

Научная статья
УДК 65.011.56:004.8:656.2
doi:10.46684/2687-1033.2022.2.170-175

Роботизация и автоматизация складской и транспортной логистики

О.Д. Покровская¹, Ю.А. Мороз²✉

^{1,2} Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС); г. Санкт-Петербург, Россия

¹ pokrovskaya@pgups.ru

² moroz.yulechka@list.ru✉

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются изменения в интенсивности товарооборота и ИТ-решения, направленные на оперативное реагирование в логистике. С учетом изученных форс-мажорных обстоятельств, возникших в мировой экономике в 2020 г., определены закономерности функционирования складской и транспортной логистики и их перспективы в ближайшем будущем. Установлено, что внедрение роботизации и автоматизации является ключевым инструментом борьбы в сложной конкурентной среде.

На основе исследованных главных достоинств и недостатков некоторых автоматизированных складских систем выявлены преимущества от реализации средств роботизации и автоматизации в работе диспетчера железнодорожной станции и в других сферах транспортной логистики.

Анализируются этапы цифровизации в ОАО «РЖД» и планы по использованию цифровых платформ как внутри структуры, так во внешней среде в интересах других участников рынка транспортных и логистических услуг. Приводятся результаты проведенного исследования при реализации в ОАО «РЖД» пилотного проекта «Интертран» по применению программных роботов, а также основные направления, по которым они работают. Показывается влияние процессов цифровизации на формирование тарифной политики в складской и транспортной логистике.

Ключевые слова: технологическая платформа; логистические процессы; автоматизированные и роботизированные склады; бережливое производство; страховые запасы; цифровые платформы

Для цитирования: Покровская О.Д., Мороз Ю.А. Роботизация и автоматизация складской и транспортной логистики // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3. Вып. 2. С. 170-175. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.2.170-175>

Original article

Robotization and automation of warehouse and transport logistics

Oksana D. Pokrovskaya¹, Julia A. Moroz²✉

^{1,2} Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS); Saint Petersburg, Russian Federation

¹ pokrovskaya@pgups.ru

² moroz.yulechka@list.ru✉

ABSTRACT

Changes in the intensity of turnover and IT solutions aimed at prompt response in logistics are considered. Taking into account the studied force majeure circumstances that arose in the world economy in 2020, the patterns of functioning of warehouse and transport logistics and their prospects for the near future are determined. It has been established that the introduction of robotics and automation is a key tool in the struggle in a complex competitive environment.

Based on the studied main advantages and disadvantages of some automated warehouse systems, the advantages of implementing robotization and automation tools in the work of a railway station dispatcher and in other areas of transport logistics are revealed.

The stages of digitalization at Russian Railways and plans for the use of digital platforms both within the structure and in the external environment in the interests of other participants in the transport and logistics services market are analyzed. The results of the study carried out during the implementation of the Intertran pilot project on the use of software robots at Russian Railways, as well as the main areas in which they work are presented. The influence of digitalization processes on the formation of tariff policy in warehouse and transport logistics is shown.

© О.Д. Покровская, Ю.А. Мороз, 2022

Keywords: technological platform; logistics processes; automated and robotic warehouses; frugal production; insurance reserves; digital platforms

For citation: Pokrovskaya O.D., Moroz J.A. Robotization and automation of warehouse and transport logistics. *Transport technician: education and practice*. 2022;3(2):170-175. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.2.170-175>.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей статье исследуется такой тренд в складской логистике, как роботизация и автоматизация, который уже стал мировым и вызван необходимостью сокращения времени протекания логистических процессов.

Спецификой российского рынка цифровизации транспорта и логистики является большой запрос на его трансформацию к 2030 г., что позволяет исследователям сделать вывод о его росте в 7 раз за 10 лет, так как только в 2021 г. спрос на автоматизацию складской и транспортной логистики в России увеличился более чем на 30 %. Прогнозируется, что в ближайшие 3 года этот показатель продолжит расти в среднем на 15–20 % год.

Среди основных достоинств цифровизации — снижение объема бумажного документооборота, существенное сокращение информационной нагрузки на операторов системы, рост производительности труда (до 20 %), сокращение сроков окупаемости проектов по автоматизации и др.

ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Как известно, автоматизация в различных сферах деятельности человека возникла раньше, чем роботизация, и во многих из них она до сих пор еще не исчерпала свой потенциал. При этом глобальные изменения в мировой экономике, выз-

ванные пандемией в течение последних двух лет, говорят о том, что автоматизация и вошедшая в транспортную и складскую логистику роботизация, а значит, и человеческие ресурсы, усиленные технически, например, в складской логистике, находятся на пределе возможностей [1]. По мнению лидеров в онлайн-ритейлере, в настоящее время сложились все условия для изменения технологической платформы складской деятельности, в том числе за счет роботизации и автоматизации всех процессов. Главный ожидаемый результат от внедрения новой технологической платформы — это увеличение прибыли и снижение издержек.

Так, к примеру, внедрение роботизации может оказывать влияние на складские логистические процессы, которое возможно имеет вид, представленный на рис. 1.

Однако выгода, показанная на рис. 1, не всегда служит побудительным мотивом для владельцев складских площадей, так как роботизация требует больших финансовых вложений, а спрос на аренду площадей достаточно велик, так как он превышает предложение.

Эксперты рынка складской логистики отмечают, что сегодня формируется тенденция, в результате которой не автоматизированные и не роботизированные склады уже в среднесрочной перспективе потеряют свою привлекательность и окажутся в невыгодных позициях на периферии рынка [3]. На такое перемещение, в первую очередь, окажет влияние развивающаяся цифровиза-

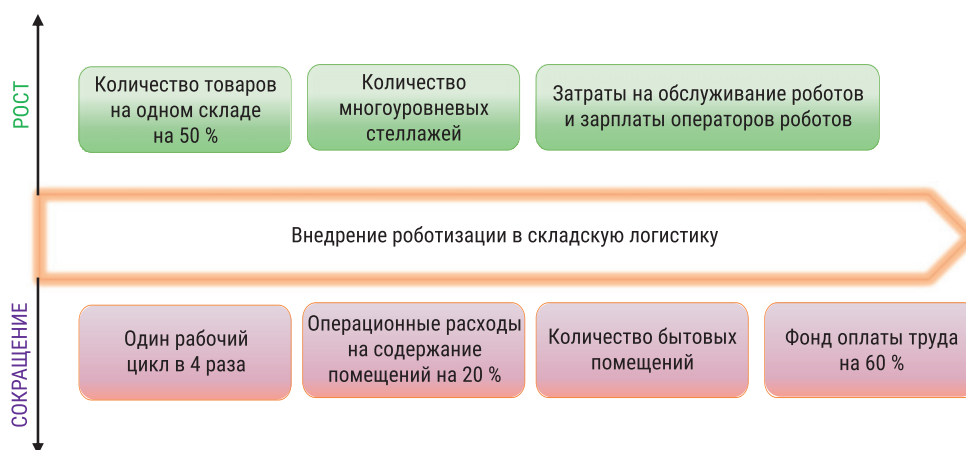


Рис. 1. Влияние роботизации на складскую логистику [2]

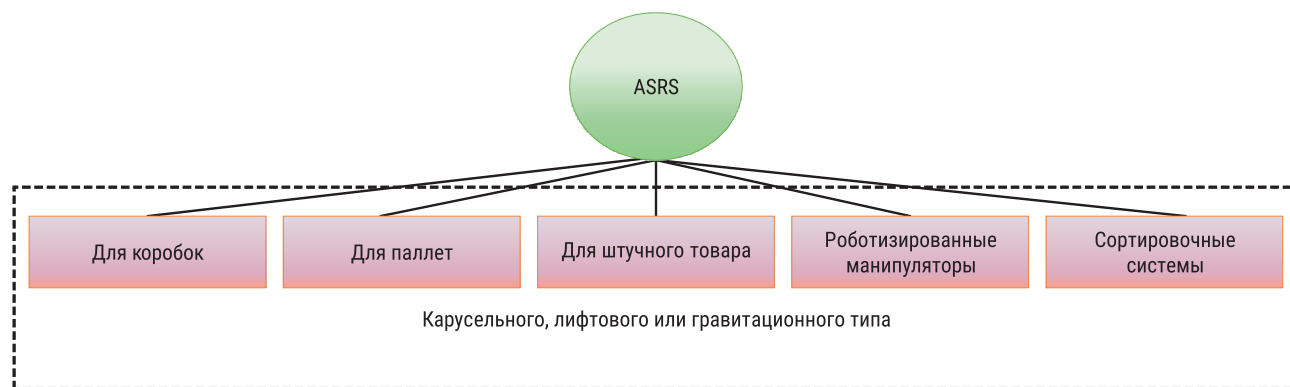


Рис. 2. Виды автоматизированных складских систем товаров

ция, суть которой заключается во внедрении маркировки всех групп товаров, которая появится на 100 % транспортной упаковки, смарт-контрактов, а в ближайшем будущем и концепции «зеленого» управления цепочкой поставок, а также блокчейна, искусственного интеллекта и других технологий [4, 5].

Внедрение инновационных технологий в складскую логистику будет способствовать гибкости цепочек поставок за счет скорости, стоимости и эффективности. Гибкость цепочек поставок очень важна для чувствительности к потребительскому спросу. Это подтверждается фактом роста внезапной нагрузки на глобальную сеть цепи поставок во время пандемии в 2020 г., когда транспортная отрасль и складской сектор столкнулись с трудностями при доставке товаров на внутреннем и международном рынках.

Кризисная ситуация 2020 г. обусловлена неустойчивым поведением клиентов, что привело к увеличению непредсказуемости из-за роста спроса на отдельные категории товаров при одновременном падении спроса на многие «второстепенные» товары. Таким образом, ранее заказанные и отправленные грузы скапливались на многих складах, в портах и аэропортах по всему миру. Проблема усугублялась тем, что динамика распространения коронавируса в странах была разной. Методика бережливого производства (получение товаров точно в срок — JIT), которая является передовой, дала сбой из-за несоответствия в пропорциях между JIT и страховыми запасами, что некоторых производителей привело к остановке производства [6].

В такой ситуации несложно предположить, что появление дисбаланса окажет влияние на будущие принимаемые управленческие решения в области складской логистики. А значит, есть вероятность того, что для предотвращения в дальнейшем нехватки запасов, производители начнут вкладывать средства в так называемые «буферные» запасы, количество которых станет зависеть от различных факторов, но общие наличные запасы

однозначно увеличатся. Будет наблюдаться изменение во взглядах на целесообразность содержания избыточных запасов, для размещения которых потребуются дополнительные площади, что вызовет обострение проблемы складских площадей и мощностей.

Решение указанных выше проблем может достигаться за счет внедрения автоматизированных складских систем для хранения товаров (ASRS). Такая система представляет собой комплекс из стеллажей и специальных подъемно-транспортных устройств, который позволяет производить размещение и сбор грузов без присутствия человека в месте операции. За счет применения современной техники резко снижается потребность в персонале и повышается эффективная площадь склада [7].

ASRS работают с программами складского учета, которые берут на себя функцию по адресному размещению грузов, а сами автоматизированные системы в зависимости от функциональности делятся на виды, приведенные на рис. 2.

Опыт эксплуатации ASRS показывает, что они применяются как на складах логистических компаний, так и на складах с площадью в несколько десятков метров (при обработке грузов в однотипных упаковках механизм ASRS имеет сходство с продажей штучного товара в вендинговых автоматах). Однако в случае обработки паллет и коробок затраты на оборудование будут минимальными, а экономический эффект — максимальным. Важное условие — высокая интенсивность товарооборота.

Управление ASRS может производиться как программой в полностью автоматическом режиме, так и с помощью удаленного оператора.

Из сказанного можно понять структуру гибкости цепочки поставок, которая будет включать в себя виртуальную интеграцию, согласование процессов, персонализацию поставок, сеть, чувствительность к рынку и другие элементы. В конечном счете, все это ляжет в основу моделей для прогнозирования будущих событий, которые могут быть построены, используя возможности искусственного интеллекта и машинного обучения [8].



Рис. 3. График снижения информационной нагрузки на диспетчера

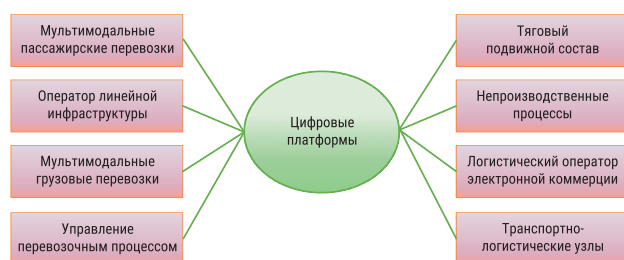


Рис. 4. Цифровые платформы ОАО «РЖД»

Применительно к ОАО «РЖД» роботизация проходит в рамках утвержденной в 2019 г. программы цифровой трансформации, предусматривающей разработку и внедрение восьми цифровых платформ, включая клиентские сервисы. Таким сервисом служит реализуемая в настоящее время «Облачная фабрика программных роботов» для транспортно-логистической отрасли. По данным «РЖД-Технологии» (дочерняя компания ОАО «РЖД») проект носит пилотный характер не только для ОАО «РЖД», но и для российского рынка в целом.

Создаваемая облачная цифровая инфраструктура позволит клиентам автоматизировать собственный бизнес путем автоматизации управления информационными системами (ИС) и базами данных (БД), а также обработки звонков колл-центра, электронного оформления услуг и т.д. После завершения тестирования проекта ОАО «РЖД», начатого летом 2021 г., на начальном этапе планируется применять возможности этой платформы внутри своей структуры, с последующим доступом к ней других участников рынка транспортных и логистических услуг. На сегодняшний день ОАО «РЖД» уже является одним из крупнейших владельцев ИТ-инсорсинговых ресурсов в России, имея четыре такие компании.

Главное достоинство «Облачной фабрики программных роботов» — возможность клиентов пользоваться ее сервисами по роботизации бизнес-процессов без дополнительных расходов на покупку собственной цифровой инфраструктуры. Также клиенты такого сервиса будут пользоваться

локальным центром экспертизы по роботизации, в котором будут выполняться все необходимые операции ресурсами платформы, имеющей облачную инфраструктуру.

Известны результаты внедрения и других цифровых платформ, например, платформы «Управление перевозочным процессом». Созданный в рамках платформы прототип модуля «Цифровой помощник маневрового диспетчера на сортировочных станциях» при его тестировании на станции Рудная (Челябинская область) позволил снизить время простоя вагонов более чем на 20 %.

Разработанный прототип также предоставил возможность снизить информационную нагрузку, приходящуюся на диспетчера за его рабочую смену. График снижения одного из видов нагрузки показан на рис. 3.

График (рис. 3) построен с учетом того, что на указанной станции одновременно находилось не менее 15 локомотивов, машинистам которых диспетчер дает команды на передвижение, а также ведет телефонные переговоры с цеховыми подразделениями по получению заявок на подачу вагонов.

Цифровые платформы, разрабатываемые в рамках цифровой трансформации ОАО «РЖД», приведены на рис. 4.

О темпах, масштабах и результатах внедрения в ОАО «РЖД» цифровых технологий, в том числе на основе искусственного интеллекта с технологиями технического зрения, говорят данные по состоянию на 2020 г. (рис. 5).

Роботизация достаточно глубоко начала проникать также в среду партнеров и клиентов ОАО «РЖД». В результате роботизации своих бизнес-процессов около 9500 контрагентов ОАО «РЖД» ведут электронный документооборот, при том, что около 25 % сотрудников компании имеют компьютеризированные рабочие места. Об эффекте безбумажной организации перевозок транзитных грузов свидетельствует опыт Дальнего Востока,

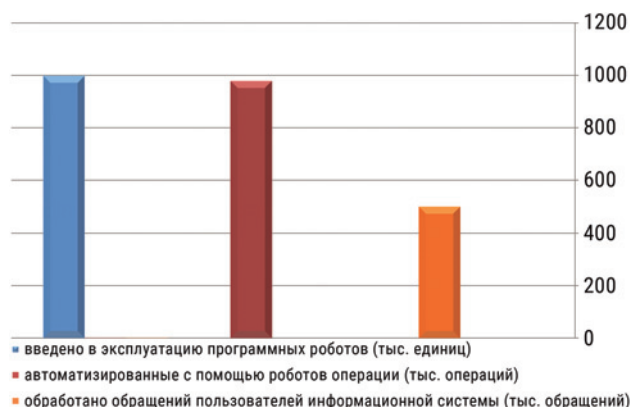


Рис. 5. Результаты внедрения цифровых технологий в ОАО «РЖД» (на 2020 г.)

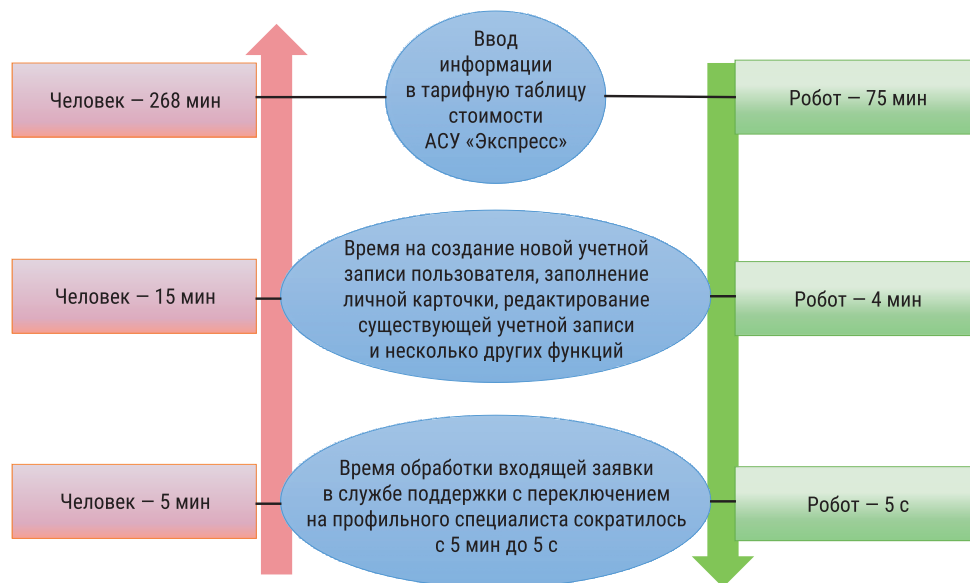


Рис. 6. Время выполнения некоторых операций до и после роботизации

где такие технологии позволили сократить время перевозок на четверо суток (пилотный проект «Интертран»).

Внедренные в практику программные роботы работают по следующим основным направлениям:

- тестирование автоматических систем;
- ввод нормативно-справочной документации и информации о тарифах;
- администрирование учетных записей пользователей.

Итоги роботизации по последним двум направлениям применительно к пригородным перевозкам в электропоездах показаны на рис. 6.

По некоторым операциям увеличение скорости составило 500 % при одновременном сокращении времени обработки входящих заявок в службе поддержки пользователей.

Выводы

На наш взгляд, автоматизация и роботизация в складской и транспортной логистике, и особенно в ОАО «РЖД», в течение 2020–2021 гг. приобрела особую значимость по причине повышенного спроса на железнодорожные перевозки в контейнерах из-за уверенности в сроках доставки грузов и более демократичных правил перевозки опасных грузов,

подлежащих сертификации. С одной стороны, в этот период было очевидным фактом то, что железнодорожный транспорт, а именно ускоренные контейнерные поезда, оказались вне конкуренции при организации перевозок в международных направлениях (например, Китай — Россия) по сравнению с морским и воздушным транспортом. Но надеяться только на это было бы неверным, так как есть вероятность того, что в среднесрочной перспективе клиенты ОАО «РЖД» будут все больше обращать свое внимание, как и в складской логистике, на цифровизацию перевозочного процесса. Соответственно не автоматизированные и не роботизированные процессы в железнодорожных перевозках, как и в складской логистике, уже в среднесрочной перспективе могут потерять свою привлекательность у клиентов. Это особенно важно в конкурентной борьбе за снижение ставок на перевозки грузов в контейнерах, прежде всего на маршрутах с высокой долей автомобильных перевозок (например, на маршруте Москва — Санкт-Петербург и обратно). Придерживаясь логики (рис. 1), вполне ожидаемо, что более глубокое внедрение роботизации и автоматизации на железной дороге может способствовать снижению тарифа за использование инфраструктуры железных дорог, и является одним из инструментов в конкурентной борьбе на рынке транспортных услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиверовский В.И. Логистика в условиях 4-й промышленной революции // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2018. № 10. С. 38–41.

2. Покровская О.Д., Заболоцкая К.А. Цифровое обеспечение комплексного проектирования логистических объектов // Железнодорожный транспорт. 2020. № 3. С. 36–39.

3. Покровская О.Д., Титова Т.С., Заболоцкая К.А. Цифровое обеспечение проектирования логистических объектов // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2020. № 4. С. 61–65. DOI: 10.36535/0236-1914-2020-04-12

4. Покровская О.Д. Цифровизация транспортной отрасли // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2019. № 12. С. 3–7. DOI: 10.36535/0236-1914-2019-12-1

5. Покровская О.Д., Новикова И.Д., Заболоцкая К.А. Цифровая платформа «Терминальная сеть» как инструмент бизнеса в один клик // Железнодорожный транспорт. 2020. № 8. С. 20–24.

6. Покровская О.Д., Куликов Е.С. Цифровые решения для логистики и управления цепями поставок // Инновационный транспорт. 2019. № 4 (34). С. 3–9. DOI: 10.20291/2311-164X-2019-4-3-9

7. Тиверовский В.И. Новые направления развития транспорта и логистики за рубежом // Бюллетень транспортной информации. 2017. № 3 (261). С. 19–24.

8. Тиверовский В.И. Лучшие зарубежные проекты складов и логистических центров // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2018. № 6. С. 42–46.

REFERENCES

1. Tiverovsky V.I. Logistics under conditions of the 4th industrial revolution. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*. 2018;10:38-41. (In Russ.).

2. Pokrovskaya O.D., Zabolotskaya K.A. Digital support for integrated design of logistics facilities. *Railway Transport*. 2020;3:36-39. (In Russ.).

3. Pokrovskaya O.D., Titova T.S., Zabolotskaya K.A. Digital support for designing logistic facilities. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*. 2020;4:61-65. DOI: 10.36535/0236-1914-2020-04-12 (In Russ.).

4. Pokrovskaya O.D. Digitalization of the transport industry. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*. 2019;12:3-7. DOI: 10.36535/0236-1914-2019-12-1 (In Russ.).

5. Pokrovskaya O.D., Novikova I.D., Zabolotskaya K.A. Digital platform "terminal network" as a business tool in one click. *Railway Transport*. 2020;8:20-24. (In Russ.).

6. Pokrovskaya O.D., Kulikov E.S. Digital solutions for logistics and supply chain management. *Innotrans*. 2019;4(34):3-9. DOI: 10.20291/2311-164X-2019-4-3-9 (In Russ.).

7. Tiverovsky V.I. New developmental trends in transport and logistics overseas. *Bulletin of Transport Information*. 2017;3(261):19-24. (In Russ.).

8. Tiverovsky V.I. Best overseas projects of warehouses and logistic centers. *Transport: Science, Equipment, Management. Scientific Information Collection*. 2018;6:42-46. (In Russ.).

Об авторах

Оксана Дмитриевна Покровская — доктор технических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой «Управление эксплуатационной работой», начальник Центра информационно-аналитического сопровождения научной работы; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; РИНЦ ID: 592347, SPIN-код: 8252-2587, Scopus: 57204690735, ResearcherID: AАН-4370-2019, ResearcherID: D-9930-2018, ORCID: 0000-0001-9793-0666; insight1986@inbox.ru;

Юлия Александровна Мороз — обучающаяся кафедры «Железнодорожные станции и узлы»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; moroz.yulechka@list.ru.

Bionotes

Oksana D. Pokrovskaya — Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Acting Head of the Department of "Operations Management"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; ID RSCI: 592347, SPIN-code: 8252-2587, Scopus: 57204690735, ResearcherID: AАН-4370-2019, ResearcherID: D-9930-2018, ORCID: 0000-0001-9793-0666; insight1986@inbox.ru;

Julia A. Moroz — student of the Department of "Railway stations and junctions"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky ave., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation; moroz.yulechka@list.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Юлия Александровна Мороз, moroz.yulechka@list.ru.

Corresponding author: Julia A. Moroz, moroz.yulechka@list.ru.

Статья поступила в редакцию 06.03.2022; одобрена после рецензирования 02.04.2022; принята к публикации 30.05.2022.

The article was submitted 06.03.2022; approved after reviewing 02.04.2022; accepted for publication 30.05.2022.