловизионный контроль рельсовой линии с помощью БПЛА / М. В. Башаркин, А. Г. Исайчева, Н. А. Исайчева // Автоматика, связь, информатика. – 2024. – № 9. – С. 14–16. – DOI 10.62994/AT.2024.9.9.004. – EDN CSCRKR.
- 3 Башаркин, М. В. Трансформация технологического процесса хозяйства автоматики телемеханики на основе беспилотных летательных аппаратов / М. В. Башаркин // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 142–145. – EDN CSKRIG.
- 4 Андреев, В. Е. Перспективы применения беспилотных технологий в ОАО «РЖД» / В. Е. Андреев // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 8. – С. 33–35. – EDN LYBJRX.
- 5 Патент № US11823578B2 United States, G08G5/0013. Unmanned aerial vehicle (UAV) systems and methods for maintaining railway situational awareness : № 63/149,887 : заявл. 16.02.2021 : опубл. 21.11.2023 / Ido Gur – 14 с.

УДК 681.518.5

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВЫХ НИТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

Данилин К. С., Пыркова М. А., Исайчева А. Г.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: рельсовые цепи, обеспечивающие безопасность перевозочного процесса, являются объектом обслуживания хозяйством автоматики и телемеханики, при этом составная их часть – рельсовые нити имеют в свою очередь элементы, которые находятся в ведомстве службы пути. Организация обслуживания и непрерывный контроль исправного состояния рельсовой линии требуют совершенствования в условиях скоростного и тяжеловесного движения. Авторами предлагается обеспечение мониторинга рельсовых нитей с применением БПЛА элементов, которые наиболее подвержены разрушающим факторам как механическим, так и термическим.

Ключевые слова: рельсовые цепи, рельсовые нити, дублирующий соединитель, технологический процесс, беспилотные летательные аппараты

Погрузка грузов железнодорожным транспортом составляет более 800 млн тонн в год, эксплуатационная длина железных дорог – более 85 тысяч км [1], поэтому

содержание железнодорожных линий в условиях обеспечения безопасности перевозочного процесса является стратегической задачей. Планирование технического обслуживания объектов инфраструктуры выстраивается по приоритету безопасности, надёжности и внедрения цифровизации на всех этапах их жизненного цикла. На структурных подразделениях инфраструктуры ОАО «РЖД» источники данных о состоянии устройств и производственных процессов, обеспечивают организацию и контроль исполнения технологических операций технического содержания объектов, а по результатам мониторинга осуществляет планирование развития систем [2].

За последние годы область применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) существенно расширилась во многих отраслях народного хозяйства.

Необходимость внедрения беспилотных технологий обусловлена не только протяжённостью железных дорог, но и экстремальными условиями обслуживания napольных объектов [3].

Рельсовые нити – являются элементом колеи и проводником тока как сигнального так и тягового. Для пропуска тягового тока для исключения пережогов рельсовых соединителей сборных токопроводящих рельсовых стыков применяют дублирующие соединители. Целостность его троса зависит от значений тяговых токов и внешних факторов, таких как умышленный обрыв, повреждения при работе снегоочистительных путевых машин (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сборный токопроводящий рельсовый стык с неисправным дублирующим рельсовым соединителем

В дистанциях сигнализации, централизации и блокировки замена троса является ручным трудоёмким процессом, поэтому авторами работы предлагается обеспечить работоспособное состояние рельсовых нитей с помощью БПЛА.

Организация технического обслуживания рельсовых нитей с помощью БПЛА позволит осуществлять мониторинг неисправного состояния дублирующих рельсовых соединителей (рисунок 2), обеспечивающих пропуск тягового тока и его симметрию на обмотках дроссель-трансформаторов.

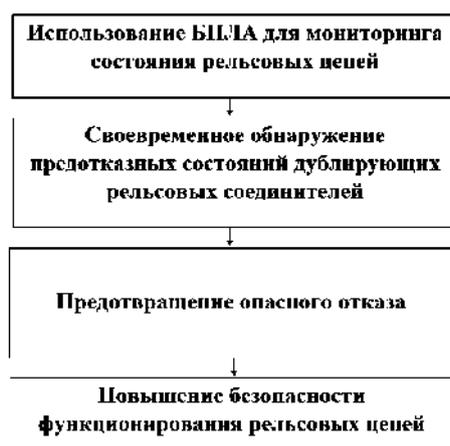


Рисунок 2 – Совершенствование обслуживания рельсовых цепей при применении БПЛА

Выявление обрывов и пережогов дублирующих рельсовых соединителей с помощью БПЛА заменит плановый обход по графику технического обслуживания участков дистанции. Внеплановые полёты для выявления обрывов троса могут производиться после хода путевой снегоуборочной машины, что сократит время планирования ремонтных работ на участке.

В дополнение к мониторингу механических повреждений возможно добавить теплофизический контроль рельсовых нитей [4, 5], что также востребовано при повышенных тяговых токах тяжеловесного движения.

Предложенная идея позволит осуществить мониторинг состояния рельсовых нитей с эффективным планированием технического обслуживания на сети железных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ОАО «Российские железные дороги» <https://ria.ru/20231001/rzhd-1899455970.html> (дата обращения 10.12.2024).
- 2 Гаранин, М. А. Разработка цифровой модели для управления энергетическим комплексом / М. А. Гаранин, С. А. Блинкова // Вестник транспорта Поволжья. – 2019. – № 3(75). – С. 22–27. – EDN JSYDYX.
- 3 Башаркин, М. В. Трансформация технологического процесса хозяйства автоматики телемеханики на основе беспилотных летательных аппаратов / М. В. Башаркин // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2023 года. – Самара: СамГУПС, 2023. – С. 142–145. – EDN CSKRIG.
- 4 Башаркин, М. В. Тепловизионный контроль рельсовой линии с помощью БПЛА / М. В. Башаркин, А. Г. Исайчева, Н. А. Исайчева // Автоматика, связь, информатика. – 2024. – № 9. – С. 14–16. – DOI 10.62994/AT.2024.9.9.004. – EDN CSCRKR.
- 5 Исайчева, Н. А. Анализ БПЛА для тепловизионного контроля объектов тяговой сети / Н. А. Исайчева, М. В. Башаркин // Железнодорожный транспорт и технологии : сборник трудов Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 29–30 ноября 2023 года. – Екатеринбург: УрГУПС, 2024. – С. 98–100. – EDN ESVKQA.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ ЛОЖНЫХ СРАБАТЫВАНИЙ В УСТРОЙСТВАХ ЖАТ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАБОЧИХ ПЛАНОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Тарасов Е. М., Надежкин В. А., Мусин А. Р.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в статье рассматривается актуальная проблема ложных срабатываний устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), вызванных плановыми работами на инфраструктуре, что приводит к повышенной нагрузке на диспетчерский персонал и снижению эффективности управления. Предлагается решение на основе цифровой трансформации процессов мониторинга, заключающееся в создании единого информационного пространства для интеграции данных о техническом состоянии рельсовых цепей (РЦ) с планами работ смежных подразделений. Авторы описывают комплексный подход, включающий централизованную базу рабочих планов, автоматическую привязку аномалий к запланированным мероприятиям с использованием геоинформационных систем (ГИС), мобильные решения для исполнителей и алгоритмы искусственного интеллекта для анализа данных.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика (ЖАТ), рельсовые цепи (РЦ), ложная занятость, цифровая трансформация, диспетчеризация, геоинформационные системы (ГИС), интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), интеграция данных, предиктивное управление, безопасность движения, единое информационное пространство.

Современные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) сталкиваются с растущими требованиями к надёжности, безопасности и оперативности управления инфраструктурой, особенно в условиях увеличения плотности движения и усложнения транспортных сетей [1]. Одной из ключевых задач остаётся минимизация ложных срабатываний устройств мониторинга, таких как рельсовые цепи (РЦ), которые фиксируют состояние путевых участков. Ложная занятость, вызванная плановыми работами (например, заменой рельсов или ремонтом изоляции), приводит к неоправданной нагрузке на диспетчерский персонал: сотрудники вынуждены вручную проверять каждую аномалию, связываясь со смежными подразделениями для подтверждения или опровержения инцидента [2]. Эта практика не только снижает эффективность управления, но и увеличивает риски человеческих ошибок, особенно в условиях дефицита времени и высокой стрессовой нагрузки. Проблема усугубляется разрозненностью данных между подразделениями: информация о плановых работах, выполняемых путевцами, энергетиками или службами СЦБ, зачастую хранится в локальных базах, не интегрированных с системами технической диагностики ЖАТ [3]. В результате диспетчеры лишены возможности оперативно получать контекст, необходимый для принятия решений, что замедляет реакцию на реальные аварии и снижает общую устойчивость транспортной системы. Научное обоснование решения данной проблемы лежит в

области цифровой трансформации управления инфраструктурой, предполагающей создание единого информационного пространства для синхронизации данных мониторинга ЖАТ с рабочими планами подразделений. Предлагаемый подход основан на интеграции геоинформационных систем (ГИС), интернета вещей (IoT) и алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ), позволяющих автоматически сопоставлять аномалии в работе рельсовых цепей с запланированными мероприятиями. Это обеспечивает переход от реактивного к предиктивному управлению, где ложные срабатывания фильтруются на основе актуальных данных о работах, а диспетчеры получают контекстные уведомления в реальном времени.

Внедрение системы интеграции рабочих планов смежных подразделений в мониторинг устройств ЖАТ – это перспективное решение, которое значительно снизит нагрузку на диспетчеров и повысит эффективность управления инцидентами.

Речь идёт о создании единого информационного пространства, где данные о плановых работах (например, замена рельсов, ремонт РЦ) автоматически сопоставляются с сигналами от систем диагностики.

Реализация данной системы требует комплексного подхода, включающего несколько ключевых этапов. Первым шагом является создание централизованной базы рабочих планов, предполагающее цифровизацию графиков работ всех подразделений (путейцы, энергетики, СЦБ) с обязательной привязкой к конкретным участкам пути через координаты или пикеты, временным интервалам и типу работ (например, «замена рельсов» или «ремонт изоляции»). Важным аспектом становится интеграция с существующими системами планирования, такими как ERP–системы или специализированное ПО (1С: Документооборот, SAP), что обеспечит единое пространство для управления данными.

Следующим этапом является автоматическая привязка работ к данным мониторинга с использованием геоинформационных систем (ГИС) для визуализации работ на цифровой карте инфраструктуры. Система должна быть связана с устройствами ЖАТ таким образом, чтобы при обнаружении аномалии (например, «ложной занятости» рельсовой цепи) автоматически проверялось наличие запланированных работ в данной зоне. При подтверждении работ диспетчеру должно выводиться уведомление с указанием типа работ, ответственного подразделения и

времени их завершения, например: «На участке Пикет 125–130 ведётся замена рельсов (подразделение: ПЧ–12). Работы завершатся в 18:00».

Тип	Статус	Время последней ситуации	Длительность инцидента	Место	Объект	Классификация	Тревожность	Кол-во	Последнее время по				
Итого		885	32	69	128	64	82	25	31	12	66	13	363
[...] Новый		02.12.14 23:01:01	04:21:27	ЩЧ-8 Свет	р.ц.1П	??	0	8	02.12.14 23:01:12				
[...] Новый		02.12.14 23:00:16	02:01:15	ЩЧ-13 Улу-Телли - Аша	р.ц.14П	??	0	2	02.12.14 23:01:45				
[...] Принятый		02.12.14 23:00:12	14 д. 02:26:06	ЩЧ-4 Жигули - Новокуйбышевская	св.1	??	0	3	02.12.14 23:00:23				
[...] Неисправность САУТ		02.12.14 23:00:10	00:26:06	ЩЧ-2 Кустаренка - Пичкиряево	р.ц.6П	??	0	1	02.12.14 23:00:23				
[...] Разобраный		02.12.14 22:59:57	02:20:13	ЩЧ-13 Тавтиманово	св.Н	Неисправность	0	4	02.12.14 23:09:10				
[...] Устраняется		02.12.14 22:59:30	13 д. 03:28:52	ЩЧ-8 Свет	св.Н	??	0	193	02.12.14 22:59:44				
[...] Новый		02.12.14 22:59:02	04:56:11	ЩЧ-13 Симская	р.ц.1СП	??	0	10	02.12.14 22:59:20				
[...] Новый		02.12.14 22:59:02	03:35:07	ЩЧ-8 Ижа	р.ц.47-51СП	??	3	8	02.12.14 23:00:13				
[...] Новый		02.12.14 22:58:34	00:27:42	ЩЧ-1 Паша	св.Ч	??	0	1	02.12.14 22:58:54				
[...] Новый		02.12.14 22:58:12	03:19:45	ЩЧ-16 Сызрань 1 Парк отправления	стр.305	??	0	2	02.12.14 22:59:38				

Тип	Время начала	Длительность	Место	Объект контроля	Дат
[...] Неисправность светофора	02.12.14 22:59:57	00:26:39	Тавтиманово	св. Н(инд. Неиспр. Н...	02.12.14
[...] Неисправность светофора	02.12.14 22:59:45	00:09:07	Тавтиманово	св. Н(инд. Неиспр. Н...	02.12.14
[...] Неисправность светофора	02.12.14 22:33:49	00:16:51	Тавтиманово	св. Н(инд. Неиспр. Н...	02.12.14
[...] Неисправность светофора	02.12.14 21:06:03	00:00:04	Тавтиманово	св. Н(инд. Неиспр. Н...	02.12.14

Рисунок – Учет и разбор выявленных инцидентов

Для обеспечения актуальности данных необходимо внедрение мобильных решений для исполнителей, включающих приложения для путейцев с функцией отметки о начале и окончании работ, автоматической синхронизации данных с центральной системой, фотофиксации этапов работ (например, демонтажа рельса) и GPS–трекинга техники и бригад для точного позиционирования. Это позволит минимизировать задержки в обновлении информации и повысит достоверность данных.

Заключительным элементом системы являются алгоритмы анализа совпадений на основе искусственного интеллекта, оценивающие вероятность связи инцидента с плановыми работами и риски конфликтов (например, при возобновлении графика движения до завершения работ). На основе этого анализа система должна предоставлять автоматические рекомендации диспетчерам, включая игнорирование ложной занятости при совпадении с работами или блокировку участка при несоответствии состояния рельсовой цепи данным о завершении работ. Это обеспечит не только снижение нагрузки на диспетчеров, но и повысит безопасность и эффективность управления инфраструктурой.

Внедрение интегрированной системы мониторинга рабочих планов и технического состояния устройств ЖАТ предлагает значительные преимущества для

железнодорожной инфраструктуры. Ключевым преимуществом является существенное снижение нагрузки на диспетчерский персонал за счёт автоматизации проверки аномалий – больше не требуется вручную проверять каждое нестандартное показание оборудования. Это достигается путём минимизации простоев благодаря оперативному различению реальных аварийных ситуаций от ложных срабатываний, связанных с плановыми работами. Система обеспечивает повышение безопасности эксплуатации за счёт исключения человеческого фактора при согласовании данных между подразделениями, а также создаёт прозрачность рабочих процессов через формирование единого информационного пространства для всех служб.

Реализация данного подхода не только оптимизирует работу диспетчерских служб, но и станет важным шагом в цифровой трансформации всей инфраструктуры железнодорожной автоматики и телемеханики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Автоматика, связь, информатика: Научно-теоретический и производственно-технический журнал. – М.: 2008/09.
- 2 Кайнов В. М. Доклад начальника департамента автоматики и телемеханики ОАО «РЖД» на четвертой международной научно-практической конференции «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте».
- 3 Тарасов, Е. М. К вопросу автоматизации технической диагностики и мониторинга / Е. М. Тарасов, А. Е. Тарасова, В. А. Надежкин // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 1. – С. 362–364. – EDN ZLIYYT.

УДК 004. 93

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Харламов И. Р., Башаркин М. В.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: в работе рассматривается возможность применения теории распознавания образов для контроля технического состояния кабельных линий. Проводится анализ причин отказов кабеля. Приведены схемы замещения кабельной муфты и участка кабельной линии для пятипроводной схемы управления стрелочным электроприводом, а также множество измеряемых и первичных диагностических признаков.

Ключевые слова: кабельная сеть, кабельная муфта, пятипроводная схема управления стрелочным электроприводом, теория распознавания образов.

Введение. Работа систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) невозможна без информационного и энергетического взаимодействия между территориально разбросанными частями. Передача энергии и информации между

устройством и объектами управления осуществляется через кабельные линии. Недостатком такого способа является высокая стоимость кабеля, жилы которого, как правило, изготавливают из меди. Кроме того, на кабель приходится 11–12 % отказов технических средств ЖАТ 1,2 категории. Процент потери поездо–часов от отказов с видом «эксплуатационный», приходящийся на кабель, составляет > 9 %, а с видом «деградационный» > 23 %. На отказы кабеля из–за внешнего воздействия (кражи, порчи) приходится > 50 % потерь поездо–часов среди всех устройств инфраструктурного комплекса ЖАТ [1, 2]. При этом в существующих системах технического диагностирования и мониторинга предусмотрено измерение только одного параметра, связанного с кабельной линией – сопротивление изоляции кабеля относительно земли, а обнаружить отказ кабеля возможно только при определении причины отказа объекта управления.

Основная часть. В работах [3, 4] авторами рассмотрена возможность мониторинга кабельных муфт СЦБ с использованием датчика относительной влажности и температуры воздуха. Основная проблема такого подхода заключается в том, что он малоинформативный и позволяет рассчитать только риски отказа кабеля в муфте.

Для определения технического состояния кабельной линии предлагается применить аппарат теории распознавания образов.

Известно, что существуют кабельные сети:

- управления лампами огня светофоров;
- управления стрелочными электроприводами;
- согласующих трансформаторов передающих концов рельсовых цепей;
- трансформаторов приёмных концов рельсовых цепей.

Для объектов управления, представляющих собой множества, относимые к одному из четырех классов кабельных сетей, предусмотрено n количество жил, составляющих кабельную линию.

Схема замещения для кабельной муфты пятипроводной схемы управления стрелочным электроприводом с обозначенными информативными признаками представлена на рисунке 1.

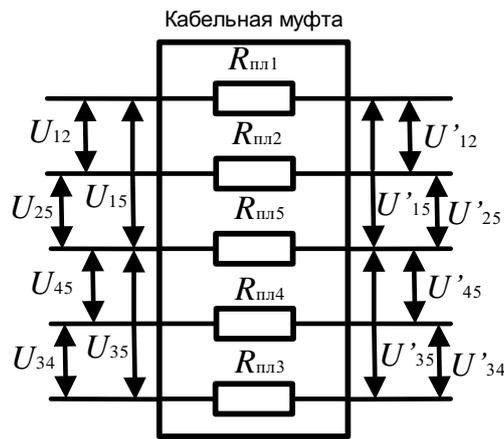


Рисунок 1 – Схема замещения кабельной муфты пятипроводной схемы управления стрелочным электроприводом: $U_{12}, U_{15}, U_{25}, U_{34}, U_{35}, U_{45}$ – модули комплексных амплитуд межфазных напряжений на входе кабельной муфты, $U'_{12}, U'_{15}, U'_{25}, U'_{34}, U'_{35}, U'_{45}$ – модули комплексных амплитуд межфазных напряжений на выходе кабельной муфты, $R_{пл1}, R_{пл2}, R_{пл3}, R_{пл4}, R_{пл5}$ – переходные электрические сопротивления в местах соединения линейных проводов (жил кабеля)

Поскольку переходное электрическое сопротивление является активным, множество первичных диагностических признаков совпадает с множеством измеряемых.

$$sp(x) = \{ U_{12}, U_{15}, U_{25}, U_{34}, U_{35}, U_{45}, U'_{12}, U'_{15}, U'_{25}, U'_{34}, U'_{35}, U'_{45} \}. \quad (1)$$

Схема замещения для анализа технического состояния кабельной линии пятипроводной схемы управления стрелочным электроприводом с обозначенными информативными признаками представлена на рисунке 2.

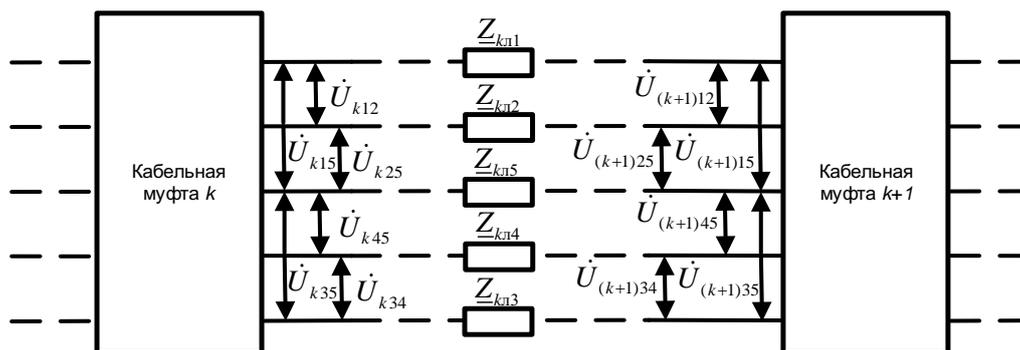


Рисунок 2 – Схема замещения участка кабельной линии пятипроводной схемы управления стрелочным электроприводом: $\dot{U}_{k12}, \dot{U}_{k15}, \dot{U}_{k25}, \dot{U}_{k34}, \dot{U}_{k35}, \dot{U}_{k45}$ – комплексные амплитуды межфазных напряжений на выходе k кабельной муфты, $\dot{U}_{(k+1)12}, \dot{U}_{(k+1)15}, \dot{U}_{(k+1)25}, \dot{U}_{(k+1)34}, \dot{U}_{(k+1)35}, \dot{U}_{(k+1)45}$ – комплексные амплитуды межфазных напряжений на входе $k+1$ кабельной муфты, $Z_{кл1}, Z_{кл2}, Z_{кл3}, Z_{кл4}, Z_{кл5}$ – электрические сопротивления линейных проводов (жил кабеля)

В пятипроводной схеме управления стрелочным электроприводом используется электродвигатель переменного тока, в связи с чем множество первичных диагностических признаков, характеризующих состояния кабельной линии имеет размерность:

$$s_p(x) = \{ \dot{U}_{k12}, \dot{U}_{k15}, \dot{U}_{k25}, \dot{U}_{k34}, \dot{U}_{k35}, \dot{U}_{k45}, \dot{U}_{(k+1)12}, \dot{U}_{(k+1)15}, \dot{U}_{(k+1)25}, \dot{U}_{(k+1)34}, \dot{U}_{(k+1)35}, \dot{U}_{(k+1)45} \}, \quad (2)$$

где

$$\begin{aligned} \dot{U}_{k12} &= U_{k12} e^{j\varphi_{U_{k12}}}; \dot{U}_{k15} = U_{k15} e^{j\varphi_{U_{k15}}}; \dot{U}_{k25} = U_{k25} e^{j\varphi_{U_{k25}}}; \\ \dot{U}_{k34} &= U_{k34} e^{j\varphi_{U_{k34}}}; \dot{U}_{k35} = U_{k35} e^{j\varphi_{U_{k35}}}; \dot{U}_{k45} = U_{k45} e^{j\varphi_{U_{k45}}}; \\ \dot{U}_{(k+1)12} &= U_{(k+1)12} e^{j\varphi_{U_{(k+1)12}}}; \dot{U}_{(k+1)15} = U_{(k+1)15} e^{j\varphi_{U_{(k+1)15}}}; \dot{U}_{(k+1)25} = U_{(k+1)25} e^{j\varphi_{U_{(k+1)25}}}; \\ \dot{U}_{(k+1)34} &= U_{(k+1)34} e^{j\varphi_{U_{(k+1)34}}}; \dot{U}_{(k+1)35} = U_{(k+1)35} e^{j\varphi_{U_{(k+1)35}}}; \dot{U}_{(k+1)45} = U_{(k+1)45} e^{j\varphi_{U_{(k+1)45}}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Следовательно, множество измеряемых диагностических признаков в этом случае имеет вид:

$$\begin{aligned} &U_{k12}, \varphi_{U_{k12}}, U_{k15}, \varphi_{U_{k15}}, U_{k25}, \varphi_{U_{k25}}, U_{k34}, \varphi_{U_{k34}}, U_{k35}, \varphi_{U_{k35}}, U_{k45}, \varphi_{U_{k45}}, \\ s_p(x) &= \{ U_{(k+1)12}, \varphi_{U_{(k+1)12}}, U_{(k+1)15}, \varphi_{U_{(k+1)15}}, U_{(k+1)25}, \varphi_{U_{(k+1)25}}, U_{(k+1)34}, \varphi_{U_{(k+1)34}}, \\ &U_{(k+1)35}, \varphi_{U_{(k+1)35}}, U_{(k+1)45}, \varphi_{U_{(k+1)45}} \}. \end{aligned} \quad (4)$$

На следующем этапе формируется вектор образа S путем определения значений i измеряемых диагностических признаков в моменты времени t_1, t_2, \dots, t_w и производится оценка технического состояния кабельной линии по вектору контролируемых параметров [5–7].

Вывод. Из-за отказов кабельных линий возникают имиджевые и финансовые издержки компании ОАО «РЖД» вследствие увеличения времени простоя поездов. Предложенный подход контроля технического состояния кабельной линии с использованием аппарата теории распознавания образов позволяет расширить функциональные возможности существующих систем технического диагностирования и мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Анализ эксплуатационной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры за декабрь и 12 месяцев 2020 года / М.: ОАО «РЖД», 2020. – 60 с.
- 2 Анализ эксплуатационной деятельности хозяйства автоматики и телемеханики Центральной дирекции инфраструктуры за декабрь и 12 месяцев 2021 года / М.: ОАО «РЖД», 2021. – 65 с.

- 3 Башаркин, М. В. Выбор датчика для устройства мониторинга относительной влажности воздуха в кабельных муфтах СЦБ / М. В. Башаркин, И. Р. Харламов // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 180–182. – EDN LSLTQE.
- 4 Харламов, И. Р. Разработка устройства мониторинга влажности воздуха в кабельных муфтах СЦБ / И. Р. Харламов, М. В. Башаркин // Дни студенческой науки : Сборник материалов 51-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–26 апреля 2024 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 158–160. – EDN GOSELF.
- 5 Формирование обобщенных признаков при распознавании состояний компонент электрических рельсовых цепей / Е. М. Тарасов, А. А. Булатов, Г. М. Третьяков, А. Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 3(81). – С. 68–75. – EDN CERRFF.
- 6 Тарасова, А. Е. Принцип построения модели распознающего классификатора состояний рельсовых линий / А. Е. Тарасова, Н. Н. Васин, Е. М. Тарасов // Вестник транспорта Поволжья. – 2021. – № 4(88). – С. 63–69. – EDN IXCSSN.
- 7 Тарасов, Е. М. Исследование информативности признаков при распознавании состояний рельсовых линий / Е. М. Тарасов, В. Л. Герус, А. Е. Тарасова // Вестник Мордовского университета. – 2018. – Т. 28, № 2. – С. 191–206. – DOI 10.15507/0236–2910.028.201802.191–206. – EDN USGXFQ.

УДК 621.391

ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМНИКА СИГНАЛОВ АЛС-ЕН СО СХЕМОЙ ШОУ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Хохрин А. С., Юсупов Р. Р.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация. Исследование посвящено оценке помехоустойчивости приемника сигналов АЛС–ЕН со схемой ШОУ при воздействии импульсных помех от тягового тока. В качестве критерия помехоустойчивости использована средняя вероятность ошибки на элементарный символ. Результаты исследования показали, что приемник со схемой ШОУ обеспечивает снижение вероятности ошибки в 7,5–8,8 раз по сравнению с существующим приемником.

Ключевые слова: автоматическая локомотивная сигнализация, АЛС–ЕН, приемник, схема ШОУ, помехоустойчивость, импульсная помеха.

На современных магистральных железных дорогах России широко применяются микропроцессорные локомотивные устройства безопасности (КЛУБ–У, БЛОК, ДКСВ–М), реализующие функции систем автоматической локомотивной сигнализации, в частности системы АЛС–ЕН (АЛС единого ряда с непрерывным каналом связи) [1, 2].

Ежегодно на сети дорог происходят сотни сбоев в работе АЛС–ЕН. Одной из причин, приводящих к появлению сбоев в работе АЛС–ЕН является воздействие помех, искажающих передаваемый по индуктивно–рельсовой линии связи сигнал.

Для повышения помехоустойчивости приемника канала АЛС–ЕН ранее авторами было предложено использовать нелинейную обработку сигналов АЛС–ЕН, в частности,

амплитудное ограничение посредством схемы ШОУ, разработаны функциональная схема и имитационная модель приемника сигналов АЛС-ЕН со схемой ШОУ [3], а также проведена оценка качества его функционирования в номинальных условиях эксплуатации [4] и при воздействии флуктуационной помехи [5].

Продолжение исследования помехоустойчивости приемника со схемой ШОУ предполагает проведение экспериментов при воздействии помех другого вида. В частности, в рамках данной работы, проведена оценка помехоустойчивости приемника при воздействии импульсных помех.

Исследование было проведено с использованием ранее разработанных имитационных моделей существующего приемника сигналов АЛС-ЕН и приемника со схемой ШОУ. В качестве модели импульсной помехи использована предложенная в [6] марковская модель импульсной помехи от тягового тока.

В качестве критерия помехоустойчивости принята средняя вероятность ошибки $P_{\text{ош}}$, относящаяся к элементарному символу в подканале кодовой комбинации и определяемая в ходе проведения экспериментов по формуле:

$$P_{\text{ош}} = \frac{N_{\text{ош}}}{N_{\text{с}}},$$

где $N_{\text{ош}}$ – число символов, принятых с ошибкой; $N_{\text{с}}$ – общее число символов переданных символов.

Варьирование отношения сигнал/помеха на входах приемников осуществлялось путем изменения коэффициента асимметрии приемного тракта канала АЛС–ЕН $K_{\text{а}}$, который является основным фактором, влияющим на качество приема сигналов АЛС–ЕН локомотивным приемником. На практике асимметрия приемного тракта может достигать значения 50 % [7], вследствие чего был принят следующий шаг значений величины $K_{\text{а}}$: 15, 20, ... ; 50 %.

На рисунке 1 изображены графики зависимостей вероятностей ошибки в существующем приемнике $P_{\text{ош суц}}$ и в приемнике со схемой ШОУ $P_{\text{ош ШОУ}}$ от значения $K_{\text{а}}$.

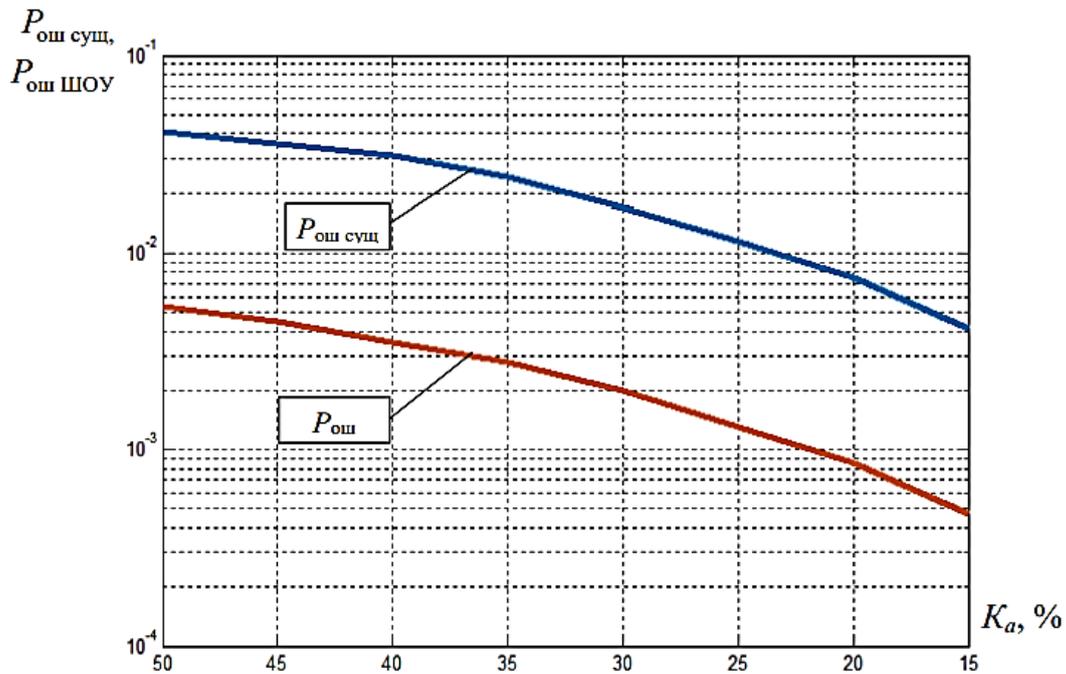


Рисунок 1 – Графики зависимостей результатов исследований при воздействии импульсных помех

На рисунке 2 представлен график зависимости выигрыша в помехоустойчивости,

$$B_{\Pi} = \frac{P_{\text{ош сущ}}}{P_{\text{ош ШОУ}}} \text{ от значения } K_a.$$

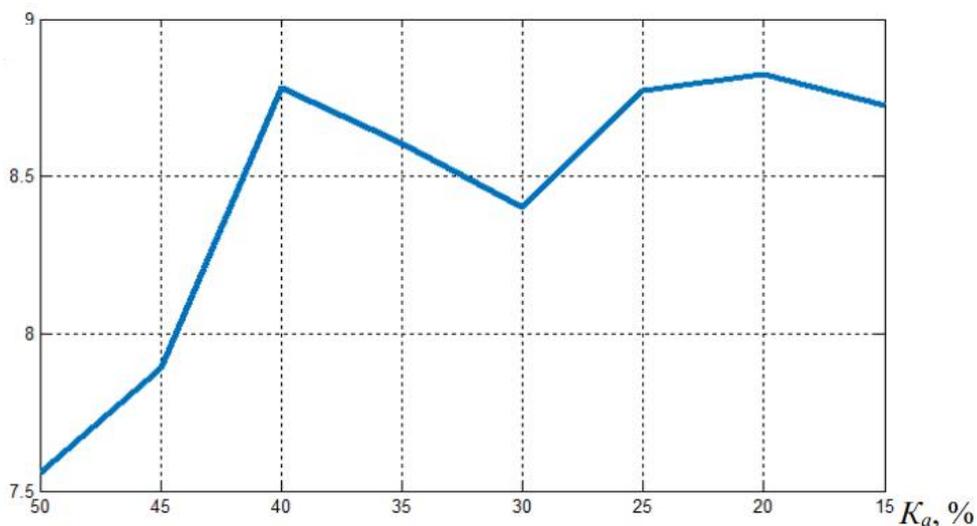


Рисунок 2 – График зависимости B_{Π} приемника со схемой ШОУ перед существующим от значения K_a

График, представленный на рисунке 2, показывает, что с уменьшением асимметрии K_a преимущество в помехоустойчивости приёмника АЛС–ЕН со схемой ШОУ перед существующим приёмником АЛС–ЕН возрастает. Так же видно, что приемник АЛС–ЕН со схемой ШОУ обладает в 7,5–8,8 раз более высокой помехоустойчивостью в сравнении с существующим приёмником АЛС–ЕН.

Таким образом, экспериментальное исследование помехоустойчивости существующего приемника АЛС–ЕН и приемника АЛС–ЕН со схемой ШОУ на имитационной модели при воздействии импульсных помех от постоянного тягового тока электроподвижного состава подтверждает эффективность применения схемы ШОУ для подавления импульсных помех.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Розенберг, Е. Н. Комплексные локомотивные системы безопасности / Е. Н. Розенберг, Е. Е. Шухина, Г. К. Кисельгоф // Автоматика, связь, информатика. – 2014. – № 10. – С. 2–4.
- 2 Шухина, Е. Е. Безопасный локомотивный объединенный комплекс блок / Е. Е. Шухина, В. В. Висков, А. В. Гурьянов // Автоматика, связь, информатика. – 2011. – № 4. – С. 18–19.
- 3 Юсупов, Р. Р. Разработка функциональной схемы и имитационной модели приемника сигналов АЛС–ЕН со схемой ШОУ / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин // Вестник СамГУПС. – 2023. – № 1(59). – С. 119–125.
- 4 Юсупов, Р. Р. Оценка качества функционирования приемника сигналов АЛС–ЕН со схемой ШОУ в номинальных условиях эксплуатации / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин // Вестник транспорта Поволжья. – 2023. – № 2(98). – С. 88–94.
- 5 Юсупов, Р. Р. Оценка качества функционирования приемника сигналов АЛС–ен со схемой ШОУ в условиях воздействия флуктуационной помехи / Р. Р. Юсупов, А. С. Хохрин, К. Э. Блачев // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 217–219.
- 6 Юсупов, Р. Р. Цифровое устройство обработки сигналов автоматической локомотивной сигнализации повышенной помехозащищенности. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Юсупов Руслан Рифович. – Самара, 2003. – 162 с.
- 7 Пыров А. Е. Исследование функционирования автоматической локомотивной сигнализации для управления движением поездов на железных дорогах. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пыров Александр Елисеевич. – Москва, 1975.– 253 с.

УДК 681.518.5

ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКОВ В РЕЛЬСОВЫХ НИТЯХ

Башаркин М. В., Саблин В. С., Исайчева Н. А.

Приволжский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Аннотация: одной из основных задач автоматизированных рабочих мест эксплуатационного персонала дистанций сигнализации, централизации и блокировки является оперативность принимаемых решений. В автоматизированных системах технического диагностирования инфраструктуры транспортного комплекса широко используются измерительные контроллеры, обеспечивающие мониторинг протекающих в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики процессов. Авторами представлены результаты автоматизации измерения неравенства токов в рельсовых нитях электрифицированного железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: коэффициент асимметрии тягового тока, электрифицированный транспорт, автоматизация, диагностика.

Развитие транспортной отрасли, в том числе сектор железнодорожных перевозок оказывает влияние на все сферы экономики. Эффективность сложной

структурированной системы управления железнодорожными перевозками зависит от работоспособности элементов на всех уровнях. Одним из глобальных направлений развития железнодорожной инфраструктуры является цифровая трансформация технологических процессов.

В настоящее время в дистанциях сигнализации, централизации и блокировки проходят апробацию цифровые измерительные устройства взамен аналоговых, с возможностью регистрации показаний на флеш-носителях, такие как ЭТАЛОН–Ш, МИР–Ш. Измерительные контроллеры цифровой диагностики с возможностью интеграции с автоматизированными рабочими местами инженеров–электромехаников, частично заменили опасный труд «в поле» работников дистанций, но остались задачи полной автоматизации технологических процессов от измерения до принятия решения об устранении отказа технического средства.

Следует также отметить, что содержание карт технологических процессов не требует сформировать отчётность с выводами о предотказном состоянии элементов или технического средства в целом.

Авторами статьи предлагается замена ручного измерения асимметрии тягового тока в рельсовых нитях [1, 2] с последующим алгоритмом аналитики отказа элементов рельсовых нитей.

Карта технологического процесса [3] рекомендует использовать переносной измерительный прибор ИПС–01/1, ИПС–01/2, применение модификации которого определяется электрификацией участка. В нормативном документе [4] определяющем значение коэффициента допустимого для применяемых на участке дорог дроссель–трансформаторы обозначены 6 % и 4 %, которые использованы для постановки измерительной задачи разрабатываемого устройства.

Устройство асимметрии тягового тока (УМ–ТТ) [5] состоит из блока выносных датчиков и вычислительного блока. Датчики на эффекте Холла подключаются к шинам дроссель-трансформатора и соединяются экранированными проводами с вычислительным блоком. Сигнал о значении коэффициента асимметрии тягового тока поступает на автоматизированное рабочее место инженера-электромеханика. Далее алгоритм принятия решения идентифицирует неисправность элемента рельсовых нитей и определяет последовательность действий обслуживающего персонала. На кафедре

«Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО ПривГУПС успешно проведены лабораторные испытания УМ–ТТ [6].

На следующем этапе проведен эксперимент в АО «Объединённые электротехнические заводы» «ЭЛТЕЗА». В испытательной лаборатории Лосиноостровского электротехнического завода проведены сравнительные измерения прибора ИПС–01\1 с одной из модификаций устройства УМ–ТТ1Ц, которая имеет цифровой выход. Вывод значений с УМ–ТТ1Ц возможен через интерфейс RS–485.

Тяговый ток имитировался посредством подключения проводника сечением $2,5 \text{ мм}^2$ к стабилизированному источнику питания с ограничением тока в 10 А. Итоговое значение тока регулировалось количеством витков проводника, проходящих через датчики тока на эффекте Холла и токовые клещи измерительного прибора ИПС–01\1. Разность токов, задавалась путём изменения количества витков в одном из измерительных каналов.

Измеренные значения токов с прибора и УМ–ТТ сверялись с токоизмерительными клещами Fluke, имеющие сертификат калибровки.

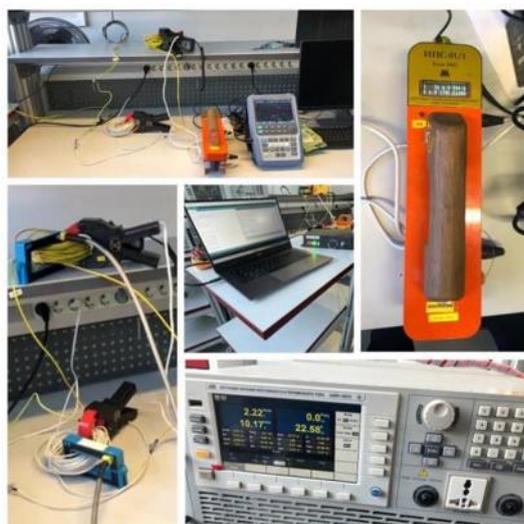


Рисунок – Фотофиксация эксперимента

Процесс измерения ИПС–01\1 фиксировался на видеоаппаратуру, а данные с УМ–ТТ1Ц через USB интерфейс выводились на дисплей ПК. Погрешность измеренных значений токов с УМ–ТТ составила не более 1 %.

Авторы благодарят главного инженера АО «ЭЛТЕЗА» Е.А. Гомана и коллектив отдела организации разработок и внедрения новой техники за предоставленную возможность апробации устройства мониторинга тягового тока с модификацией 1Ц.

На следующем этапе разработчиками планируется осуществить интеграцию в существующие системы технического диагностирования и мониторинга по интерфейсу RS-485 для передачи измеренных значений тягового тока и рассчитанного коэффициента асимметрии на автоматизированное рабочее место инженера-электромеханика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Комплексный мониторинг перегонных рельсовых цепей с учетом асимметрии тяговых токов / А. Г. Исайчева, Д. А. Шашин, А. Н. Митрофанов, А. Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 3(81). – С. 55–60. – EDN TPBCOF.
- 2 Исайчева, А. Г. Разработка устройства мониторинга тягового тока / А. Г. Исайчева, М. В. Башаркин, Д. А. Шашин // Автоматика, связь, информатика. – 2024. – № 10. – С. 2–4. – DOI 10.62994/AT.2024.10.10.001. – EDN PSWFNE.
- 3 Карта технологического процесса. КТП ЦШ 0156–2015. Электрические рельсовые цепи. Измерение симметрии обратного тягового тока в двухниточных рельсовых цепях, по которым осуществляется пропуск обратного тягового тока и предусмотрено задание поездных маршрутов.
- 4 Распоряжение от 03 апреля 2012 г. № 651 р «Устройства и элементы рельсовых линий и тяговой сети. Технические требования и нормы содержания».
- 5 Результаты лабораторного исследования диагностического контроллера рельсовой линии / А. Г. Исайчева, А. Е. Тарасова, В. С. Саблин, А. А. Астапенкова // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 196–198. – EDN YUCLGF.

Научное издание

**МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ
И УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ**

**МАТЕРИАЛЫ VII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

(Самара, 4 апреля 2025 г.)