

**МАШИНОСТРОЕНИЕ, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, ТРАНСПОРТ**

doi: 10.51639/2713-0576\_2025\_5\_1\_18

Научная статья

УДК 681.3

ГРНТИ 59.01.85

ВАК 2.5.9

**Оптимизация эксплуатации техники автотранспортного предприятия за счет использования специализированного программного обеспечения**Игорь Дмитриевич Частухин<sup>1\*</sup>, Александр Геннадьевич Ульянов<sup>2</sup>*Новороссийский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Новороссийск, Россия**<sup>1\*</sup>igor16a@yandex.ru, <sup>2</sup>al-gen@yandex.ru***Аннотация**

Рассматривается внедрение универсальной IoT-платформы для управления автотранспортным предприятием, имеющим дорожно-строительную технику, как решение актуальных проблем, с которыми сталкивается строительная отрасль.

Анализируется текущее состояние дел в строительстве дорог, выявляются основные вызовы, такие как недостаточная интеграция процессов, проблемы безопасности и финансовые потери.

Предложенное решение включает в себя модульную архитектуру, облачную обработку данных, системы мониторинга и аналитики в реальном времени, а также инновационные технологии для повышения безопасности на рабочих площадках.

Основное внимание уделено функциональным возможностям платформы, таким как прогнозирование и аналитика, оптимизация логистики и мониторинг состояния работников, что ведет к повышению общей эффективности и безопасности земельно-строительных процессов. Применение данной IoT-платформы способствует улучшению управления ресурсами, снижению расходов и увеличению производительности, что делает её ключевым инструментом для современных дорожно-строительных компаний в условиях растущей сложности и конкурентности рынка.

*Ключевые слова:* IoT-платформа, управление строительством, дорожно-строительная техника, безопасность, прогнозирование, аналитика данных, оптимизация ресурсов

**Введение**

В последние годы концепция Интернета вещей (IoT, InternetofThings) приобрела значение в различных отраслях, включая строительство дорог.

IoT позволяет подключать физические устройства к сети и обмениваться данными, что способствует автоматизации процессов и повышению эффективности.

В статье рассматривается необходимость внедрения IoT-решений в управление дорожно-строительной техникой для повышения безопасности, контроля и оптимизации затрат в процессе строительства дорог.

## Основные проблемы управления дорожно-строительными предприятиями

Строительство дорог представляет собой сложный процесс, сопряженный с множеством вызовов и рисков, что делает его предметом активных исследований и нововведений в области управления проектами и инженерных систем. Основные проблемы, с которыми сталкиваются современные дорожно-строительные компании, приводятся далее.

**Низкая интеграция процессов:** традиционно, строительство дорог выполняется как результат взаимодействия различных, зачастую разрозненных, процессов, что приводит к недостаточной координации между участниками проекта. Отсутствие интегрированных решений ограничивает возможность быстрого реагирования на изменения условий и потребностей, что в конечном итоге может негативно сказаться на сроках реализации проектов.

**Проблемы безопасности:** исследования показывают [1], что дорожно-строительные площадки имеют высокий уровень аварийности. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, несчастные случаи на строительных объектах составляют значительную долю всех производственных травм. Недостаток контроля над соблюдением норм безопасности и темпы увеличения объемов работ способствуют росту числа инцидентов, что требует внедрения более эффективных решений для управления безопасностью.

**Финансовые потери:** согласно исследованиям [2], более 30% бюджета проектов в строительстве может теряться из-за неэффективного управления ресурсами и технологией. Неоптимальное планирование, перерасход материалов и оборудования, а также простой техники приводят к значительным дополнительным затратам и снижению рентабельности проектов [3].

Кроме вышеизложенных внутренних факторов, на эффективность строительства дорог также влияет ряд внешних условий. К ним относятся экономические колебания, особенности местного законодательства и регуляторные нормы, погодные условия и сезонность. Все эти факторы усложняют процесс планирования и применения ресурсов, требуя от управляющих предприятием поиска новых подходов к их преодолению.

IoT представляет собой концепцию, которая может трансформировать строительную отрасль, улучшая управление проектами, оптимизацию затрат и повышение безопасности.

Возможности, которые открываются перед дорожно-строительными предприятиями при внедрении IoT-технологий, условно можно разделить на приведенные далее категории.

**Инновации в управлении данными:** интеграция датчиков и смарт-устройств в дорожно-строительное оборудование и инфраструктуру позволяет собирать большой объем данных (bigdata) о состоянии техники, условиях работы и производительности. Эти данные могут быть использованы для построения статистических моделей, применяющихся для выявления узких мест в процессах, и оптимизации их.

**Автоматизация процессов:** IoT позволяет автоматизировать множество рутинных процессов, таких как учет ресурсов, мониторинг состояния техники и материалов, что ведет к снижению человеческого фактора и, как следствие, уменьшению вероятности ошибок. Автоматизированное регулирование и управление процессами также позволяет сократить время реакции на изменяющиеся условия.

**Усовершенствование методов оценки рисков:** применение датчиков и систем мониторинга для оценки производственных условий и состояния работников помогает создать систему раннего предупреждения о потенциальных рисках и угрозах. Функции предсказательной аналитики на основе данных IoT могут использоваться для формирования рекомендаций по снижению рисков и улучшению рабочих процессов.

Эмпирические исследования [4], проведенные в смежных областях, показывают положительное влияние внедрения IoT-технологий на повышение эффективности и продуктивности. Например, в сельском хозяйстве использование сенсоров для мониторинга состояния почвы и климатических условий позволило значительно повысить урожайность. Аналогично, в строительной отрасли уже наблюдаются положительные результаты от применения технологий IoT для управления затратами, времени и ресурсами.

Анализ текущего состояния дел в области строительства дорог показывает, что для эффективной реализации проектов требуется новый подход к управлению рабочими процессами на всех уровнях [5].

Внедрение IoT-технологий может выступать в качестве катализатора таких изменений, способствуя более прозрачному и предсказуемому процессу реализации строительных проектов и открывая новые подходы к пониманию оперативного управления.

Такое воздействие будет возможным при условии интеграции новых технологий в существующие рабочие процессы и преодолении существующих барьеров в культуре и образовании работников. Непрерывное обучение и повышение квалификации персонала станут необходимыми для успешной адаптации к новым технологиям и подходам.

### **Комплексное решение на базе универсальной IoT-платформы**

Построение универсальной IoT-платформы для управления дорожно-строительной техникой представляет собой комплексное решение, направленное на интеграцию различных технологий и систем для повышения общей эффективности, безопасности и производительности на строительных площадках. Ниже представлены ключевые компоненты и особенности предложенного решения.

Архитектура IoT-платформы будет поддерживать модульный подход, что позволит легко внедрять новые функции и адаптировать систему под уникальные потребности пользователей. Рассмотрим ключевые компоненты архитектуры.

Датчики и устройства сбора данных: наиболее важной частью платформы станут разнообразные датчики, установленные на технике и в рабочей среде. Датчики будут измерять различные параметры, такие как местоположение (GPS/GLONASS), уровень топлива, температура, давление, и состояние механических компонентов. Они обеспечат непрерывный мониторинг состояния техники и окружающей среды, предоставляя актуальные данные для анализа.

Шлюзы и коммуникационные протоколы: важной составляющей архитектуры станет использование шлюзов для сбора и передачи данных с датчиков на облачную платформу. Эти шлюзы будут поддерживать различные коммуникационные протоколы, такие как MQTT, CoAP и LoRaWAN, что позволит значительным образом оптимизировать передачу данных, обеспечивая при этом их надежность и безопасность.

Облачная платформа для обработки данных: облачная инфраструктура будет выступать в качестве центрального хранилища и вычислительного ресурса для обработки больших объемов данных (bigdata). Платформа будет поддерживать машинное обучение, что позволит извлекать полезную информацию из «сырых» данных, предоставляя пользователям практические рекомендации по оптимизации работы техники и процессов.

Платформа будет обладать многими функциональными возможностями, которые окажут значительное влияние на эффективность дорожно-строительных процессов:

Мониторинг в реальном времени: используя технологии визуализации данных, платформа обеспечит пользователям доступ к актуальной информации о состоянии техники и производственных процессов в режиме реального времени. Интерфейс пользователя будет

предоставлять графические панели (дашборды), которые отображают ключевые показатели эффективности (KPI), что способствует более быстрому принятию решений.

Прогнозирование и аналитика: методы машинного обучения, внедренные в облачную платформу, будут использоваться для предсказания вероятности выхода техники из строя на основе исторических данных. Это позволит осуществлять плановое техническое обслуживание и минимизировать время простоя.

Оптимизация логистики и управления ресурсами: система будет автоматически анализировать маршруты для техники и оптимизировать планирование доставки материалов на строительную площадку, что позволит сократить время и транспортные расходы. Алгоритмы будут учитывать погодные условия, дорожную нагрузку и другие внешние факторы для повышения эффективности передвижения техники.

Платформа также включает в себя ряд инновационных решений, направленных на повышение уровня безопасности на рабочих площадках:

Системы мониторинга состояния работников: использование носимых устройств, таких как смарт-каска и браслеты, позволит осуществлять непрерывный мониторинг физиологических параметров работников (пульс, температура, уровень усталости) и окружающей среды (влажность, температура). В случае выявления опасных условий рабочая группа будет уведомлена через систему оповещения, позволяя быстро реагировать на потенциальные угрозы.

Интеллектуальные системы видеонаблюдения: интеграция систем видеонаблюдения со средствами искусственного интеллекта обеспечит анализ видео в реальном времени для выявления несоответствий и аварийных ситуаций. Эти системы смогут автоматически фиксировать нарушения правил безопасности и генерировать необходимые отчёты для анализа происшествий.

Система будет обладать интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, включающим как веб-приложение, так и мобильное приложение. Полный функционал интерфейса представлен далее.

Панели управления: платформа будет предоставлять дашборды с ключевыми показателями, обеспечивая пользователей важной информацией по основным метрикам, связанных с производительностью, эффективностью и безопасностью эксплуатации техники.

Инструменты отчетности: пользователи смогут генерировать отчеты о состоянии техники, используемых ресурсах и производительности, что будет способствовать информированию руководства о ходе выполнения проектов и принятия более обоснованных бизнес-решений.

## **Продукт**

В результате проведенного анализа и предложенных решений, основой для повышения эффективности эксплуатации дорожно-строительной техники станет универсальная IoT-платформа. Эта платформа будет интегрировать современные технологии и инструменты для создания единой экосистемы, обеспечивающей управление, мониторинг и анализ процессов на всех этапах строительства дорог.

Разработка платформы будет основана на модульной архитектуре, что позволит гибко адаптировать систему под потребности различных участников строительного процесса. Основные модули платформы включают:

Модуль мониторинга техники: данное ПО будет интегрировано с датчиками, установленными на дорожно-строительной технике. Оно будет обеспечивать непрерывный сбор данных о состоянии и месте нахождения техники, а также предоставлять информацию о её производительности. Использование GPS и GLONASS технологий позволит точно

отслеживать передвижение техники, что особенно важно для оптимизации логистики и управления ресурсами.

Модуль видеонаблюдения: видеомониторинг будет реализован с помощью IP-камер, обеспечивающих записи в высоком разрешении и потоковое видео. Данные видеопотоки будет обрабатывать система искусственного интеллекта, что позволит выделять важные события и генерировать отчеты о нарушениях правил безопасности и несчастных случаях.

Модуль анализа данных: этот компонент будет использовать методы машинного обучения и аналитики больших данных для обработки информации, поступающей из других модулей. Алгоритмы будут идентифицировать закономерности и аномалии, что позволит предсказывать потребности в обслуживании техники, а также оптимизировать планирование трудозатрат и расходовемых ресурсов.

Платформа предложит широкий спектр функциональных возможностей, направленных на улучшение всех аспектов строительства дорог:

Управление производством: функционал системы будет включать инструменты для планирования и координации работ, а также автоматизированный учет и анализ использования машин и механизмов. Это позволит значительно снизить время простоя техники и повысить ее коэффициент использования.

Мониторинг безопасности: Интеграция носимых устройств, таких как смарт-каска и браслеты, позволит круглосуточно отслеживать состояние здоровья работников. Использование таких технологий будет способствовать оперативному реагированию на потенциальные опасности, минимизируя риск несчастных случаев.

Аналитика ресурсов: Инструменты для ведения учета материалов обеспечат точный контроль за их расходом, что поможет избежать излишних потерь. Платформа будет генерировать отчеты о состоянии запасов и потребностях на основе анализа данных.

Основой для принятия обоснованных решений станет применение интеллектуальных алгоритмов, которые обеспечивают обработку и интерпретацию данных. Например: алгоритмы предсказательной аналитики будут использоваться для прогнозирования потребностей в ремонте и техническом обслуживании. Это позволит избежать незапланированных простоев техники и снизить расходы на обслуживание.

Алгоритмы оптимизации логистики могут рассчитывать наиболее эффективные маршруты для доставки материалов на площадку, уменьшая время транспортировки и затраты на топливо [6].

Платформа будет оснащена многофункциональным пользовательским интерфейсом, который обеспечит доступ к необходимым данным и инструментам.

Веб-портал: для управления проектами и доступа к аналитике – дашборд, позволяющий визуализировать ключевые показатели в режиме реального времени.

Мобильное приложение: для оперативного доступа к данным и управления оперативными задачами приложение, обеспечивающие взаимодействие пользователей с системой прямо на площадке.

## **Заключение**

Внедрение IoT-технологий в дорожно-строительную сферу представляет собой актуальную задачу для улучшения управления и повышения безопасности. Ожидается, что предложенные технологии не только оптимизируют эксплуатацию техники, но и создадут более безопасную рабочую среду, способствуя увеличению производительности и снижению затрат на строительство дорог.

### Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что на момент подачи статьи в редакцию, у них нет возможного конфликта интересов с третьими лицами.

### Список источников

1. OMNICOMM. Решение для телематики и отслеживания транспорта онлайн // [www.omnicomm.ru](http://www.omnicomm.ru): [сайт] – URL: <https://www.omnicomm.ru/solutions/> // (дата обращения 25.01.2025). – Текст: электронный
2. CYBERLENINCA. На пути к интернету вещей в управлении транспортными потоками: обзор существующих методов управления дорожным движением // [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru): [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/na-puti-k-internetu-veschey-v-upravlenii-transportnymi-potokami-obzor-suschestvuyuschih-metodov-upravleniya-dorozhnyim-dvizheniem> // (дата обращения 22.01.2025). – Текст: электронный
3. Здепский А.А., Ульянов А.Г. Особенности жизненного цикла техники автотранспортного предприятия. Сборник трудов международной молодёжной школы «Инженерия – XXI» (г. Новороссийск, 22–26 апреля 2024 г.) / под общ.ред. к. ф. н. доцента И. В. Чистякова. – Новороссийск: Изд-во НФ БГТУ им. В. Г. Шухова, 2024. – с. 41-42.
4. A1ASFALTIROVANIE. Технологии Интернета вещей (IoT) в дорожной сфере // [a1asfaltirovanie.ru](http://a1asfaltirovanie.ru): [сайт] – URL: <https://a1asfaltirovanie.ru/blog/tehnologii-interneta-veschey-iot-v-dorozhnoy-sfere> // (дата обращения 25.01.2025). – Текст: электронный
5. CYBERLENINCA. Специфика применения технологии «интернет вещей» в строительстве // [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru): [сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-primeneniya-tehnologii-internet-veschey-v-stroitelstve/viewer> // (дата обращения 22.01.2025). – Текст: электронный
6. Ульянов А.Г., Агамагомедова Е.В., Чербачи Ю.В. Основная образовательная программа высшего образования. Направление 23.03.01 Технология транспортных процессов – Новороссийск: НФ БГТУ им. В. Г. Шухова, 2025. – 25 С.

### Optimization of the operation of a motor transport enterprise by using specialized software

Igor Dmitrievich Chastukhin<sup>1\*</sup>, Alexander Gennadievich Ulyanov<sup>2</sup>

Novorossiysk Branch of Belgorod State Technological  
University named after V.G. Shukhov, Novorossiysk, Russia

<sup>1\*</sup>[igor16a@yandex.ru](mailto:igor16a@yandex.ru), <sup>2</sup>[al-gen@yandex.ru](mailto:al-gen@yandex.ru)

### Abstract

The introduction of a universal IoT platform for managing road construction machinery is being considered as a solution to the urgent problems faced by the construction industry. The current state of affairs in road construction is analyzed, the main challenges such as insufficient integration of processes, safety problems and financial losses are identified. The proposed solution includes a modular architecture, cloud-based data processing, real-time monitoring and analytics systems, as well as innovative technologies to improve workplace security. The main focus is on the platform's functionality, such as forecasting and analytics, logistics optimization, and employee status monitoring, which leads to improved overall efficiency and safety of land construction

processes. The use of this IoT platform helps to improve resource management, reduce costs and increase productivity, making it a key tool for modern road construction companies in an increasingly complex and competitive market.

*Keywords:* IoT platform, construction management, road engineering, safety, forecasting, data analytics, resource optimization