

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Cuckoo Sandbox Documentation. – URL: <https://cuckoosandbox.org/> (date of access: 28.04.2026).
- 2 REMnux: A Linux Toolkit for Malware Analysts. – URL: <https://remnux.org/> (date of access: 28.04.2026).
- 3 Abuse.ch // MalwareBazaar. – URL: <https://bazaar.abuse.ch/> (дата обращения: 28.04.2026).
- 4 Chronicle Security // VirusTotal. – URL: <https://www.virustotal.com/> (date of access: 28.04.2026).
- 5 Playground.ru: Форум пользователей. – URL: <https://forum.playground.ru/> (date of access: 28.04.2026).

Получено 25.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.21:623.746.4-519

Е. В. БЫВШЕВ (УД-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

ДРОНИФИКАЦИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

Проведен анализ процессов эксплуатационной работы на железнодорожной станции, а также возможности применения специальных дронов для выполнения отдельных операций. Даны примеры практического применения дронов на железнодорожной станции.

На железнодорожном транспорте активно реализуются технические и технологические мероприятия, направленные на автоматизацию и механизацию станционных процессов. Одним из инновационных способов, который позволяет ускорить выполнение операций на станциях, а также повысить безопасность труда, является «дронификация». Под этим термином понимают процесс использования специализированных устройств (дронов) для выполнения различных операций на объектах. Такая технология использования дронов активно применяется во многих отраслях экономики страны.

Дроны оснащаются устройствами, которые позволяют реализовать следующий функционал: автоматическое считывание данных, мониторинг местности, транспортировка предметов и др. Дроны, оборудованные устройствами LIDAR и RTK-навигацией, способствуют созданию точных цифровых моделей местности и дают возможность создать достоверные

электронные копии труднодоступных участков путей, а также мониторить изменение геометрии, состояние балласта, насыпи и дренажных сооружений. На железнодорожной станции выполняется совокупность процессов, состоящих из множества достаточно сложных операций. Для выполнения многих операций возможно применение дронов, обладающих набором различных функций. В статье представлено обоснование применения дронов для решения отдельных эксплуатационных задач на железнодорожной станции. При этом должен быть достигнут эффект в виде сокращения затрат времени на выполнение операций, снижения угрозы жизни и здоровья работников.

Для решения задачи применения дронов исследованы виды деятельности, обеспечивающие перевозки пассажиров и грузов, а также контроль за техническим состоянием перевозочных средств (подвижного состава), на станции: технические операции по пропуску и переработке вагонопотоков; коммерческие и грузовые операции по перевозке грузов в вагонах; операции по обслуживанию пассажиров; диспетчерское управление перевозками в железнодорожной сети; информационное обеспечение перевозок; техническое обеспечение перевозок (инфраструктура и подвижной состав).

Технические операции – это совокупность специализированных операций транспортной деятельности, которые связаны с формированием, обслуживанием и обеспечением движения грузовых и пассажирских поездов. Технические операции группируются по видам: поездная и маневровая работа. К поездной работе относятся операции, связанные с движением поездов по маршруту следования. Маневровая работа – это операции по передвижению подвижного состава на станционных путях, которые выполняются для реализации технологического процесса на станции.

Одним из перспективных направлений применения дронов является автоматизация выполнения отдельных технических операций, например подготовка подвижного состава к расформированию. Технология применения дронов заключается в следующем. После поступления поезда в парк прибытия состав поезда осматривается и закрепляется, производится отцепка поездного локомотива, расцепка тормозной магистрали, проверка технического и коммерческого состояния вагонов. Для реализации операции данного процесса специально оборудованный дрон может выполнить съемку данных, размещенных на подвижном составе (дрон от центрального поста станции, места постоянной дислокации направляется к месту съема информации, считывает номера вагонов и передает эту информацию в цифровом виде в базу данных «АСУС»), мониторинг отцепки поездного локомотива, а также проверку технического состояния (проверка целостности, внешнее выявление повреждений, при оснащении температурными сенсорами можно выявить перегрев элементов (букс)) и коммерческого состояния вагонов (наличие и проверка целостности пломб, проверка габаритов груза, контроль соответствия условий перевозки опасных грузов установленным требованиям, контроль состояния дверей вагонов на предмет закрытия и т. п.).

Коммерческая работа на железнодорожном транспорте – это комплекс специальных операций, направленных на организацию и сопровождение перевозки грузов согласно требованиям нормативно-правовых актов (НПА).

Грузовые операции на железнодорожной станции представляют собой совокупность действий, связанных с приемом, хранением, обработкой, погрузкой, выгрузкой, перегрузкой и выдачей грузов. В рамках этих операций выполняется загрузка грузов в вагон, размещенных на местах общего и необщего пользования, выгрузка из вагонов, а также перегрузка грузов между разными видами транспорта. С помощью дронов можно организовать контроль за выполнением операций погрузки и выгрузки грузов.

Для обеспечения охраны труда дроны могут использоваться для мониторинга за добросовестным выполнением требований безопасности и служебных обязанностей сотрудника.

Пассажирские операции представляют собой совокупность действий, направленных на удовлетворение транспортных потребностей в поездках, а также комфортное и безопасное обслуживание пассажиров. В основном дроны в этой сфере могут применяться для контроля соблюдения безопасности, качества сервиса и ускорения реагирования во время возникновения внештатных ситуаций. Дроны могут применяться для контроля за наполнением пассажирских платформ, а также для контроля за техническим состоянием инфраструктуры, предназначенной для пассажиров (навесы, освещение, зоны ожидания и т. д.).

Диспетчерское управление – важная и ответственная деятельность перевозочного процесса, обеспечивающая круглосуточное, эффективное и безопасное движение поездов и маневровую работу.

Дрон способен выполнить некоторую наиболее трудозатратную работу дежурного по станции (ДСП). Например, если возникла внештатная ситуация, то дрон можно направить на место происшествия и, с его помощью, получить изображение этой ситуации в режиме реального времени. В случае если у ДСП отсутствует информация о местоположении конкретного вагона на станции, например, вследствие недостоверных данных, то положение вагона может быть определено с помощью дрона, осуществляющего сканирование предполагаемой зоны нахождения данного вагона на пути.

Информационное обеспечение включает в себя систематическую цифровую регистрацию всех станционных процессов, которые связаны с движением поездов, маневровой работой, обработкой грузов, обслуживанием пассажиров. Дроны могут применяться при передаче поездных документов от СТЦ машинисту: на дрон устанавливается контейнер (или капсула), в котором размещаются документы, предназначенные для передачи машинисту. Дроны могут применяться для мониторинга состояния и занятости путей на станции. Например, на станцию прибыл поезд, в составе которого по документам 58 вагонов. С помощью дрона была выполнена идентификация вагонов состава, в ходе которой установлено, что в соста-

ве поезда находится 57 вагонов. Таким образом, устанавливается несоответствие между документами и прибывшим составом. Процесс анализа составности и размещения вагонов в составе требует меньших затрат времени при использовании дронов.

Техническое обеспечение перевозок на железной дороге включает развитую железнодорожную инфраструктуру и подвижной состав. Железнодорожная инфраструктура РБ составляет около 5500 км главных путей, включая двухпутные и однопутные участки, из которых электрифицировано 1128 км. В инфраструктуру входят стрелочные переводы, мосты, переезды, станционные пути, обеспечивающие процессы перевозок и безопасность движения, и т. д. Подвижной состав включает локомотивы и вагоны, оснащенные системами, обеспечивающими надежную перевозку грузов и пассажиров.

Применение дронов позволяет эффективно осуществлять мониторинг состояния железнодорожного полотна, создавать цифровые модели объектов инфраструктуры и контролировать ход ремонтно-строительных работ. В частности, дроны с «лидарными» системами формируют высокоточные облака точек, используемые для сравнения с проектными моделями и данными текущего мониторинга. Создание цифровой модели позволяет повысить эффективность планирования и производства ремонта и обслуживания инфраструктуры.

В железнодорожной сфере можно применить три типа дронов: 1) воздушные дроны – квадрокоптеры, осуществляющие аэрофотосъемку, для инспекции и картографирования местности и объектов транспортной инфраструктуры; 2) наземные дроны – роботы и их прототипы, способные работать на путях станции и перегонах, обеспечивать инспекцию состава и инфраструктуры, в том числе в опасных для людей местах; 3) подводные дроны – устройства для инспекции опор мостов и других важных объектов, находящихся под водой.

Примерами воздушных дронов являются DJI Mavic 2 Enterprise и DJI Phantom 4 RTK, обладающие характеристиками, которые представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Характеристики дрона DJI Mavic 2 Enterprise

Характеристика	Значение
Максимальная скорость	72 км/ч (в S-mode без ветра), 50 км/ч (в P-mode с ветром)
Дальность полета	до 8 км (в условиях прямой видимости)
Время полета	до 31 минуты
Камера	12 Мп, 4К-видео
Дополнительное оборудование	Тепловизор, прожектор, громкоговоритель
Стабилизация	3-осевой подвес
Температурный диапазон	от –10 до +40 °С
Навигация	GPS + GLONASS

Таблица 2 – Характеристики дрона DJI Phantom 4 RTK

Характеристика	Значение
Максимальная скорость	58 км/ч (А-режим), 50 км/ч (Р-режим)
Дальность полета	до 5 км (в условиях прямой видимости)
Время полета	до 30 минуты
Камера	20 Мп, механический затвор, 4К-видео
Дополнительное оборудование	LiDAR-платформы DJI
Стабилизация	3-осевой подвес
Температурный диапазон	от 0 до +40 °С
Навигация	RTK-модуль

Важным фактором процесса применения дронов является экономическая эффективность, определяемая разницей между затратами на реализацию предлагаемых решений и снижением эксплуатационных расходов на железнодорожной станции. Предполагаемые затраты на применение дронов:

- затраты на приобретение;
- затраты на обучение;
- затраты на техническое обслуживание;
- затраты на информационное взаимодействие с автоматизированными системами.

Предполагаемые снижения эксплуатационных расходов:

- снижение трудозатрат на выполнение технологических операций;
- снижение расходов, связанных с принятием управленческих решений на основе более точной и достоверной информации для цифровой модели станции;
- снижение расходов, связанных с простоем вагонов и локомотивов на станции.

Таким образом, анализ технических характеристик и операций, выполняемых на железнодорожных станциях, показывает, что применение дронов является эффективным способом автоматизации и механизации отдельных процессов в поездной и маневровой работе. Внедрение воздушных, наземных и подводных дронов позволяет не только сократить время выполнения технологических операций, но и уменьшить риск вреда для жизни и здоровья работников, а также обеспечить более точный контроль за состоянием инфраструктуры и подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Кузнецов, В. Г.** Технология работы сортировочной станции : учеб.-метод. пособие / В. Г. Кузнецов, А. А. Ерофеев, Е. А. Фёдоров. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 126 с.
- 2 **Ададунов, С. Е.** Оптимизация логистики и мониторинга инфраструктуры ОАО «РЖД» на основе интеллектуальной кластеризации роев БПЛА / С. Е. Ададунов,

А. Б. Никитин, А. Д. Хомоненко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2025. – № 12. – С. 35–38.

3 Лебедев, А. О. Алгоритм управления полетом БПЛА вдоль железной дороги с помощью технического зрения / А. О. Лебедев, В. В. Васильев, А. Г. Паулиш // Компьютерная оптика. – 2025. – Т. 49, № 2. – С. 320–326.

Получено 24.04.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.212.5:656.223.2

Е. В. БЫВШЕВ (УД-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ ПУТЁМ СРАВНЕНИЯ ФАКТИЧЕСКИХ ПРОСТОЕВ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ НОРМАТИВАМИ (НА ПРИМЕРЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ МОГИЛЁВ-2)

Проведён анализ процессов работы сортировочной станции на основе сравнения фактических простоев транзитного вагонопотока с переработкой с технологическими нормативами. Объект исследования – станция Могилёв-2. Предложены меры по оптимизации технологии работы.

Технические станции являются основным объектом железнодорожной транспортной системы, где концентрируются процессы переработки вагонопотоков и формирования поездов различных категорий. Эффективность их работы напрямую влияет на качество перевозочного процесса и отражается в изменении важного комплексного показателя – оборота вагона [1, 2]. В соответствии с технологией технических станций изменяются и экономические показатели перевозок. В связи с этим актуальной задачей является выявление «узких мест» в технологии работы станции и сокращение простоев подвижного состава [2].

Цель работы – на примере железнодорожной станции Могилёв-2 выявить узкие места путём сравнения фактических простоев транзитного вагона с переработкой с технологическими нормативами и предложить пути их сокращения.

Для проведения системного анализа эксплуатационной работы использован следующий методологический инструментарий [3]:

1) ретроспективная оценка динамики изменения простоя транзитного вагона с переработкой;