

УДК 621.86

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА: РОЛЬ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ****М.М. Полынская, Е.Ю. Фалеева**

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, email: polynskaya\_mm@irgups.ru, lena37881@gmail.com

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию роботизации процессов как ключевого фактора повышения эффективности и конкурентоспособности современных предприятий. Рассматриваются различные виды роботов, применяемых для автоматизации монотонных и рутинных операций, включая промышленные, коллаборативные, программные и специализированные решения. Особое внимание уделено планированию роботизации, представленному процессу, описывающему этапы от анализа бизнес-процессов до внедрения и сопровождения роботизированных решений. В качестве практического примера рассматривается автоматизированная система мониторинга вагонов-рельсосмазывателей, демонстрирующая преимущества роботизации в железнодорожной отрасли. Анализируются особенности внедрения и влияние на безопасность и экономическую эффективность.

**Ключевые слова:** роботизация процессов; автоматизация; железнодорожный транспорт; виды роботов.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF RAILWAY TRANSPORT: THE ROLE OF ROBOTIC SYSTEMS****М.М. Polynskaya, E.Yu. Faleeva**

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, email: polynskaya\_mm@irgups.ru, lena37881@gmail.com

*Abstract.* The article is devoted to the study of process robotization as a key factor in increasing the efficiency and competitiveness of modern enterprises. Various types of robots used to automate monotonous and routine operations are considered, including industrial, collaborative, software, and specialized solutions. Special attention is paid to robotics planning, a presented process that describes the stages from business process analysis to implementation and maintenance of robotic solutions. As a practical example, an automated monitoring system for railcars is considered, demonstrating the advantages of robotization in the railway industry. The features of the implementation and the impact on safety and economic efficiency are analyzed.

**Keywords:** robotization of processes; automation; railway transport; types of robots.

Дата поступления статьи в редакцию: 15.11.2025

Дата принятия статьи в печать: 30.12.2025

**Введение**

Внедрение роботизированных систем становится ключевым фактором повышения эффективности железнодорожного транспорта, оптимизируя процессы обслуживания инфраструктуры. Научная проблема заключается в том, что несмотря на существующие разработки в области цифровых решений для железнодорожного транспорта, многие системы остаются недостаточно изученными и не получили широкого распространения. Конкретно, речь идет о применении автоматизированных систем мониторинга вагонов-рельсосмазывателей, разработанных и реализованных в рамках Восточной Сибирской железной дороги (далее – ВСЖД) – филиала Открытого акционерного общества «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД»).

Новизна исследования заключается в том, что авторы данной статьи впервые подробно рассматривает влияние автоматизированной системы мониторинга вагона-рельсосмазывателя на повышение эксплуатационной надежности железнодорожных путей. Исследование включает оценку реального экономического эффекта от внедрения данной технологии в конкретном регионе эксплуатации – г. Иркутск, что позволяет объективно оценить преимущества использования новых технических решений, также проводится анализ опыта роботизации в железнодорожном транспорте, проводя сравнительный анализ, выявляя преимущества, негативные аспекты и перспективы развития.

**Цель исследования**

Целью исследования является выявление и обоснование экономических преимуществ от внедрения автоматизированной системы мониторинга вагонов-рельсосмазывателей в деятельность железнодорожного транспорта Восточно-Сибирского региона.

Гипотезой исследования выступает предположение о том, что внедрение автоматизированной системы мониторинга вагонов-рельсосмазывателей позволит существенно повысить эффективность эксплуатации железных дорог путем снижения затрат на техническое обслуживание, увеличения срока службы рельсов и улучшения общей надежности движения поездов.

### **Материал и методы исследования**

В исследовании используются технические документы (паспорта вагонов-рельсосмазывателей, руководства по эксплуатации, проектная документация), оперативные данные ВСЖД (показатели надёжности путей, расход смазочных материалов, хронометрические сведения) и экономические показатели (затраты на внедрение, операционные расходы, сокращение издержек), а также нормативно-правовая база и материалы по отечественному и зарубежному опыту роботизации железнодорожного транспорта.

Методология сочетает аналитические (системный, функциональный и сравнительный анализ), статистические (корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ) и экономикоматематические методы (расчёт NPV, IRR, срока окупаемости, стоимостной и сценарный анализ), позволяющие оценить технологическую и экономическую эффективность системы.

### **Результаты исследования**

В условиях стремительного развития цифровых технологий и глобальной трансформации экономики, где искусственный интеллект и роботизация процессов становятся ключевыми драйверами изменений, ОАО «РЖД» – как стратегически важный элемент транспортной инфраструктуры России – оказывается в центре инновационных преобразований, затрагивающих рутинную деятельность сотрудников компании. Актуальность роботизации рутинных операций позволяет существенно сократить время выполнения процессов, минимизировать человеческий фактор, снижая тем самым вероятность ошибок и повышая точность выполнения поставленных задач. В том числе, обеспечение безопасности играет главную роль в железнодорожной отрасли, характеризующейся повышенным уровнем производственного травматизма. Инвестиции в передовые роботизированные комплексы, оснащенные чувствительными датчиками и мощным искусственным интеллектом, радикально повышают безопасность эксплуатации железнодорожной инфраструктуры, эти системы способны автономно выполнять потенциально опасные задачи [1]. В то же время, роботизация позволяет переосмыслить подход к организации труда, избавляя работников от монотонных задач, существенно снижая уровень стресса и повышая привлекательность работы на железной дороге, особенно для молодых специалистов, все эти факторы направлены на укрепление позиций ОАО «РЖД» на конкурентном мировом рынке.

Основной целью роботизации является автоматизация и оптимизация различных процессов, что позволяет значительно повысить их эффективность и производительность [2]. Интеллектуальное управление, основанное на алгоритмах машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяет роботам выполнять сложные задачи, адаптироваться к новым условиям и улучшать свои действия на основе накопленного опыта. Обращаясь к докладу по «Robotic Process Automation» (RPA). «К чему готовиться и как избежать трудностей», можно сказать, что ОАО «РЖД» находится на этапе активной цифровой трансформации, направленной на повышение эффективности и оптимизацию операционных процессов [3]. С 2019 года реализуется масштабная программа цифровой трансформации, охватывающая основные виды деятельности компании, существенным фактором является автоматизация рабочих мест, которая затронула 240 000 сотрудников, что свидетельствует о значительном объеме внедренных технологических решений [4]. Однако, несмотря на достигнутые результаты, существуют области, требующие дальнейшей оптимизации, в частности, 70% запросов носят повторяющийся и однотипный характер [5]. Обслуживание этих запросов требует значительных ресурсов, задействовано 4500 специалистов технической поддержки, а общий объем обращений достигает примерно 7 миллионов [6].

Мировая практика промышленных роботов демонстрирует значительный потенциал роботизации в железнодорожной отрасли. Согласно отчету World Robotics 2024 Международной федерации робототехники (IFR), средняя плотность роботизации в мире достигла 162 роботов на 10 000 сотрудников. Лидерами в этой области являются Южная Корея, Сингапур и Китай, что свидетельствует о высокой степени автоматизации производственных процессов в этих странах. В то время как Россия, занимая 43-е место в рейтинге с 29 роботами на 10 000 сотрудников (по состоянию на текущий момент), демонстрирует значительный потенциал для дальнейшего развития в этой области. Что касается мирового рынка железнодорожных роботов в 2024 году оценивается в 18,2 млрд. долл., с прогнозом роста до 37,5 млрд. долл. к 2033 году, что подчеркивает растущую потребность в автоматизации и роботизации железно-

рожных операций [7]. По некоторым оценкам, скорость выполнения задач в отдельных областях повысилась на 70% благодаря внедрению роботизированных решений [8]. По оценкам экспертов, более 50 технологических операций, связанных с вредными для человека производственными факторами, могут быть отданы роботам в перспективе ближайших 5–10 лет [9]. С 2024 года стартовал федеральный проект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производств», предусматривающий механизмы государственной поддержки, целью проекта является увеличение числа роботов в России до 145 на 10 000 сотрудников к 2030 году [10]. Главный вычислительный центр ОАО «РЖД» уже запустил более 2000 программных роботов в различных филиалах холдинга, что позволило исключить риски возникновения ошибок и сократить время выполнения операций в 3–5 раз.

### Процесс роботизации (от 25 до 41 дней)

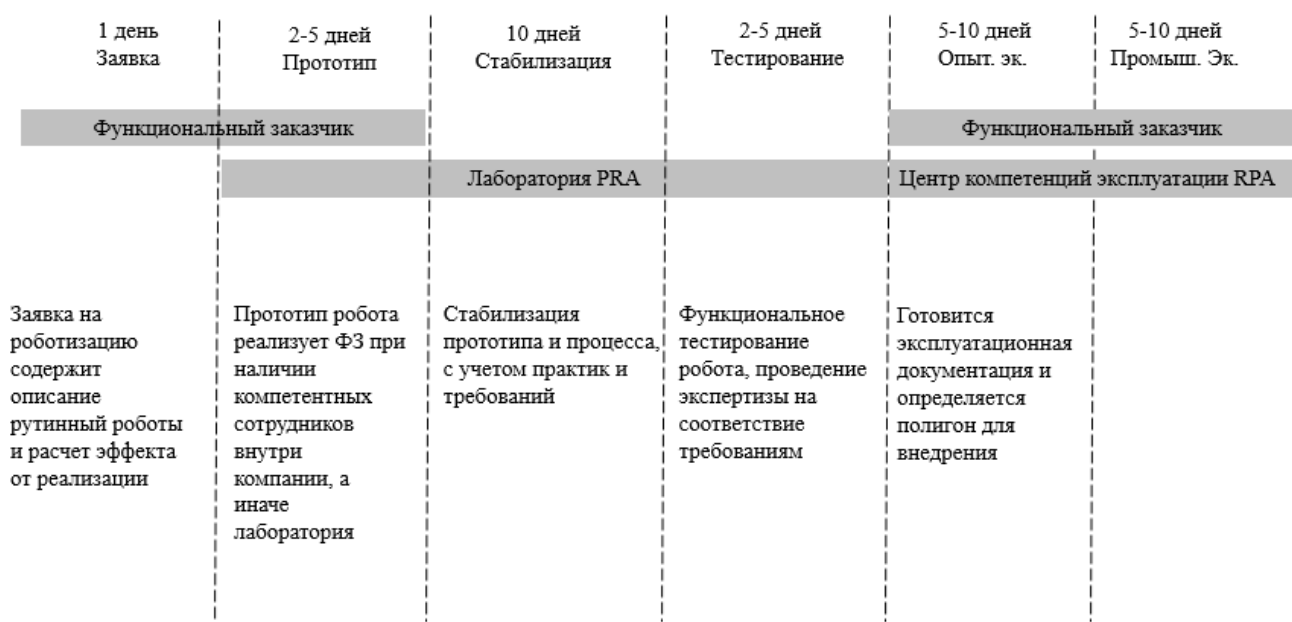


Рис. 1. Поэтапный процесс роботизации

На рисунке 1 представлена структурированная разработка программных роботов, ориентированная на оптимизацию процесса автоматизации рутинных операций [11]. Процесс начинается с «Заявки», анализирующей целесообразность роботизации. Затем следует «Прототипирование», где функциональный заказчик совместно с RPA-разработчиками создаёт минимально жизнеспособный прототип (MVP) [12]. «Стабилизация» обеспечивает надежность решения, учитывая лучшие практики и требования безопасности. «Тестирование» выявляет и устраняет дефекты. Завершающие этапы – «Опытная и промышленная эксплуатация» – предполагают постепенное внедрение и мониторинг робота в реальной среде, при поддержке Лаборатории RPA и ЦК эксплуатации RPA (Robotic Process Automation – роботизированная автоматизация процессов) [13]. Этот подход максимизирует эффективность, минимизирует риски и гарантирует стабильную работу RPA-агентов [14]. Выбор конкретной RPA-платформы зависит от сложности автоматизируемых процессов, требований к масштабируемости и интеграции, а также от наличия экспертизы у персонала. В большинстве случаев RPA-решения разворачиваются на существующей серверной инфраструктуре предприятия, и, следовательно, нет необходимости в приобретении нового оборудования [15]. Необходимость обучения сотрудников работе с новыми системами является неотъемлемой частью успешной реализации проекта роботизации, внедрение RPA-решений приводит к изменению ролей и обязанностей сотрудников, освобождая их от рутинных задач и предоставляя возможность сосредоточиться на более сложных и творческих задачах.

В рамках концепции цифровизации железнодорожной отрасли ГИД «Урал-ВНИИЖТ» разработал и внедрил автоматизированную систему мониторинга (АСМ) вагонов-рельсосмазывателей, которая функционирует на территории ВСЖД. Необходимость внедрения данной системы обусловлена растущими требованиями к безопасности и надежности перевозочного процесса, оптимизации затрат на обслужи-

вание и текущий ремонт инфраструктуры, а также минимизации интенсивности износа рельсошпальной решетки. Целью разработки является создание комплексного инструментария для непрерывного контроля за работой парка вагонов-рельсосмазывателей, приписанных к различным железным дорогам и обслуживающих участки, по которым осуществляется движение пассажирских поездов.

В контексте стратегической задачи цифровизации железнодорожной отрасли и повышения эффективности эксплуатации железнодорожной инфраструктуры, разработала и успешно внедрила автоматизированную систему мониторинга (АСМ) вагонов-рельсосмазывателей, функционирующую в границах Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД). Данная система представляет собой комплексное решение, включающее в себя аппаратно-программные средства, обеспечивающие непрерывный мониторинг состояния и функционирования вагонов-рельсосмазывателей, а также автоматизированное управление процессом смазывания рельсов. Разработка и внедрение АСМ осуществлялись с применением специализированной методологии, адаптированной к специфическим условиям эксплуатации и инфраструктурным особенностям ВСЖД. Этапы разработки включали анализ требований, разработку аппаратного и программного обеспечения, тестирование и отладку, внедрение и опытную эксплуатацию, анализ результатов и доработку системы, а также ее масштабирование. Внедрение АСМ на ВСЖД было сопряжено с рядом особенностей, обусловленных протяженностью и географическими особенностями региона, климатическими условиями, интенсивностью движения поездов и разнообразием типов вагонов-рельсосмазывателей [16,17]. Внедрение АСМ позволило достичь значительных результатов, таких как повышение эффективности смазывания рельсов, снижение издержек на обслуживание путей, экономия смазочных материалов, повышение безопасности движения и увеличение пропускной способности. Для более подробного рассмотрения вопроса авторами разработаны основные компоненты для бесперебойной работы программы и были определены ключевые показатели и компоненты, представленные на рисунках 2 и 3.

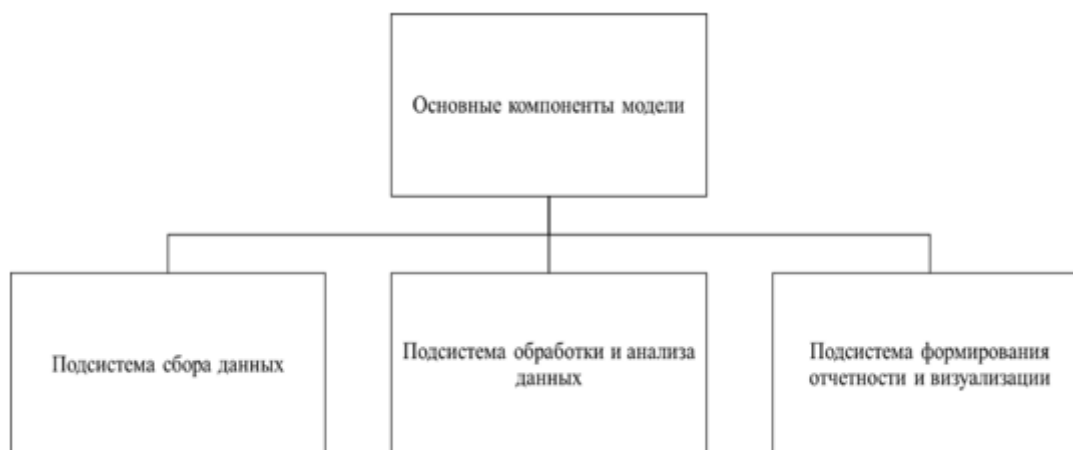


Рис. 2. Основные компоненты

Разработанная АСМ реализована с использованием современных информационных технологий и программных средств, обеспечивающих высокую производительность, масштабируемость и надежность [18]. Впервые предложен метод автоматической идентификации вагонов-рельсосмазывателей на основе данных ВСЖД и разработаны алгоритмы оценки эффективности работы каждого вагона. Практическая значимость разработки заключается в повышении эффективности использования парка вагонов-рельсосмазывателей, снижении затрат на обслуживание инфраструктуры и повышении безопасности перевозок. Внедрение системы позволит оптимизировать график смазывания, предотвратить преждевременный износ рельсов и повысить энергоэффективность перевозочного процесса. Реализация данных мероприятий позволит создать интеллектуальную систему управления смазыванием рельсов, обеспечивающую максимальную эффективность и безопасность железнодорожных перевозок.

На рынке железнодорожного транспорта уже существуют примеры успешного внедрения роботизированных систем, направленных на оптимизацию различных бизнес-процессов. Наряду с сокращением временных затрат, внедрение еще одного робота «Заполнение данных в схеме железных дорог» обеспечивает значительное повышение качества и точности обрабатываемой информации. Исключение человеческого фактора из процесса заполнения данных гарантирует практически полное отсутствие ошибок, связанных с такими аспектами человеческой деятельности, как невнимательность, усталость или субъективное восприятие информации. Параллельно с этим, роботизированная система обеспечивает суще-

ственное повышение частоты обновления данных, практически на 50%, что критически важно для поддержания актуальности и достоверности информации, необходимой для эффективного управления сложными логистическими процессами и оперативного принятия обоснованных решений. Роботизированный программный комплекс «Заполнение данных в схеме железных дорог и междорожных стыковых пунктов приема груженых вагонов данными из ИС СИС» представляет собой убедительный пример успешного внедрения роботизированных систем в железнодорожной отрасли, демонстрирующий существенный экономический эффект и способствующий значительному повышению эффективности, точности и оперативности критически важных бизнес-процессов.



Рис. 3. Ключевые показатели

Внедрение АСМ способствует не только повышению эффективности использования смазочных материалов и снижению издержек на обслуживание путей, но и оказывает прямое влияние на повышение безопасности движения. Более точное и своевременное смазывание рельсов значительно снижает износ колес подвижного состава и рельс, что, в свою очередь, минимизирует риск возникновения аварийных ситуаций, способствует увеличению пропускной способности железнодорожных участков, позволяя повысить скорость движения поездов и сократить время их нахождения в пути. АСМ вагонов-рельсосмазывателей, разработанная при помощи приложения ГИД «Урал-ВНИИЖТ», представляет собой более масштабное и эффективное решение по роботизации железнодорожной инфраструктуры, обеспечивающее не только экономические выгоды, но и значительное повышение безопасности и эффективности перевозочного процесса.

Существующий проект содержит функционал обеспечения постоянного контроля технического состояния вагонов-рельсосмазывателей в режиме реального времени, повышает эффективность самого процесса непосредственно, но не было выявлено экономического обоснования, следовательно авторами было рассчитана экономическая эффективность и результативность от реализации проекта. Важное место занимает анализ экономических аспектов реализации данного проекта, поэтому были проведены расчеты для доказательства того факта, что проект успешно реализован и приносит прибыль, а также является востребованным на предприятии ВСЖД. Целью данного раздела является количественное определение экономического эффекта, обусловленного внедрением АСМ. Для достижения поставленной цели подробно описывается методология расчетов, приводятся использованные формулы, анализируются полученные результаты и формулируются основные выводы относительно экономического влияния внедрения АСМ на железнодорожном транспорте (табл. 1 и 2).

Таблица 1

**Операционные показатели**

Название параметра	Количество, ед. изм.
Количество операций в день	2 шт.
Оклад сотрудника	70 тыс.
Время операции	15 мин.
Ожидаемое ускорение при роботизации	10 мин
Расходы на персонал RPA (П)	5 000 руб.
Расходы на оборудование RPA (О)	3 000 руб.
Количество роботов в эксплуатации (R)	1 робот
Лицензия робота	120 тыс. руб.
Лицензия мастера	80 тыс. руб.

Затраты на разработку и сопровождение проекта включают: затраты на заработную плату персонала, затраты на оборудование и затраты на поддержку IT-решений.

Таблица 2

**Показатели проекта**

Наименование параметра	Расчет параметра
Стоимость разработки	148 тыс. руб.
Стоимость сопровождения	52 тыс. руб.
Оплата работы сотрудника (год)	840 тыс. руб.
Общее время работы сотрудника	176 ч.
Количество операций (год)	730 шт.
Время операций	0,25 ч.
Выгода от внедрения PRA-систем (год)	47581 руб.
Срок окупаемости робота	7,5 мес.
Увеличение производительности	33,3 %

Представленные авторами экономические расчеты показывают структуру затрат на разработку и сопровождение, где каждая составляющая имеет свой вес. Внедрение автоматизированной PRA-системы наглядно демонстрирует экономию, достигаемую за счет замены ручного труда, при этом расчетный срок окупаемости робота составляет всего 7,5 месяцев, что свидетельствует о высокой экономической эффективности при заданных условиях.

Кроме того, внедрение PRA-системы позволяет увеличить производительность на 33,3%, что еще больше подтверждает целесообразность данного решения с точки зрения повышения эффективности операций. Расчеты показывают экономическую выгоду от внедрения PRA-системы.

Также авторами был проведен анализ рисков и их учет при расчете экономических показателей является важным для принятия обоснованного решения о внедрении RPA, который ранее не был указан в паспорте проекта и полноценно доказывает перспективу внедрения роботизации данного процесса. Эксплуатация систем роботизированной автоматизации, весьма сложный процесс, сопряженный с рядом потенциальных рисков и проблем, требующих анализа и эффективных стратегий минимизации для обеспечения долгосрочной устойчивости и эффективности. Технические риски, в частности, отказ оборудования, обусловленный деградацией компонентов, некорректной эксплуатацией, дефектами производства и внешними воздействиями, может привести к полной или частичной остановке автоматизированного процесса. Сбои в программном обеспечении, возникающие из-за логических ошибок, проблем в интерфейсах, несовместимости версий или вирусных атак, также представляют серьезную угрозу. Риски информационной безопасности, связанные с киберугрозами, такие как несанкционированный доступ, кража данных и нарушение работы системы, требуют усиленных мер защиты, включая надежную аутентификацию, устранение уязвимостей в программном обеспечении и защиту от социальной инженерии. Организационные риски, обусловленные недостаточной квалификацией персонала в области автоматизации, программирования, сетевых технологий и кибербезопасности, могут привести к неправильной эксплуатации системы и увеличению времени простоя. Недостижение ожидаемой экономической

эффективности, часто вызванное неверной оценкой затрат, переоценкой производительности, недостаточной оптимизацией процессов и высокой стоимостью обслуживания, может поставить под сомнение целесообразность внедрения RPA.

Проведенный анализ рисков для роботизации вагоно-смазывательного робота, служит инструментом для определения приоритетов управления рисками. Для эффективного управления рисками необходимо внедрить комплексный подход, направленный на снижение вероятности наступления рисков событий и минимизацию потенциального ущерба. В отношении отказа оборудования (высокая вероятность и значительный ущерб), приоритетным является внедрение системы превентивного технического обслуживания, включающей регулярные осмотры и профилактические мероприятия, а также формирование резервного фонда критически важного. С целью минимизации последствий сбоев в программном обеспечении (высокая вероятность и средний ущерб), следует обеспечить тщательное тестирование программных продуктов перед внедрением, реализацию механизмов резервного копирования и разработку детальных планов аварийного восстановления. Для защиты от нарушений кибербезопасности (средняя вероятность и значительный ущерб), необходима многоуровневая система защиты, включающая антивирусное программное обеспечение, многофакторную аутентификацию, регулярные проверки безопасности, а также разработку процедур реагирования на инциденты. Управление риском недостижения ожидаемой экономической эффективности (низкая вероятность и средний ущерб) подразумевает непрерывный мониторинг и оценку ключевых показателей эффективности, гибкое планирование и принятие решений на основе анализа данных. Для решения проблемы недостаточной квалификации персонала (высокая вероятность и незначительный ущерб), следует организовать систему непрерывного обучения и развития, включающую оценку потребностей в обучении, программы повышения квалификации, наставничество и тренинги, что в конечном итоге повысит эффективность работы и снизит вероятность операционных ошибок.

Тщательное планирование и учет всех потенциальных проблем позволяют максимизировать преимущества автоматизации и обеспечить долгосрочную устойчивость и рентабельность RPA-системы. Для наглядного и структурированного анализа факторов, потенциально приводящих к нарушению функционирования системы, авторами была разработана и применена диаграмма декомпозиции риска. Данный инструмент позволяет детально рассмотреть и систематизировать причины, лежащие в основе одной из наиболее критичных проблем – отказа оборудования в (АСМ) вагонов-рельсосмазывателей. Выбор данной проблемы обусловлен тем, что именно отказ оборудования АСМ оказывает наиболее прямое и мгновенное негативное влияние на работоспособность всей системы. Составленная авторами диаграмма (рисунок 4) включает в себя структуру причинно-следственных связей, классифицированных по основным категориям, позволяющим комплексно оценить проблему и выделить приоритетные направления для дальнейшего анализа и совершенствования системы.



Рис. 4. Диаграмма декомпозиции риска

На основании анализа диаграммы декомпозиции риска можно сделать вывод, что для эффективного снижения вероятности отказов оборудования требуется комплексный подход, охватывающий оптимизацию рабочих методов и регламентов, обеспечение совместимости и достаточной производительности аппаратного и программного обеспечения, а также повышение квалификации персонала и создание условий, минимизирующих влияние человеческого фактора (усталость, невнимательность). Устранение выявленных первопричин во всех трех категориях позволит значительно повысить надежность работы оборудования.

### Выводы

На основании проведенного анализа внедрение автоматизированной системы мониторинга (АСМ) вагоноврельсосмазывателей ГИД «УралВНИИЖТ» для ВСЖД представляет собой значимый этап цифровой трансформации железнодорожного транспорта, обеспечивающий техникоэкономическую синергию. Система оптимизирует процесс смазывания рельсов, существенно снижая фрикционный износ и эксплуатационные затраты на ремонт и замену элементов пути, а также минимизируя влияние человеческого фактора на безопасность движения. Перспективным направлением развития является интеграция АСМ с автоматизированными системами управления железнодорожным транспортом (АСУ ЖТ) для создания единой информационноуправляющей среды с обработкой данных в режиме реального времени. Дальнейшая эволюция системы предполагает применение искусственного интеллекта и машинного обучения для перехода к предиктивному управлению, оптимизации расхода материалов и снижения экологической нагрузки. Реализация этих направлений позволит сформировать унифицированную цифровую платформу обслуживания путей, обеспечивающую устойчивый рост эффективности, безопасности и экологичности перевозочного процесса.

### Литература

1. Мявлина Н.Ж. Внедрение роботизации рутинных операций как элемент цифровой трансформации бизнес-процессов // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст: Сборник научных статей / Редколлегия: М.Е. Карпицкая (гл. ред.) и др. Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2022. С. 466-474. EDN: XKFTBW.
2. Голуб Дарья. Что может сделать робот, должен делать робот. Колонка Дарьи Голуб из INTEC. 2025. 14 февраля. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bitrix24.ru/journal/kak-avtomatizirovat-rutinnye-zadachi/>. (дата обращения: 25.10.2025).
3. РЖД Цифровой. Как в РЖД используют программных роботов. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/services/966361-da-stuk-koles-kak-v-rzhd-ispolzuyut-programmnyh-robotov>. (дата обращения: 02.11.2025).
4. РЖД Цифровой. Платформа роботизации бизнеса. 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://nationalprojects.ru/news/rzhd-tehnologii-sozdala-platformu-robotizacii-biznes-proektov> (дата обращения: 02.11.2025).
5. Веремеева Е.В. Современное состояние и перспективы роботизации – как будущее в экономике и управлении // Студенческая молодёжь XXI века: наука, творчество, карьера, цифровизация: Сборник материалов Межвузовской научно-практической конференции, Москва, 26 мая 2022 года / Под общей редакцией Е.А. Руднева, под научной редакцией Л.Н. Горбуновой. М.: Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования «Московский экономический институт», 2022. С. 86-93.
6. Якимова София. Проекты роботизации в РЖД. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://rzddigital.ru/projects/roboty-berut-rutinnye-protsessy-na-sebya> (дата обращения: 01.11.2025).
7. Аветисян А.Р., Аветисян Д.Р. Цифровые технологии в управлении железнодорожным транспортом: тренды и перспективы // Транспортные системы и технологии. 2023. Т. 9, № 2. С. 45-58.
8. Рамблер Новости. На РЖД в эксплуатацию запущено более 2 тыс. роботов. 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://news.rambler.ru/scitech/47789358-na-rzhd-v-ekspluatatsiyu-zapuscheno-bolee-2-tys-robotov> (дата обращения: 25.10.2025).
9. Коробицын П.Ю., Волынская А.В. Роботизация рутинных операций при обслуживании информационных систем ОАО «РЖД». 2023. № 2(48). С. 43-46. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-2-43-46 EDN: WSZWMB.
10. О роботизации железнодорожной сферы. 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://novosibirsk.sherl.ru/about/blog/robotizatsiya-zheleznodorozhnoy-sfery-rentabelno-no-poka-s-perebojami> (дата обращения: 25.10.2025).
11. Смоляров Дмитрий. Проект фабрики роботизации. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://globalcio.ru/projects/19799> (дата обращения: 25.10.2025).
12. Belomestnykh A.S., Faleev S.U., Chapyshev A.P. Automatic formation of the base coordinate system in a robotic complex for edge processing // AIP Conference Proceedings: INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL SYMPOSIUM "MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY" (MST2021), Republic of Tajikistan, 19-20 октября 2021 года. Vol. 2632. – Republic of Tajikistan: American Institute of Physics Inc., 2022. P. 020002. DOI: 10.1063/5.0099387 EDN: SHAMXM.

13. РЖД Цифровой. Использование технологий роботизации. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://rzdigital.ru/technology/robotizatsiya>. (дата обращения: 02.11.2025).

14. Коробицын П.Ю., Волынская А.В. Роботизация рутинных операций при обслуживании информационных систем ОАО «РЖД» // Инновационный транспорт. 2023. № 2(48). С. 43-46. DOI: 10.20291/2311-164X-2023-2-43-46 EDN: WSZWMB.

15. Сидорова Е.А. Анализ современных условий работы железнодорожной инфраструктуры // Актуальные проблемы железнодорожной науки глазами молодых исследователей: сборник материалов круглого стола, посвященного Дню железнодорожника, Москва, 07 августа 2022 года. М.: Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, 2022. С. 140-146. EDN: ATWREU.

16. Гаранин А.В., Никишенков С.А. Автоматизация процессов корректировки нормативного расписания движения поездов в ГИД «Урал-ВНИИЖТ» с применением программных роботов // 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. 24-27.

17. Кузнецов Г.А., Крашенинников С.В., Крайсвитный В.П. и др. Система ГИД «Урал-ВНИИЖТ»: внедрение, модернизация, перспективы развития // Железнодорожный транспорт. 2008. № 2. С. 15-21. EDN: ПОВМЗ.

18. Морозов С.Д., Степанов Ю.Н. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024619733 Российская Федерация. Программа «Автоматизированная система роботизации процессов ЦСС ОАО «РЖД» (АС РП ЦСС)»: № 2024618392: заявл. 16.04.2024: опубл. 25.04.2024. / заявитель Открытое акционерное общество «Российские железные дороги».