

## Внедрение беспилотных летательных аппаратов в производственную деятельность транспортных предприятий (на примере отдельных технологических операций ОАО «РЖД»)

О.А. Немчинов<sup>1а</sup>, В.А. Хайтбаев<sup>2б</sup>, О.С. Свешникова<sup>1с</sup>

<sup>1</sup> Самарский национальный исследовательский университет им. С.П. Королева,  
ул. Московское Шоссе, 34, Самара, Россия

<sup>2</sup> Самарский государственный университет путей сообщения, ул. Заводское Шоссе, 18а, Самара, Россия

<sup>а</sup> nemchinoff-samara@yandex.ru, <sup>б</sup> vhaitbaev21@mail.ru, <sup>с</sup> olasveshnicova@yandex.ru

<sup>а</sup> <http://orcid.org/0000-0002-9624-7264>, <sup>б</sup> <http://orcid.org/0000-0001-8244-8842>,

<sup>с</sup> <https://orcid.org/0009-0009-7680-8720>

Статья поступила 26.09.2024, принята 03.10.2024

В статье обосновывается необходимость внедрения средств модернизации и автоматизации производственных процессов на железнодорожном транспорте. Актуальность изучения темы деятельности железнодорожного транспорта обусловлена его огромной социально-экономической ролью в экономике страны. Железные дороги выполняют большую часть грузовых и пассажирских перевозок, объем которых непрерывно растет, и для успешного их освоения необходимо совершенствовать технические устройства и технологию работы. Стратегии развития железнодорожного транспорта России направлены на внедрение новых технологий автоматизации и улучшения состояния имеющихся объектов дорожной инфраструктуры. Эффективность внедрения автоматизированных систем обуславливается действием организационных, информационных и экономических факторов. В работе представлены варианты оптимизации сферы обслуживания инфраструктуры железнодорожного транспорта, в частности, при проведении коммерческих осмотров вагонов и поездов, и комиссионных осмотров железнодорожных станций. Проведен расчет экономических показателей внедрения в деятельность структурных подразделений ОАО «Российские железные дороги» беспилотных летательных аппаратов. Беспилотные транспортные средства вызывают интерес у транспортно-логистических компаний, в первую очередь, тем, что увеличивается производительность труда, появляется возможность оптимизировать расходы и уменьшить риски, решить проблему дефицита квалифицированных кадров, повышая качество выполняемых операций. Беспилотные летательные аппараты могут применяться для наблюдения за техническим состоянием важных объектов железнодорожной инфраструктуры. За счет них можно более детально проводить осмотры на железнодорожном транспорте. От частоты проводимых инспекций зависят безопасность, надежность и эффективность железнодорожных перевозок, что, в свою очередь, влияет на величину общих расходов транспортного комплекса.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт; рынок перевозок; беспилотные системы; инфраструктура; станция; экономический ущерб; экономический эффект.

## The introduction of unmanned aerial vehicles into the production activities of transport enterprises (using the example of individual technological operations of Russian Railways JSC)

O.A. Nemchinov<sup>1а</sup>, V.A. Khaitbaev<sup>2б</sup>, O.S. Sveshnikova<sup>1с</sup>

<sup>1</sup> Samara National Research University; 34, Moskovskoe Shosse, Samara, Russia

<sup>2</sup> Samara State University of Railway Engineering; 18a, Zavodskoe Shosse, Samara, Russia

<sup>а</sup> nemchinoff-samara@yandex.ru, <sup>б</sup> vhaitbaev21@mail.ru, <sup>с</sup> olasveshnicova@yandex.ru

<sup>а</sup> <http://orcid.org/0000-0002-9624-7264>, <sup>б</sup> <http://orcid.org/0000-0001-8244-8842>,

<sup>с</sup> <https://orcid.org/0009-0009-7680-8720>

Received 26.09.2024, accepted 03.10.2024

The article substantiates the need to introduce modernization and automation of production processes in railway transport. The relevance of studying the topic of railway transport activities is due to its enormous socio-economic role in the country's economy. The Russian railways carry out most of the freight and passenger transportation, the size of which is constantly growing and for successful development they need to improve technical devices and operating technology. The strategies for the development of Russian railway

*transport are aimed at introducing new automation technologies and improving the condition of existing road infrastructure facilities. The effectiveness of the implementation of automated systems is determined by the action of organizational, information and economic factors. The paper presents options for optimizing the sphere of servicing the infrastructure of railway transport, in particular, during commercial inspections of cars and trains, and commission inspections of railway stations. The calculation of economic indicators for the introduction of unmanned aerial vehicles into the activities of structural divisions of Russian Railways JSC is carried out. Unmanned vehicles are of interest to transport and logistics companies, primarily because they increase labor productivity, optimize costs, reduce risks, and solve the problem of shortage of qualified personnel by improving the quality of operations. Unmanned aerial vehicles can be used to monitor the technical condition of important railway infrastructure facilities. They can be used to conduct more detailed inspections of railway transport. The frequency of inspections determines the safety, reliability, and efficiency of railway transportation, which in turn affects the overall costs of the transport complex.*

**Keywords:** railway transport; transportation market; unmanned systems; infrastructure; station; economic damage; economic effect.

**Введение.** Транспортная отрасль является особым сектором материального производства и представляет собой самостоятельный комплекс национальной экономики. Она выполняет важную функцию удовлетворения потребностей экономического комплекса и населения в различных видах перевозок.

В своей работе транспортная система объединяет различные отрасли промышленности и регионы страны, создавая единое целое. Транспорт имеет свои особенности как отрасль материального производства. Он осуществляет процесс перемещения и доставки продукции всех отраслей экономики к месту назначения.

В странах с обширной территорией, включая Россию, транспорт играет ключевую роль. Особенно важными являются неравномерное размещение природных ресурсов и различия в экономическом развитии разных регионов страны. Транспортный комплекс способствует экономическим связям и обеспечивает эффективное функционирование остальных секторов российской экономики. Развитие транспортного комплекса России имеет огромный потенциал благодаря богатым природным ресурсам, географическому положению и растущему внутреннему спросу.

Среди всех видов транспорта железнодорожный транспорт играет особую роль во многих странах благодаря своей уникальности и универсальности. Он обеспечивает обслуживание всех отраслей производства и удовлетворение перевозочных потребностей населения практически во всех климатических зонах и при любых погодных условиях. Кроме того, железнодорожный транспорт обладает высокой проходимостью и способностью осуществлять перевозку крупных грузов на большие расстояния.

Железнодорожный транспорт России является одной из крупнейших транспортных систем в мире. Его задача заключается в обеспечении своевременных и качественных перевозок для населения как в пределах страны, так и на международном уровне, а также в поддержании функционирования всех секторов экономики через взаимодействие с другими видами транспорта [1; 2].

Российские железные дороги занимают лидирующие позиции в мире: они первые по длине электрифицированных маршрутов (примерно 40 тыс. км), вторые по общей протяженности (около 90 тыс. км) и третьи по объемам грузовых и пассажирских перевозок, а также по грузообороту [3].

Главными звеньями пассажирского и грузового комплексов, обеспечивающих обслуживание пассажиров и грузов, являются подвижной состав и железнодорожные станции [1; 4].

Для гарантии и контроля соответствия вагонов для загрузки определенного груза, их состояния и сохранности во время транспортировки в составе поезда и на станции назначения осуществляются коммерческие проверки подвижного состава. Комиссионный осмотр станций определяет текущее состояние их инфраструктуры и выявляет несоответствия требованиям содержания инфраструктуры.

**Результаты исследования.** Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р, определила основные направления развития железнодорожного транспорта, среди которых:

- создание единого информационного пространства для взаимодействия органов управления транспортным комплексом и клиентов рынка транспортных услуг;
- создание технологий для более качественного осмотра подвижного состава и станций;
- создание системы логистических центров и информационного сопровождения перевозок в международных транспортных коридорах;
- создание государственного информационного ресурса транспортного комплекса РФ;
- создание системы сбора и обработки статистической информации по транспортному комплексу [5].

Как мы видим, значительное внимание в данной Стратегии уделено вопросам объединения систем сбора и обработки информации, а также переходу к автоматизации многих технологических процессов.

Внедрение современных технологий, таких как системы управления движением, автоматизированные системы контроля, использование искусственного интеллекта, позволяет в значительной степени оптимизировать процессы перевозки пассажиров и грузов.

Одним из ярких примеров автоматизации является использование беспилотных транспортных средств, которые способны самостоятельно передвигаться по заданным маршрутам. Также активно развиваются системы интеллектуального управления движением.

ОАО «РЖД» ведет активную деятельность в сфере развития и внедрения в собственную деятельность различных инновационных технологий, направленных на создание более эффективной, безопасной и комфортной транспортной системы (эти изменения способствуют улучшению качества обслуживания клиентов и повышению конкурентоспособности железнодорожного транспорта):

- внедрение автоматизированной системы управления движением, позволяющей оптимизировать маршруты и уменьшить время в пути;

- разработка цифровых платформ для возможности отслеживания статуса и получения информации о расписании движения поездов;

- внедрение в деятельность различных интеллектуальных транспортных систем, связанных с мониторингом состояния техники, проведением предиктивного обслуживания и предотвращения аварий, обработкой больших объемов данных по планированию и оптимизации логистики;

- внедрение технологий для автоматического контроля за состоянием инфраструктуры и др.

В этой связи актуальной темой являются минимизация человеческого фактора и снижение затрат. Одним из способов решения данной задачи является внедрение беспилотных летательных аппаратов.

Использование БПЛА позволит:

- проводить натурные осмотры инфраструктуры;

- выявлять теплопотери;

- осматривать и выявлять недостатки верхнего строения пути и рельсошпальной решетки на удаленных участках;

- производить проверки работы локомотивных бригад на станциях;

- вести оперативный контроль при возникновении сбойных ситуаций.

Все это поможет оптимизировать многие процессы на железнодорожном транспорте, что приведет к экономии трудовых ресурсов и денежного капитала в целом.

Выбор беспилотного летательного аппарата будет зависеть от функций, которые должен реа-

лизовать выбранный БПЛА. К таким функциям относятся:

- 1) Обеспечение безопасности движения.

- 2) Автономное время работы не менее 30 мин (полет, зависание над объектом).

- 3) Возможность использования БПЛА в тяжелых погодных условиях (ветер более 6 м/с, высокая влажность, низкие температуры и др.).

- 4) Дистанционное управление БПЛА на расстоянии до 10 км.

- 5) Определение местоположения с использованием спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС.

- 6) Оценка состояния инфраструктуры железнодорожного транспорта с помощью технологий инфракрасной съемки, тепловизионного контроля и лазерного сканирования местности и объектов.

- 7) Создание 3D-моделей зданий, сооружений, объектов железнодорожного пути и его оборудования.

- 8) Проведение дистанционных измерений параметров контролируемых объектов с погрешностью не более 20 мм.

- 9) Автоматическое выявление беспилотным аппаратом препятствий на маршруте полета.

В качестве вариантов решения поставленной задачи рассмотрены несколько видов беспилотных летательных аппаратов. Такими вариантами являются, например, беспилотники отечественных компаний-разработчиков «GEOSKAN» и *Geobox* (табл. 1) [6–8].

Для выбора оптимального варианта БПЛА по разнородным критериям выполняется их свертка путем введения обобщенного показателя. При использовании данного метода каждому критерию задается вес, после чего используются формулы для выбора наилучшего варианта:

$$Y_{0j} = \sum_i (Y'_{ij} \cdot k_i),$$

где  $k_i$  – вес  $i$ -го коэффициента (примем: цена комплекса  $k_1 = 0,08$ ; длительность полета  $k_2 = 0,2$ ; дальность связи  $k_3 = 0,2$ ; максимальная допустимая скорость ветра  $k_4 = 0,08$ ; максимальная протяженность полета  $k_5 = 0,16$ ; площадь съемки за 1 полет  $k_6 = 0,2$ ; максимальная скорость полета  $k_7 = 0,08$ );  $Y'_{ij}$  – относительное значение  $i$ -го коэффициента  $j$ -го варианта БПЛА:

$$Y'_{ij} = \frac{Y_{ij}}{Y_{opt j}}, \text{ когда } Y_{opt j} = \max Y_{ij},$$

$$Y'_{ij} = \frac{Y_{opt j}}{Y_{ij}}, \text{ когда } Y_{opt j} = \min Y_{ij},$$

где  $Y_{opt j} = \text{opt } Y_{ij}$  – наилучшее значение  $j$ -го показателя.

Результаты расчетов выбранных параметров по методу «свертки» представлены в табл. 2.

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика БПЛА

Параметры (i) \ БПЛА (j)	GEOSKAN 401 Геодезия (j = 1)	GEOSKAN 401 Лидар (j = 2)	Geobox Atlas Compact (j = 3)
Цена комплекса, $p$ , $Y_{1j}$	1 650 000	2 190 000	650 000
Длительность полета, $мин$ , $Y_{2j}$	60	40	75
Дальность связи, $км$ , $Y_{3j}$	15	10	5
Максимальная допустимая скорость ветра, $м/с$ , $Y_{4j}$	12	12	12
Максимальная протяженность полета, $км$ , $Y_{5j}$	40	45	30
Площадь съемки за 1 полет, $м^2$ , $Y_{6j}$	3,9	1,7	2
Максимальная скорость полета, $км/ч$ , $Y_{7j}$	50	50	40

**Таблица 2.** Результаты расчетов

Относительные значения параметров \ J	GEOSKAN 401 Геодезия (j = 1)	GEOSKAN 401 Лидар (j = 2)	Geobox Atlas Compact (j = 3)
Цена комплекса, $Y'_{1j}$	0,39	0,30	1,00
Длительность полета, $Y'_{2j}$	0,80	0,53	1,00
Дальность связи, $Y'_{3j}$	1,00	0,67	0,33
Максимальная допустимая скорость ветра, $Y'_{4j}$	1,00	1,00	1,00
Максимальная протяженность полета, $Y'_{5j}$	0,89	1,00	0,67
Площадь съемки за 1 полет, $Y'_{6j}$	1,00	0,44	0,51
Максимальная скорость полета, $Y'_{7j}$	1,00	1,00	0,80
$Y_{0j}$	<b>0,89</b>	0,67	0,70

Таким образом,  $Y_{01} = 0,89$ ;  $Y_{02} = 0,67$ ;  $Y_{03} = 0,70$ .

Учитывая рассматриваемые характеристики, согласно расчетам, предпочтение среди вышеуказанных альтернатив можно отдать «GEOSKAN» 401 Геодезия. За счет технических характеристик данного беспилотного аппарата возможно его внедрение для автоматизации работы бригад, занимающихся натурным осмотром инфраструктуры железнодорожного транспорта, например, зданий станций, подвижного состава и т. п. Следовательно, будет удобнее следить за состоянием этих объектов, и появится возможность быстрее заметить какое-либо нарушение или неисправность, что приведет к более оперативному решению проблемы. Также появится возможность в дистанционном режиме следить за правильностью и качеством выполнения своей работы сотрудниками ОАО «РЖД» [9; 10]. Все эти задачи являются актуальными для рассматриваемого предприятия и помогут оптимизировать численность сотрудников и уменьшить влияние человеческого фактора во многих технологических процессах.

Далее рассмотрим вопрос экономической эффективности от внедрения беспилотных летательных аппаратов.

Успешность работ по обследованию инфраструктуры железнодорожного транспорта зависит от объема, скорости и качества выполненных задач. Эффективность внедрения автоматизированной системы определяется различными организационными, информационными и экономическими факторами.

Организационная эффективность заключается в освобождении сотрудников от выполнения рутинных операций по сбору и анализу данных, множеству расчетов, оформления документации и отчетности.

Информационная эффективность выражается в увеличении осведомленности руководителей и сотрудников подразделения.

Экономическая эффективность проявляется в том, что автоматизированная система предоставляет через стандартные и статистические отчеты полную и актуальную информацию о процессе обследования инфраструктуры и способствует улучшению использования ресурсов компании [11].

В табл. 3 представлены ключевые затраты на внедрение БПЛА [6].

Для расчета экономической эффективности внедрения беспилотного аппарата также необхо-

димо знать имеющиеся затраты на работу специалистов. Учет эти показатели согласно Единому типовому технологическому процессу коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных станциях, Положению об организации и проведении в ОАО «РЖД» комиссионных осмотров ж/д станций, а также регламенту Куйбышевской железной дороги «Организация и проведение осмотра объектов инфраструктуры железнодорожной станции» [12–14].

При коммерческом осмотре подвижного состава осматриваются все прибывающие на станцию и от-

правляемые со станции груженные и порожние вагоны в коммерческом отношении для выявления и устранения коммерческих неисправностей, угрожающих безопасности движения и сохранности перевозимых грузов, по прибытию и отправлению.

На данный момент бригада коммерческого осмотра минимально состоит из 5 чел.: 2 специалиста (приемосдатчика), 2 оператора и начальник станции. Учитывая затраты на зарплату сотрудникам, специальную форму и социальные отчисления, получаем около 4,2 млн р. в год.

**Таблица 3.** Затраты на оборудование

Оборудование	Цена, р.	Количество, шт.	Итого, р.
Основные затраты			
БПЛА «GEOSKAN» 401 Геодезия	1 650 000	4	6 600 000
ПО для планирования полетного задания <i>Geoscan Planner</i>	297 000	1	297 000
Дополнительные затраты			
Набор дополнительных пропеллеров	10 000	4	40 000
Модернизированная цифровая фотокамера	499 990	2	999 980
Аккумуляторная батарея с системой защиты	25 000	4	100 000
Дополнительное ПО «ГИС Спутник»	391 000	1	187 000
Дополнительное ПО «MAGNET Office Tools Adv. Post processing»	204 000	1	204 000
ИТОГО			8 427 980

После внедрения беспилотных аппаратов штат сотрудников бригады коммерческого осмотра сократится до 4 чел. С учетом переобучения персонала годовые затраты составят 2,7 млн р.

Таким образом, экономическая эффективность внедрения беспилотных аппаратов для данного вида осмотра, с учетом затрат на оборудование, будет на уровне 17,5 %.

При этом с помощью беспилотных платформ можно получать фотографии с высоким разрешением или выделять тепловые участки, что позволит значительно ускорить процесс обнаружения трещин, дефектов и других отклонений от нормы.

В дальнейшем за счет уменьшения влияния человеческого фактора можно избежать аварий, что и приведет к более надежной и эффективной работе. Поэтому увидеть эффективность от внедрения данной системы конкретно на этапе запуска использования технологии довольно сложно.

Комиссионный осмотр направлен на проверку состояния инфраструктуры и оборудования железнодорожной станции с целью обеспечения безопасности, эффективности и качества обслуживания пассажиров и грузов.

Комиссионный осмотр станций проводится один раз в месяц на протяжении в среднем трех дней комиссией из начальника станции, руководителя вокзала, дорожного мастера, старшего электромеханика связи, старшего электромеханика СЦБ, руководителя (электромеханика) района контактной сети (на электрифицированных участках), представителя района электроснабжения, представителя дирекции пассажирских обустройств.

Для того, чтобы увидеть эффект от применения беспилотных средств при комиссионном осмотре станций, сравним общие затраты на выполнение комиссионного осмотра в месяц при двух вариантах выполнения данных работ.

Для расчетов используются формулы по определению себестоимости 1 ч работы сотрудника и общих затрат на выполнение комиссионного осмотра.

Себестоимость часа работы сотрудника:

$$C^{1\text{ час}} = \frac{Z^c}{T^{\text{см}} \cdot N^c},$$

где  $Z^c$  – заработная плата сотрудника;  $T^{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены (табл. 4);  $N^c$  – количество рабочих дней в месяц.

**Таблица 4.** Затраты на комиссионный осмотр при существующей схеме

Должность сотрудника	Заработная плата, р.	Продолжительность смены, ч.	Стоимость часа работы, р./чел.-	Общие затраты в месяц, р.
Начальник станции	112 000	12	622	14 928
Руководитель вокзала	60 000	12	333	7 992
Дорожный мастер	80 000	8	400	9 600
Старший электромеханик связи	50 000	8	250	6 000
Старший электромеханик СЦБ	50 000	8	250	6 000
Руководитель района контактной сети	45 000	8	225	5 400
Представитель района электроснабжения	30 000	8	150	3 600
Представитель дирекции пассажирских обустройств	45 000	12	250	6 000
ИТОГО				59 520

Общие затраты на выполнение комиссионного осмотра:

$$Z_o = \sum_p (C_p^{1\text{ час}}) \cdot T_{\text{ч}}^{KMO} \cdot N_{KMO},$$

где  $C_p^{1\text{ час}}$  – себестоимость часа работы сотрудника  $p$ -й должности;  $T_{\text{ч}}^{KMO}$  – суточное рабочее время сотрудника при проведении комиссионного осмотра;  $N_{KMO}$  – продолжительность проведения комиссионного осмотра в днях.

При внедрении в комиссионном осмотре беспилотных средств будет возможность сократить численность комиссии (замена трех сотрудников на двух специалистов БПЛА) и время проведения осмотра (вместо нынешних трех – один день). Общие месячные затраты на выполнение осмотра при использовании БПЛА сократятся примерно до 18 тыс. р.

Согласно проведенным расчетам видно, что использование беспилотных летательных аппаратов положительно повлияет на экономические показатели предприятия.

Также использование БПЛА будет способствовать:

- повышению безопасности для сотрудников;
- замене спецтехники и оборудования дронами;
- возможности более быстрого доступа к данным;
- улучшению экологической обстановки;
- возможности выполнять большинство работ удаленно.

Расчет ущерба, наносимого транспортными происшествиями и иными событиями, связанными с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, производится путем определения размера затрат, связанных с повреждением подвижного состава, элементов инфраструктуры, повреждением и потерей груза, задержками грузов и пассажиров в пути следования, нанесением вреда здоровью и жизни людей, вовлеченных в транспортные происшествия, и иными событиями [15].

Оценка материального и экономического ущерба возможна как заранее – до возникновения происшествия, так и после его наступления. Если ущерб оценивается заранее, то это делается на основании прогнозов обстановки в зоне происшествия с целью усиления устойчивости работы железнодорожного транспорта и создания материальных и финансовых резервов. Если же оценка проводится после случившегося, она позволяет определить ответственные службы и подразделения за устранение последствий, а также подготовить и выделить необходимые ресурсы.

Расчет полного экономического ущерба производят по формуле:

$$U_{\text{полн}} = U_{\text{прям}} + Z_{\text{н.с.}} + Z_{\text{Вир}} + Z_{\text{др.}}$$

где  $U_{\text{прям}}$  – величина прямого ущерба (стоимость зданий, ж/д сооружений и технических средств, не подлежащих восстановлению);  $Z_{\text{н.с.}}$  – затраты на новое строительство и приобретение (для элементов, не подлежащих восстановлению);  $Z_{\text{Вир}}$  – затраты на восстановление и ремонт;  $Z_{\text{др.}}$  – другие затраты.

За счет использования беспилотных аппаратов возможна минимизация затрат, связанных с разрушением объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, благодаря проведению более детальных и периодических проверок, сбору данных, по которым будет строиться 3D-модель объекта. Следовательно, если заметить неровности и повреждения на ранних этапах и вовремя их исправить, то объект будет эксплуатироваться более длительное время, что приведет к снижению затрат.

В качестве примера рассмотрим определение затрат на восстановление и ремонт при повреждении объектов железнодорожной инфраструктуры:

$$Z_{\text{Вир}} = [(C_{\text{зд}} + C_{\text{соор}} + C_{\text{п.с.}} + C_{\text{т.с.}}) - C_{\text{и}}] + C_{\text{об}},$$

где  $C_{зд}$ ,  $C_{соор}$ ,  $C_{п.с.}$ ,  $C_{т.с.}$  – балансовая стоимость соответственно зданий, сооружений, подвижного состава, технических средств, подлежащих восстановлению и ремонту;  $C_{и}$  – величина износа перечисленных элементов;  $C_{об}$  – стоимость оборотных средств, используемых для восстановления и ремонта (топливо, строительные материалы, запасные части и пр.).

Например, предположим, что в результате некачественной проверки состояния здания вокзала площадью  $1\ 200\ m^2$  произошло его частичное разрушение (примерно  $20\ m^2$ ), что также привело к повреждению 50 м железнодорожного пути, расположенного рядом со зданием.

Строительством и восстановлением железнодорожного полотна занимается дочернее предприятие ОАО «РЖД» – «ЖелДорСпецПроект». Согласно их данным, балансовая стоимость 1 км

железнодорожного пути составляет около 3 098 тыс. р. Строительство и восстановление  $1\ m^2$  здания вокзала, по данным ОАО «РЖД», в среднем составляет 30 тыс. р.

Денежное выражение износа элементов инфраструктуры зависит от продолжительности их эксплуатации в момент происшествия и общего нормативного срока службы.

Допустим, на момент разрушения здание вокзала и железнодорожный путь были в эксплуатации 5 лет. Срок службы здания вокзала составляет 100 лет (т. е. на момент аварии 5 % износа), а железнодорожных путей – 15 лет (33 % износа).

Также будут затрачиваться оборотные средства. Предположим, что для восстановления поврежденных участков понадобится дизельное топливо в объеме 6,25 т (табл. 5).

**Таблица 5.** Расчет затрат на восстановление и ремонт

Элементы, подлежащие восстановлению и ремонту	Размер материального ущерба	Балансовая стоимость поврежденного участка, тыс. р.		Износ		$Z_{вир}$ , тыс. р.
		единицы измерения	всего	% износа	сумма износа, тыс.	
Здание вокзала	20 м <sup>2</sup>	30,0	600,0	5	30,0	570,0
Ж/д путь	0,05 км	3 098,0	154,9	33	51,6	103,2
Дизельное топливо	6,25 т	51,9	324,5	-	-	324,5
ИТОГО						997,7

Как мы видим, в приведенном примере затраты на восстановление и ремонт от частичного разрушения здания вокзала и повреждения участка пути могут составить порядка 1 млн р.

Рассматриваемые объекты имеют небольшой износ, поэтому можно сделать вывод, что если бы начальные разрушения были вовремя замечены, то затраты на ремонт в таком случае были бы намного меньше.

Коммерческий осмотр подвижного состава и комиссионный осмотр инфраструктуры и оборудования железнодорожных станций позволяют выявить потенциальные проблемы на ранних стадиях и предотвратить аварийные ситуации, обеспечивая надежность и эффективность работы железнодорожного транспорта.

В будущем на железнодорожном транспорте возможно внедрение беспилотных аппаратов в следующие области деятельности:

- отслеживание проведения ремонтных работ на железнодорожном полотне;
- анализ состояния объектов энергетической инфраструктуры;
- обнаружение утечек в системах отопления и водоснабжения, а также несанкционированного подключения к инфраструктуре;

- учет недвижимого имущества и земель, выявление построек, возведенных без разрешения, снесенных или используемых не по назначению, а также сравнение кадастровых границ земельных участков с реальными границами;

- слежение за опасными природными явлениями, такими как оползни и размывы берегов рек, оценка влияния климатических изменений;

- геодезическая съемка и картографирование железнодорожной инфраструктуры.

**Полученные результаты и выводы (заключение).** Состояние экономики в сфере железнодорожного транспорта является важным показателем его прогресса. В нашей стране железные дороги осуществляют значительную долю пассажиро- и грузоперевозок, объемы которых неуклонно увеличиваются. Для эффективного управления этим ростом необходимо модернизировать техническое оборудование и методы работы. Модернизация технического оборудования включает в себя внедрение современных систем управления движением поездов с целью повышения безопасности и точности управления ими, уменьшения риска аварий и задержек. Кроме того, важной частью модернизации являются энергоэффективные решения, которые помогают снизить расходы на топливо и электроэнергию, что положительно

сказывается на общей экономике отрасли, а также разработка и внедрение проектов беспилотных технологий.

Таким образом, сегодня использование беспилотных летательных аппаратов в работе ОАО «РЖД» представляет собой перспективное направление, которое будет развиваться в дальнейшем, подтверждая актуальность проведенного исследования.

Беспилотные летательные аппараты могут применяться для наблюдения за состоянием объектов железнодорожной инфраструктуры. За счет

них можно более детально проводить осмотры на железнодорожном транспорте. Чем чаще будут проводиться такие инспекции, тем выше будут безопасность, надежность и эффективность работы всей железнодорожной инфраструктуры. При этом возможна экономия ресурсов и высвобождение или перепрофилирование персонала при сохранении высокого уровня выполняемых работ, что положительно скажется на общей эффективности функционирования всего предприятия.

#### Литература

1. Галабурда В.Г., Соколов Ю.И., Аверьянова О.А., Белозеров В.Л., Лавров И.М. Управление транспортной системой. М.: Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2022. 368 с.
2. Голомолзин А.Н., Горлинский А.И., Давыдов Г.Е., Реутов Е.В. Положение железнодорожного транспорта в социально-экономической системе и перспективы реформирования рынков железнодорожных перевозок в странах ЕС, и в некоторых странах ОЭСР и СНГ (продолжение) // Бюллетень транспортной информации. 2014. № 4 (226). С. 9-18.
3. Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rzd.ru/> (дата обращения: 11.11.2023).
4. Шипилова Ю.В. Станции и узлы. М.: Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2022. 296 с.
5. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 27 нояб. 2021 г. № 3363-р [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZIOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (дата обращения: 17.11.2023).
6. Геоскан 401 Геодезия [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geoscan.aero/ru/products/geoscan401/geo> (дата обращения: 17.11.2023).
7. Геоскан 401 Лидар [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geoscan.aero/ru/products/geoscan401/lidar> (дата обращения: 17.11.2023).
8. Geobox Atlas Compact [Электронный ресурс]. URL: <https://geospb.ru/geodezicheskie-kvadroptery-i-drugie-bas/2981-kompleks-dlya-aerofotoseмки-geobox-atlas-compact.html> (дата обращения: 17.11.2023).
9. Свешникова О.С. Использование БПЛА в производственной деятельности транспортного предприятия // Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры): материалы II Междунар. науч.-практической конф. (30 марта 2023 г.). М.: ГУУ, 2023. С. 345-347.
10. Свешникова О.С., Немчинов О.А. Внедрение беспилотных летательных аппаратов в производственную деятельность подразделений ОАО «РЖД» // XLIX Самарская обл. студенческая науч. конф.: тезисы докл. (10-21 апр. 2023 г.). Самара, 2023. С. 86-87.

11. Кожевников Р.А., Терешина Н.П., Межох З.П., Шкурин Л.В., Дедова И.Н. Экономическая безопасность транспортных компаний и комплексов. М.: ВНИИТИРАН, 2015. 248 с.
12. Об утверждении Единого типового технологического процесса коммерческого осмотра вагонов и поездов на железнодорожных станциях: распоряжение ОАО «РЖД» от 31.12.2019 № 3116/р (ред. от 09.03.2023) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_360018/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_360018/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/) (дата обращения: 20.11.2023).
13. Об утверждении положения об организации и проведении в ОАО «РЖД» комиссионных осмотров железнодорожных станций: распоряжение ОАО «РЖД» от 06.08.2019 г. № 1718/р [Электронный ресурс]. URL: <https://cssrzd.ru/orders/1718.php> (дата обращения: 20.11.2023).
14. Официальный сайт Куйбышевской железной дороги [Электронный ресурс]. URL: <https://kbsrzd.ru/> (дата обращения: 20.11.2023).
15. Об утверждении Методических рекомендаций по расчету ущерба от транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта в ОАО «РЖД»: распоряжение ОАО «РЖД» от 05.12.2018 № 2597/р (ред. от 01.11.2022) [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_316012/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316012/) (дата обращения: 20.11.2023).

#### References

1. Galaburda V.G., Sokolov Yu.I., Aver'yanova O.A., Belozеров V.L., Lavrov I.M. Management of the transport system. M.: Uchebno-metod. centr po obrazovaniyu na zh.-d. transporte, 2022. 368 p.
2. Golomolzin A.N., Gorlinskij A.I., Davydov G.E., Reutov E.V. Position of the rail transport in the social and economic system and the prospects of the rail transport market reform in the EU and in some OECD and CIS countries (continuation) // The Bulletin of Transport Information (BTI). 2014. № 4 (226). P. 9-18.
3. Official website «Russian Railways» Oficial'nyj sayt ОАО «RZhD» [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.rzd.ru/> (data obrashcheniya: 11.11.2023).
4. Shipilova Yu.V. Stations and junctions. M.: Uchebno-metod. centr po obrazovaniyu na zh.-d. transporte, 2022. 296 p.

5. Transport strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 27 noyab. 2021 g. № 3363-r [Elektronnyj resurs]. URL: <http://static.government.ru/media/files/7enYF2uL5kFZlOOpQhLl0nUT91RjCbeR.pdf> (data obrashcheniya: 17.11.2023).
6. Geoscan 401 Geodesy [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.geoscan.aero/ru/products/geoscan401/geo> (data obrashcheniya: 17.11.2023).
7. Geoscan 401 Lidar [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.geoscan.aero/ru/products/geoscan401/lidar> (data obrashcheniya: 17.11.2023).
8. Geobox Atlas Compact [Elektronnyj resurs]. URL: <https://geospb.ru/geodezicheskie-kvadrokoptery-i-drugie-bas/2981-kompleks-dlya-aerofotosemki-geobox-atlas-compact.html> (data obrashcheniya: 17.11.2023).
9. Sveshnikova O.S. The use of UAVs in the production activities of a transport enterprise // Transport i logistika ustojchivogo razvitiya territorij, biznesa, gosudarstva (drajvery rosta, trendy i bar'ery): materialy II Mezhdunar. nauch.-prakticheskoy konf. (30 marta 2023 g.). M.: GUU, 2023. P. 345-347.
10. Sveshnikova O.S., Nemchinov O.A. Introduction of unmanned aerial vehicles into the production activities of Joint stock company «Russian railways» divisions // HLIХ Samarskaya obl. studencheskaya nauch. konf.: tezisy dokl. (10-21 apr. 2023 g.). Samara, 2023. P. 86-87.
11. Kozhevnikov R.A., Tereshina N.P., Mezhoz Z.P., Shkurin L.V., Dedova I.N. Economic security of transport companies and complexes. M.: VINITI RAN, 2015. 248 p.
12. On approval of a single standard technological process for commercial inspection of wagons and trains at railway stations [Elektronnyj resurs]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_360018/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_360018/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/) (data obrashcheniya: 20.11.2023).
13. On approval of the Regulations on the organization and conduct of Commission inspections of railway stations in JSCo «RZD»: rasporyazhenie OAO «RZhD» ot 06.08.2019 g. № 1718/r [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cssrzd.ru/orders/1718.php> (data obrashcheniya: 20.11.2023).
14. Official website of Kuibyshev Railway [Elektronnyj resurs]. URL: <https://kbsrzd.ru/> (data obrashcheniya: 20.11.2023).
15. On approval of Methodological recommendations for calculating damage from transport accidents and other events related to violations of the rules of traffic safety and operation of railway transport in JSCo «RZD»: rasporyazhenie OAO «RZhD» ot 05.12.2018 № 2597/r (red. ot 01.11.2022) [Elektronnyj resurs]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_316012/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316012/) (data obrashcheniya: 20.11.2023).