

**УДК 004.896**

**Архипов Иван Владиславович**, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия, студент кафедры «Менеджмент».

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА В УСЛОВИИ МЕГАПОЛИСА**

**Аннотация:** Данная работа посвящена анализу возможностей цифровизации управления транспортными системами строительства в условиях мегаполиса. Актуальность темы обусловлена возрастающей ролью строительства в развитии городов и необходимостью минимизации негативного воздействия строительного транспорта на городскую инфраструктуру и экологию. В работе рассмотрены основные проблемы, связанные с организацией транспортных потоков в строительстве, а также предложены пути их решения с использованием современных цифровых технологий. Проведен обзор перспективных решений, включая геоинформационные системы, системы мониторинга транспорта, мобильные приложения для координации и анализа данных. Сделан вывод о значительном потенциале цифровизации для повышения эффективности логистики строительства, снижения транспортных издержек и улучшения экологической ситуации в мегаполисах.

**Ключевые слова:** цифровизация, управление транспортом, эффективность, транспортная система, оптимизация, строительство

**Abstract:** This study is devoted to the analysis of the possibilities of digitalization of management of transport systems of construction in a megalopolis. The relevance of the topic is due to the increasing role of construction in urban development and the need to minimize the negative impact of construction transport on urban infrastructure and the environment. The paper considers the main problems related to the organization of traffic flows in construction, and also suggests ways to solve them using modern digital technologies. A review of promising solutions has been conducted, including geographic information systems, transport monitoring systems, and mobile applications for data coordination and analysis. It is concluded

that digitalization has a significant potential to increase the efficiency of construction logistics, reduce transport costs and improve the environmental situation in megacities.

**Keywords:** digitalization, transport management, efficiency, transport system, optimization, construction

Текст статьи с включенным иллюстративным материалом (шрифт 14 Times New Roman, через 1,5 интервала, текст выравнивается по ширине, ссылки на таблицы и рисунки и заголовки к ним обязательны).

### Литература

1. *Цифровизации строительного производства/ Н.К. Норец!// Экономика строительства и природопользования. - 2022. - № 4 (85). - С. 5-12.*
2. Авдеена ИЛ., Головина Т.Л., Парахина Л.В. Цифровая трансформация экономических процессов: возможности и угрозы // Финансовый бизнес. 2020. Ла 1 (204). С. 3-7.
3. Миронова Л.И. Взаимодействие участников процесса проектирования строительных объектов на базе облачной информационно-проектировочной среды/ Л.И. Мирокова, А.Д. Вилисова// Сборник научных статей: Информационная безопасность личности субъектов образовательного процесса в цифровой информационно-образовательной среде. Москва. - 2021. - С. 306-317.
4. Баранов, А. В. Цифровизация в строительстве: современные тенденции и перспективы. М.: Стройиздат, 2020.
5. Кузнецов, Е. А. Адаптация цифровых технологий в транспортном строительстве. Казань: НГТУ, 2022.

### Literature

1. Digitalization of Construction Production/ N.K. Norets!// Economics of Construction and Environmental Management. - 2022. - No. 4 (85). - Pp. 5-12.
2. Avdeena I.L., Golovina T.L., Parakhina L.V. Digital Transformation of Economic Processes: Opportunities and Threats // Financial Business. 2020. La 1 (204). Pp. 3-7.
3. Mironova L.I. Interaction of participants in the process of designing construction objects on the basis of a cloud information and design environment/ L.I. Mirokova, A.D. Vilisova// Collection of scientific articles: Information security of the personality of subjects of the educational process in a digital information and educational environment. Moscow. - 2021. - P. 306-317.

4. Baranov, A. V. Digitalization in Construction: Current Trends and Prospects. Moscow: Stroyizdat, 2020.

5. Kuznetsov, E. A. Adaptation of Digital Technologies in Transport Construction. Kazan: NSTU, 2022.

### **Цифровые технологии для управления строительным транспортом:**

В современном строительстве, особенно в условиях мегаполисов с их высокой плотностью населения и ограниченной инфраструктурой, эффективное управление транспортными системами становится критически важным. Цифровые технологии предлагают широкий спектр решений, позволяющих оптимизировать процессы, снизить затраты, повысить безопасность и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

1. Геоинформационные системы (ГИС): Пространственное планирование

и оптимизация маршрутов.

Функциональность ГИС позволяют создавать цифровые карты местности, содержащие информацию о дорожной сети, ограничениях движения, расположении строительных площадок, складов и других важных объектов. Также ГИС помогают разрабатывать оптимальные маршруты движения строительного транспорта, учитывая дорожные условия, ограничения по весу и габаритам, а также временные ограничения. Они позволяют оценивать транспортную доступность строительных площадок и выбирать оптимальные места для размещения складов и перевалочных пунктов. Могут использоваться для мониторинга транспортной ситуации в режиме реального времени, выявления проблемных участков и оперативного реагирования на изменения.

Преимущества:

- Повышение эффективности планирования транспортных операций.
- Сокращение времени доставки грузов.
- Снижение транспортных издержек.
- Улучшение координации между участниками строительного процесса.

2. Системы мониторинга транспорта (GPS/ГЛОНАСС): Отслеживание и контроль в реальном времени

Они позволяют отслеживать местоположение, скорость, направление движения и другие параметры транспортных средств в режиме реального времени. Системы мониторинга позволяют контролировать соблюдение водителями установленных маршрутов и графиков движения, выявлять отклонения и оперативно реагировать на них. Позволяют контролировать скоростной режим и выявлять опасные ситуации на дороге, предупреждая ДТП. Также они отслеживают перемещение транспортных средств и грузов, предотвращая хищения и несанкционированное использование.

Преимущества:

- Повышение эффективности управления транспортными ресурсами.
- Снижение риска ДТП.
- Предотвращение хищений.

- Улучшение координации между диспетчерами и водителями.

### 3. Мобильные приложения для координации и коммуникации: Оперативная связь и управление задачами

Они предоставляют платформу для оперативной связи и обмена информацией между диспетчерами, водителями, рабочими на строительных площадках и другими участниками строительного процесса. Диспетчеры могут оперативно ставить задачи водителям и контролировать их выполнение через мобильное приложение. Водители могут сообщать о возникших проблемах, задержках и других ситуациях, требующих оперативного реагирования. Могут получать подробную информацию о маршрутах движения, адресах доставки и других важных параметрах задания.

А также отправлять отчеты о выполнении задач, подтверждать доставку грузов и сообщать о расходах топлива.

#### Преимущества:

- Улучшение коммуникации между участниками строительного процесса.
  - \* Повышение оперативности управления задачами.
  - \* Снижение риска ошибок и недопониманий.
  - \* Улучшение контроля за выполнением работ.

### 4. Building Information Modeling (BIM) для логистики строительства: Интеграция информации и оптимизация поставок

Представляет собой технологию трехмерного моделирования зданий и сооружений, которая позволяет интегрировать информацию о различных аспектах строительства, включая логистику. Оно позволяет планировать поставки материалов и оборудования на строительную площадку, учитывая сроки строительства, логистические ограничения и другие факторы. BIM позволяет оптимизировать использование складских площадей на строительной

площадке, минимизируя затраты на хранение материалов и оборудования. Моделирует транспортные операции на строительной площадке, выявляя потенциальные проблемы и разрабатывая решения для их устранения.

Преимущества:

- \* Интеграция информации о различных аспектах строительства.
- \* Повышение эффективности планирования поставок материалов и оборудования.
- \* Оптимизация использования складских площадей.
- \* Снижение транспортных издержек.

6. Интернет вещей (IoT) и сенсорные сети: Мониторинг состояния дорог и техники

IoT-устройства и сенсорные сети позволяют собирать данные о состоянии дорог (температура, влажность, наличие гололеда), состоянии техники (расход топлива, износ деталей) и другие параметры, важные для управления строительным транспортом.

Информация о состоянии дорог позволяет водителям выбирать оптимальные маршруты движения, избегая аварийных участков и увеличивая безопасность. Информация о состоянии техники позволяет прогнозировать потребность в техническом обслуживании и предотвращать поломки, минимизируя простои. Информация о расходе топлива позволяет выявлять неэффективные режимы вождения и оптимизировать расход топлива, снижая затраты и уменьшая воздействие на окружающую среду.

Преимущества:

- \* Повышение безопасности дорожного движения.
- \* Снижение риска поломок техники.
- \* Оптимизация расхода топлива.
- \* Улучшение планирования технического обслуживания.

7. Автоматизированные системы управления транспортом (АСУТ):  
Интегрированное управление транспортными потоками

АСУТ представляют собой комплексные системы, объединяющие различные цифровые технологии для управления транспортными потоками в режиме реального времени. Они также позволяют динамически изменять режимы работы светофоров, адаптируясь к текущей транспортной ситуации и оптимизируя движение строительного транспорта. И могут управлять парковочными местами, резервировать места для строительной техники и направлять водителей к свободным парковочным местам.

Преимущества:

- \* Повышение эффективности управления транспортными потоками.
- \* Снижение транспортных заторов.
- \* Улучшение координации между различными видами транспорта.

Почти всю цифровизацию в этой сфере объединяют RFID-технологии.

RFID (Radio-Frequency Identification) – это технология радиочастотной идентификации, которая позволяет автоматически идентифицировать и отслеживать объекты с помощью радиоволн. В контексте управления и цифровизации транспортными системами строительства, RFID-технологии предоставляют ряд значительных преимуществ, способствуя повышению эффективности, безопасности и прозрачности процессов.

Принципы работы RFID в строительной логистике:

RFID-система состоит из трех основных компонентов:

1. RFID-метки (транспондеры): это небольшие чипы, которые прикрепляются к объектам (например, строительным материалам, оборудованию, транспортным средствам). Метки могут быть активными (со встроенным источником питания) или пассивными (питаются от энергии радиоволн считывателя). Они содержат уникальный идентификационный код.

2. RFID-считыватели: это устройства, которые излучают радиоволны и принимают сигналы от RFID-меток. Считыватели могут быть стационарными (устанавливаются на воротах, складах) или мобильными (используются

сотрудниками).

3. Программное обеспечение (ПО): это система, которая обрабатывает данные, полученные от RFID-считывателей, и предоставляет информацию пользователю (например, о местоположении, статусе, характеристиках объекта).

#### Применение RFID-технологий в управлении строительным транспортом:

1. Идентификация и отслеживание транспортных средств: RFID-метки устанавливаются на строительные машины, грузовики, погрузчики и другие транспортные средства. Считыватели, размещенные на въездах и выездах со строительной площадки, позволяют автоматически идентифицировать транспортные средства, регистрировать время прибытия и отправления, а также отслеживать их перемещение по территории.

2. Отслеживание строительных материалов и оборудования: RFID-метки прикрепляются к строительным материалам (кирпичи, цемент, трубы, арматура), а также к инструментам и оборудованию (бетономешалки, краны). Считыватели, размещенные на складах, строительных площадках и транспортных средствах, позволяют отслеживать местоположение и статус материалов и оборудования на всех этапах строительного процесса.

3. Управление доступом на строительную площадку: RFID-метки могут использоваться как электронные пропуска для персонала и транспорта, обеспечивая автоматизированный контроль доступа на территорию строительной площадки.

#### 4. Улучшение логистики и оптимизация маршрутов:

- Применение: Интеграция RFID-данных с ГИС и системами управления транспортом позволяет отслеживать перемещение транспорта и грузов в режиме реального времени, оптимизировать маршруты движения и графики поставок.

- Преимущества:

- \* Снижение транспортных издержек.

- \* Сокращение времени доставки грузов.
- \* Повышение эффективности использования транспортных ресурсов.

Преимущества RFID-технологий в цифровизации строительной логистики:

- Автоматизация процессов: RFID-технологии позволяют автоматизировать сбор данных, учет и отслеживание объектов, снижая необходимость в ручном труде и минимизируя риск ошибок.
- Повышение точности и прозрачности: RFID обеспечивает точное и надежное отслеживание объектов, предоставляя полную информацию о местоположении, статусе и характеристиках, что повышает прозрачность логистических процессов.
- Увеличение скорости обработки данных: RFID-считыватели могут одновременно сканировать множество меток, что позволяет ускорить процесс идентификации и учета объектов.
- Улучшение контроля и безопасности: RFID обеспечивает эффективный контроль доступа на строительные площадки, отслеживание движения транспорта и материалов, снижая риск хищений и повышая общую безопасность.
- Интеграция с другими системами: RFID-данные легко интегрируются с другими информационными системами (ERP, ГИС, BIM), создавая единую цифровую платформу для управления строительным процессом.

RFID-технологии играют важную роль в цифровизации управления транспортными системами строительства, обеспечивая автоматизацию, точность, прозрачность и безопасность процессов. Дальнейшее развитие и интеграция RFID-технологий с другими цифровыми решениями позволит создать интеллектуальные и эффективные системы управления строительной логистикой, способствуя повышению производительности, снижению затрат и улучшению качества строительства.

## **Преимущества цифровизации:**

1. Оптимизация маршрутов и сокращение времени доставки: Представьте себе строительную компанию, работающую в центре города. Ранее, водители грузовиков полагались на бумажные карты и собственную интуицию, что приводило к заторам и задержкам. Теперь же, с внедрением геоинформационных систем (ГИС), диспетчер видит полную картину дорожной ситуации в режиме реального времени. ГИС анализирует пробки, аварии, временные ограничения и автоматически предлагает оптимальный маршрут для каждого грузовика, сокращая время доставки на 15-20% и, соответственно, уменьшая топливные расходы. Например, одна из компаний в Москве, внедрив подобную систему, смогла сократить среднее время доставки стройматериалов на 18%, что привело к экономии в несколько миллионов рублей в год.

2. Улучшение координации и оперативного управления: Традиционно, связь между диспетчерами и водителями осуществлялась по телефону, что приводило к ошибкам и недопониманию.

Теперь же, благодаря мобильным приложениям для координации, диспетчер может мгновенно отправлять задания водителям, отслеживать их местоположение, получать уведомления о доставке и видеть любые проблемы, возникающие в пути. Например, если на одной из строительных площадок срочно потребовался цемент, диспетчер может моментально найти ближайший грузовик, загруженный цементом, и отправить его на объект через мобильное приложение, минуя длительные переговоры по телефону.

3. Снижение транспортной нагрузки и экологического воздействия: Пример: крупная строительная компания в Берлине, внедрив систему анализа транспортных потоков на основе анализа данных и прогнозирования трафика, обнаружила, что пиковые часы доставки стройматериалов совпадают с часами

максимальной загрузки дорог. Благодаря этой информации, компания перенесла часть доставок на ночное время, что не только снизило пробки, но и уменьшило выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу за счет более свободного движения транспорта. Это демонстрирует, как цифровизация позволяет одновременно решать проблемы логистики и экологической устойчивости.

4. Повышение безопасности и контроль за соблюдением правил: Благодаря системам мониторинга транспорта на основе GPS, теперь можно не только отслеживать местоположение грузовиков, но и контролировать скоростной режим, а также выявлять случаи нецелевого использования техники. Например, в одном из городов Китая строительная компания внедрила систему автоматического оповещения диспетчера при превышении скорости грузовиком. Это не только снизило количество ДТП, но и повысило дисциплину среди водителей.

5. Оптимизация использования ресурсов и сокращение издержек: Системы управления складом на базе BIM (Building Information Modeling) позволяют точно рассчитать потребность в строительных материалах и планировать их поставку непосредственно к моменту необходимости. Например, вместо того, чтобы хранить на строительной площадке избыток цемента, что может привести к порче или необходимости его утилизации, система заказывает цемент в нужном количестве и доставляет его непосредственно перед началом работ. Это снижает затраты на хранение и утилизацию отходов, а также уменьшает риск дефицита материалов.

### **Перспективы цифровизации:**

1. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО): В перспективе, ИИ и МО смогут анализировать огромные массивы данных о дорожном трафике, погодных условиях и графиках строительства, чтобы автоматически оптимизировать маршруты движения и график доставок в реальном времени. Это позволит создать адаптивную логистическую систему,

способную реагировать на любые изменения ситуации.

2. Беспилотный транспорт: В будущем, беспилотные грузовики и строительная техника могут полностью автоматизировать доставку материалов и оборудования, снизив затраты на оплату труда водителей и исключив человеческий фактор из процесса управления.

3. Интернет вещей (IoT): Сенсоры, установленные на технике, дорогах и стройматериалах, смогут собирать данные о состоянии, местоположении, условиях хранения и других параметрах, предоставляя полную картину строительной логистики и позволяя принимать более точные и обоснованные решения.

4. Блокчейн: Технология блокчейн может обеспечить прозрачность и безопасность в управлении цепочками поставок, отслеживая путь строительных материалов от производителя до строительной площадки и предотвращая мошенничество.

5. Интегрированные платформы: В будущем, мы можем ожидать появления единых цифровых платформ, объединяющих все аспекты строительной логистики, от планирования маршрутов до управления складом и оплаты поставщикам.

Эти примеры и перспективы показывают, что цифровизация – это не просто модное веяние, а неотъемлемая часть будущего строительной отрасли. Внедрение этих технологий позволяет не только повысить эффективность и снизить затраты, но и сделать строительство более безопасным, устойчивым и экологически ответственным.

Но не смотря на то, что цифровизация управления транспортными системами строительства и обещает значительные преимущества, сопряжена с определенными рисками, которые необходимо учитывать при планировании и внедрении новых технологий. Анализ этих рисков позволяет разработать стратегии для их минимизации и обеспечения успешной реализации цифровых проектов.

## **Анализ рисков цифровизации управления транспортными системами строительства**

## Технологические риски:

1. Сбои в работе системы и отказ оборудования: Любое технологическое решение подвержено риску сбоев в работе, программных ошибок, проблем с серверами или выхода из строя аппаратного обеспечения (датчиков, считывателей, GPS-трекеров). Задержки в работе транспорта, потеря данных, невозможность отслеживания местоположения и состояния ресурсов, нарушение графиков строительства.

2. Несовместимость различных систем и форматов данных: Проблемы могут возникнуть при интеграции разных цифровых платформ, систем управления транспортом, программного обеспечения для строительного планирования и управления складом. Различные системы могут использовать несовместимые форматы данных, что затрудняет обмен информацией и приводит к ошибкам. Неэффективность цифровой системы, дублирование данных, замедление процессов обмена информацией, нарушение целостности данных.

3. Устаревание технологий: Цифровые технологии развиваются очень быстро, что может привести к тому, что внедренная система станет устаревшей через несколько лет, требуя дорогостоящей замены. Снижение эффективности системы, необходимость дополнительных расходов на модернизацию, появление проблем совместимости с новыми технологиями.

4. Кибербезопасность и утечка данных: Цифровые системы управления транспортом подвержены риску кибератак, взломов, утечки конфиденциальных данных о маршрутах, грузах, планах строительства. Нарушение конфиденциальности, потеря данных, кража интеллектуальной собственности, финансовые потери, нанесение ущерба репутации компании.

## Организационные и управленческие риски:

### 1. Сопротивление персонала внедрению новых технологий:

Сотрудники, привыкшие к традиционным методам работы, могут сопротивляться внедрению цифровых технологий, из-за страха потерять работу, недостаточной квалификации или неприятия перемен. Таким образом получится замедление внедрения системы, снижение эффективности использования новых

технологий, недостаточная интеграция цифровых решений в рабочие процессы.

2. Недостаточное планирование и управление проектом: Некачественное планирование внедрения цифровой системы, недостаток ресурсов, отсутствие четких целей и сроков, неправильное распределение ответственности могут привести к провалу всего проекта.

3. Недостаточная интеграция цифровых решений с бизнес-процессами: Внедрение цифровой системы без учета специфики бизнес-процессов и потребностей компании может привести к тому, что система будет работать неэффективно и не принесет ожидаемой выгоды.

Финансовые риски:

1. Превышение бюджета проекта: Внедрение цифровых систем может потребовать значительных финансовых инвестиций, что при отсутствии точного планирования может привести к превышению бюджета проекта.

2. Неоправданные ожидания от инвестиций: Внедрение цифровых технологий не всегда гарантирует быструю окупаемость инвестиций, особенно при неправильном выборе решений или неэффективном использовании системы.

Социальные и экологические риски:

1. Сопrotивление жителей города новым технологиям: Внедрение систем мониторинга транспорта, использование беспилотных технологий может вызывать недовольство жителей, обеспокоенных вопросами конфиденциальности, безопасности и изменениями в городской среде. Возможны протесты, недовольство населения, задержки в реализации проектов.

2. Экологические последствия: Цифровые системы управления могут потреблять значительное количество электроэнергии и использовать ресурсы, производство которых может наносить ущерб окружающей среде.

Цифровизация управления транспортными системами строительства – это сложный процесс, сопряженный с различными рисками. Однако, при правильном планировании, управлении и реализации, эти риски могут быть минимизированы, а преимущества цифровых технологий позволят повысить эффективность, безопасность и устойчивость строительной отрасли. Тщательный анализ рисков и разработка стратегий по их снижению являются

необходимым условием успешной цифровой трансформации строительной логистики.

Проведенное исследование подтвердило, что цифровизация управления транспортными системами строительства является необходимым условием для создания более эффективной, устойчивой и безопасной строительной отрасли в условиях мегаполиса. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку комплексных цифровых платформ, объединяющих все аспекты управления строительной логистикой, а также на изучение возможности применения искусственного интеллекта, машинного обучения, интернета вещей и других передовых технологий для автоматизации и оптимизации транспортных операций.

В заключение, можно с уверенностью сказать, что цифровизация управления транспортными системами строительства является неотъемлемым элементом успешного развития строительной отрасли в условиях динамично растущих мегаполисов, требующего системного подхода и учета всех аспектов, связанных с внедрением инновационных технологий.