

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-270-285

УДК 656.2



Научная статья | Логистические транспортные системы

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Г.И. Никифорова, Д.А. Полиэктов

Статья представляет собой исследование жизненного цикла услуги железнодорожного транспорта при перевозке грузов. Описаны особенности услуги как вида товара. Построена параметрическая модель жизненного цикла предоставления услуги железнодорожным транспортом от момента погрузки грузов в вагоны на станции отправления до момента выгрузки на станции назначения. Проводится сопоставление жизненного цикла предоставления услуги и оборота вагона. Анализируются другие эксплуатационные показатели, особенности их расчета и взаимосвязь. Предлагается минимизация жизненного цикла предоставления услуги за счет цифровизации нормирования эксплуатационных показателей. Представлен алгоритм расчета с использованием цифровых методов, приведены элементы интерфейса программы для расчета и нормирования эксплуатационных показателей. Жизненный цикл предоставления услуги сравним с оборотом вагона, но не учитывает порожний пробег вагона. Минимизация жизненного цикла продукции является важной задачей, т.к. позволит сократить расходы, повысить конкурентоспособность и привлекательность железнодорожного транспорта для грузовладельцев. Цифровизация процесса расчета и нормирования эксплуатационных показателей может решить эту задачу.

Цель – применение периода жизненного цикла продукции к услуге железнодорожного транспорта при перевозке грузов с по-

следующим поиском возможностей повышения качества оказываемых услуг.

Метод или методология проведения работы. В статье использовались анализ предоставления перевозочной услуги с позиции управления качеством, моделирование, а также создание алгоритма и программы для цифровизации ряда операций.

Результаты. Услуга по перевозке груза дифференцирована на этапы периода жизненного цикла, представлена параметрическая модель. Намечены пути минимизации жизненного цикла, что позволит сократить расходы, повысить конкурентоспособность и привлекательность железнодорожного транспорта для грузовладельцев. Цифровизация этапа расчета и нормирования эксплуатационных показателей может решить эту задачу.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять в системе железнодорожных перевозок, в работе операторских и транспортно-логистических компаний, при управлении вагонным парком.

Ключевые слова: жизненный цикл; предоставление услуги; эксплуатационные показатели; цифровизация

Для цитирования. Никифорова Г.И., Полиэктвов Д.А. Исследование жизненного цикла железнодорожной транспортной услуги с использованием цифровых методов в логистических системах // *International Journal of Advanced Studies*. 2023. Т. 13, № 3. С. 270-285. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-270-285

Original article | Logistic Transport Systems

STUDY OF THE LIFE CYCLE OF RAILWAY TRANSPORT SERVICES USING DIGITAL METHODS IN LOGISTICS SYSTEMS

G.Is. Nikiforova, D.A. Poliektov

The article is devoted to the study of the life cycle of railway transport services in freight transportation. The features of the service are

describe as a type of product. A parametric model of the life cycle of providing services by rail is construct from the moment of loading goods into wagons at the departure station to the moment of unloading at the destination station. There are the comparison of the service life cycle and the turnover of the car. Other operational indicators, features of their calculation and interrelation are also analyze. It is propose to minimize the service life cycle by digitalizing the rationing of operational indicators. It is present the calculation algorithm using by digital methods. The elements of the program interface for calculating and rationing operational indicators are given. The life cycle of the service is comparable to the turnover of the car, but does not take into account the empty mileage of the car. Minimizing the life cycle of products is an important aim, because it will reduce costs, increase the competitiveness and attractiveness of rail transport for cargo owners. Digitalization of the process of calculating and rationing operational indicators can solve this problem.

Purpose. *The purpose is to apply the product life cycle period to the railway transport service during freight transportation with the subsequent search for opportunities to improve the quality of services provided.*

Methodology. *The article used the analysis of the provision of transportation services from the standpoint of quality management, modeling, as well as the creation of an algorithm and a program for digitalization of a number of operations.*

Results. *The cargo transportation service is differentiate into stages of the life cycle period. It is present a parametric model. They are outline the ways of minimizing the life cycle, which will reduce costs, increase the competitiveness and attractiveness of railway transport for cargo owners. Digitalization of the stage of calculation and rationing of operational indicators can solve this problem*

Practical implications. *It is advisable to apply the results obtained in the railway transportation system, in the work of operators and transport and logistics companies, in the management of the car fleet.*

Keywords: *service life cycle; provision of service; operational indicators; digitalization*

For citation. *Nikiforova G.Is., Poliektov D.A. Study of the Life Cycle of Railway Transport Services using Digital Methods in Logistics Systems. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 3, pp. 270-285. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-3-270-285*

Открытое акционерное общество «РЖД» является одной из крупнейших транспортных компаний мира. Холдинг осуществляет транспортное обслуживание клиентов как в части пассажирских, так и грузовых перевозок и является владельцем железнодорожной инфраструктуры общего пользования, что говорит о необходимости точного управления, регулирования, нормирования перевозочного процесса и повышения качества транспортных услуг. Российские железные дороги активно изучают и разрабатывают, внедряют и применяют передовые цифровые технологии [1-3, 5, 11]. Примером использования современных методов является цифровая станция, проект предполагает автоматизацию процессов управления перевозками на основе цифровой модели реальной станции. «Виртуальная сцепка» позволяет увеличить пропускную способность участков сети, путём сокращения межпоездных интервалов, за счёт управления пакетом поездов (до пяти) одной локомотивной бригадой из кабины первого поезда. Увеличить прозрачность совершаемых операций и обеспечить информирование сторон договора о перевозке позволяет применение смарт-контрактов [6]. Повысить качество подготовки персонала позволяет применение технологий виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR). Для удобства пользователей пассажирского комплекса «РЖД» активно внедряются система «Умный вокзал» [3]. А сократить количество ошибок операторов и увеличить скорость обработки и передачи данных перевозочных документов помогает применение электронного документооборота. Необходимо также учитывать активный рост перевозок по

международным транспортным коридорам «Север - Юг» и «Запад - Восток» [7, 9, 10, 12, 13].

Обеспечение эксплуатационной работы железнодорожного транспорта заключается во взаимодействии всех служб и следовании их как должностным инструкциям, так и планам работы. Важнейшим звеном в организации перевозочного процесса на железных дорогах является управление движением, которое предусматривает осуществление комплекса организационных мероприятий, направленных на выполнение плана перевозок и эффективное использование подвижного состава, материальных, трудовых и финансовых ресурсов. Мировой и отечественный опыт управления успешными компаниями показывает целесообразность внедрения и использования методов системы управления качеством [4, 8, 15]. Сфера транспортных услуг не является исключением. Широкий набор инструментов системы управления качеством может быть применим и в эксплуатационной работе железнодорожного транспорта. Основными задачами управления движением являются: обеспечение плана перевозок; правильное распределение вагонного парка по дорогам и районам управления; рациональное размещение и использование локомотивного парка; установление длин участков обращения локомотивов и участков работы локомотивных бригад; выполнение основных показателей работы железнодорожных подразделений. Необходимо также учитывать активное перераспределение импортных и экспортных грузопотоков [13, 14].

Системный подход к управлению качеством обладает рядом преимуществ и включает в себя следующие аспекты:

- технический;
- процессный;
- организационный;
- кадровый;
- информационный;
- инновационный (научный);
- взаимодействия с внешней средой.

В рамках системного подхода к работе предприятия целесообразно рассмотреть жизненный цикл продукции [4]. Для ОАО «РЖД» такой продукцией будет транспортная услуга. Известно, что услуга обладает рядом особенных свойств. Услуга нематериальна, она не отделима от процесса производства, услуги нельзя накапливать и проч. Весь жизненный цикл продукции можно разделить на этапы, каждый из которых выполняется с заданной целью, и множество целей соответствуют конечной цели предприятия. Упрощенный жизненный цикл продукции (услуги) для железнодорожного транспорта можно представить в виде параметрической модели (рис. 1). Необходимо определить начальный и конечный этапы жизненного цикла услуги: в данном исследовании примем, что началом предоставления услуги является погрузка, а окончанием – выгрузка. Следует отметить, что жизненный цикл услуги не совпадает с основным эксплуатационным показателем – оборотом вагона, который учитывает дополнительно пробег вагона в порожнем состоянии. Однако и оборот вагона и жизненный цикл железнодорожной транспортной услуги следует минимизировать, т.е. сократить длительность или ускорить операции. Цифровизация и автоматизация ряда операций могут эффективно послужить поставленной цели, и решить ряд практических задач.

Для реализации услуги перевозки груза, представленной в виде параметрической модели жизненного цикла, разрабатываются технические нормы работы парка грузовых вагонов. Базой для технического нормирования является план перевозок грузов, который устанавливает на предстоящий месяц объем погрузки и направление следования груженых вагонов, размеры выгрузки, передачи вагонов по стыковым пунктам дорог и районов управления.

Для решения вопроса нормирования эксплуатационной работы показатели по их характеру дифференцируют на следующие категории:

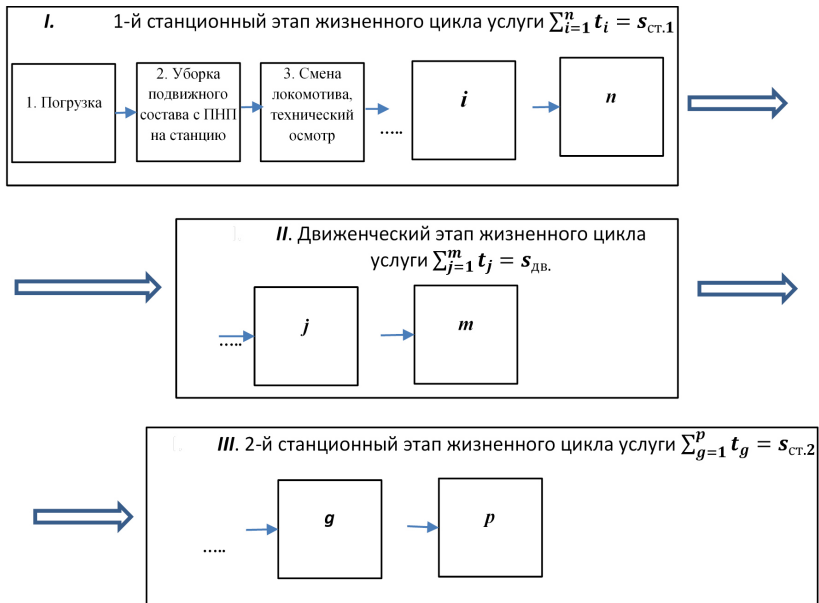


Рис. 1. Параметрическая модель жизненного цикла услуги на железнодорожном транспорте

Количественные показатели – определяют объём планируемой или выполненной работы. Например, погрузка, выгрузка, пробеги вагонов. Качественные показатели – устанавливают требования к качеству организации перевозок и использования технических средств железнодорожного транспорта. Например, оборот вагона, участковая и техническая скорости, коэффициент порожнего пробега. Расчётные показатели – помогают рассчитать количественные. К ним принято относить вагонное плечо, коэффициент местной работы, количество станций, проходимое вагоном за время оборота. К показателям обеспечения перевозочной работы относят: рабочий парк вагонов в целом и по категориям, эксплуатируемый парк локомотивов по видам тяги.

Определение множества показателей по различными категориям оцениваемых параметров по аналитическим зависимостям

может быть трудоёмка при выполнении расчётов вручную. Кроме того, среди показателей есть непосредственные зависимости, т.е. значение одного показателя используется для вычисления значения другого. На основании большого объёма обрабатываемой информации и взаимозависимостей между элементами расчётов целесообразно применение аппаратно-программных комплексов, например, компьютерных программ на базе ЭВМ для осуществления расчёта показателей нормирования работы железнодорожного транспорта. Это позволит сократить жизненный цикл услуги на железнодорожном транспорте для клиентов транспортно-логистических компаний и уменьшить оборот вагона, что выгодно для ОАО «РЖД» и оператора подвижного состава.

В настоящее время активно применяются программные продукты разработанные в средах программирования и на языках Python, Java Script, SQL, C, C+, C++, C#, а также Visual Basic. Кроме того, на практике для выполнения арифметических вычислений с данными, представление которых осуществляется в табличной форме, часто применяется программа Microsoft Office Excel. Встроенные в MSO Excel модули, позволяют разработать опциональный программный продукт для данной среды, который позволит минимизировать трудозатраты на внесение, обработку информации и представление результатов вычислений. Такая разработка будет интегрироваться в MSO Excel на любой ЭВМ и позволит производить расчёты «в несколько кликов». Таким образом, для осуществления данной разработки выбрана программа Excel.

Посредством расчётов в данной программной среде будут решаться следующие задачи, являющиеся одними из основных задач минимизации жизненного цикла транспортной услуги:

- правильное распределений вагонного парка по дорогам и районам управления;
- выполнение основных показателей работы железнодорожных подразделений;

- рациональное размещение и использование подвижного состава и др.

Укрупнённо порядок нормирования эксплуатационных показателей представлен на рисунке 2.

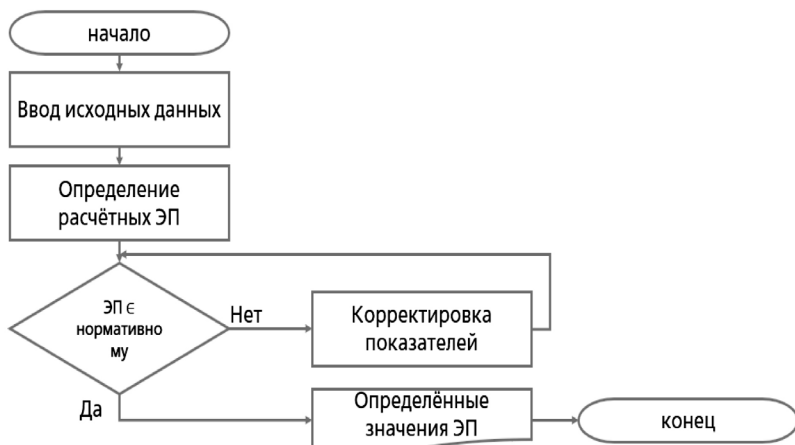


Рис. 2. Блок-схема алгоритма нормирования эксплуатационных показателей

1	2 Вид работы	3 RU и станции	Вагонопотоки назначением							10 ИТОГО	11 ВСЕГО ПО ДОРОГЕ	
			в РУ				на другие дороги					
4	5 Погрузка	6 RU-1	RU-2	RU-3	Итого	A	B	Г	ИТОГО			
4	5	6	50	20	30	100	30	30	40	100	200	
5	6	7	20	60	20	100	80	50	70	200	300	
6	7	8	30	120	150	300	90	20	90	200	500	
7	8	9	Итого	100	200	200	500	200	100	200	500	1000
8	9	10	А	100	100	100	300		200	1500	1700	2000
9	10	11	Б	200	0	100	300	100	0	600	700	1000
10	11	12	Г	100	100	200	400	1100	500	0	1600	2000
11	12	13	Итого	400	200	400	1000	1200	700	2100	4000	5000
12	13	14	Всего	500	400	600	1500	1400	800	2300	4500	6000

Рис. 3. Фрагмент интерфейса программы расчёта показателей эксплуатационной работы

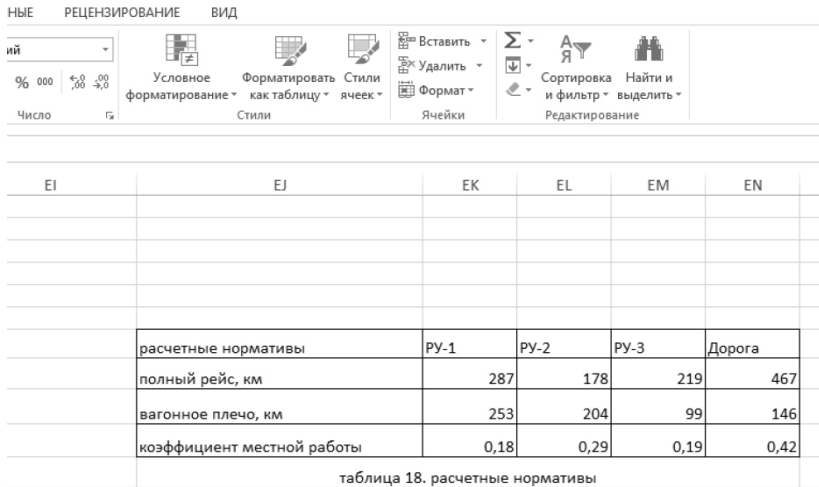


Рис. 4. Фрагмент интерфейса программы расчёта показателей эксплуатационной работы

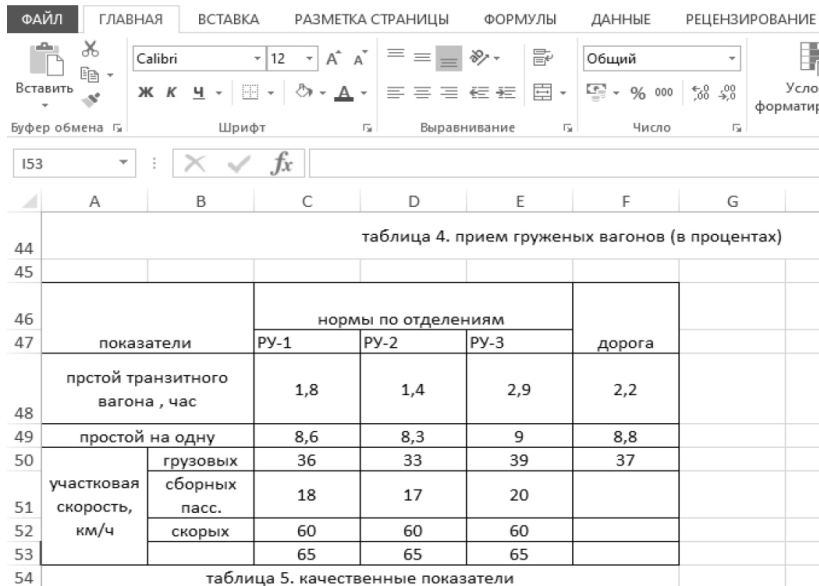


Рис. 5. Фрагмент интерфейса программы расчёта показателей эксплуатационной работы

На данный момент разработана форма для осуществления расчётов значений показателей в среде MSO Excel. Фрагменты разработки представлены на рисунках 3-5. Для выполнения расчётов пользователю необходимо ввести в обозначенные ячейки таблиц исходные данные, после чего запустить выполнение процедуры вычисления. По окончании вычисления программа представит результаты в наглядной и адаптированной для комфортного восприятия табличной форме. Функционирование данной программы возможно на любом персональном компьютере и ноутбуке с программой Microsoft Office Excel.

Представленный способ выполнения нормирования имеет следующие преимущества:

- сокращение времени на выполнение расчётов по сравнению ручными вычислениями;
- отсутствие ошибок в ходе вычисления;
- унификация выполнения расчётов и формы представления результатов.

Цифровизация указанных процессов позволит сократить жизненный цикл предоставления услуги железнодорожным транспортом, уменьшить оборот вагона, а значит сократить издержки, повысить конкурентоспособность ОАО «РЖД» и привлекательность для грузовладельцев.

Список литературы

1. Никифоров В.В., Никифорова Г.И. Цифровизация железнодорожного транспорта с участием операторских компаний // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2022. Т. 19. № 4. С. 736-742.
2. Солоп И.А., Чеботарева Е.А., Куренков П.В. Инновационные направления развития транспортно-логистической инфраструктуры при пропуске поездов // Транспорт и логистика: актуальные проблемы стратегического развития и оперативного управления. VI международная научно-практическая конференция. Ростов-на-Дону, 2022. С. 223-226.

3. Покровская О.Д. Комплексная оценка транспортно-складских систем // Железнодорожный транспорт. 2019. № 7. С. 26-32.
4. Управление качеством в автоматизированном производстве: учебник: в 2-х ч./ А. Г. Лютов, Р. Р. Загидуллин, А. Г. Схиртладзе и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – Ч. 2. – 376 с.
5. Химач И. Р., Самарин В.А., Сергеева Т.Г. Применение цифровых технологий в логистике // УЭРТ–2022. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. под редакцией А. Ю. Панычева, Т. С. Титовой, О. Д. Покровской; отв. за выпуск А. В. Сугоровский, Г. И. Никифорова, Т. Г. Сергеева, М. А. Марченко. Санкт-Петербург, 2022. С. 333-337.
6. Покровская О.Д. Логистическое руководство: математические основы терминалистики, маркировка, классификация и идентификация логистических объектов железнодорожного транспорта. – Казань, 2017. – 281 с.
7. Pokrovskaya O., Orekhov S., Kapustina N., Kizyan N. Formation of logistics facilities in transport corridors // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 8. Сер. “VIII International Scientific Conference Transport of Siberia 2020” 2020. С. 012032. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012032>
8. Filipchenko S.A., Bubnova G.V., Kurenkov P.V. Influence of wagon fleet redundancy on railway transport operation quality // Collection of scientific works. Under edition of Y.I. Sokolov, I.M. Lavrov Biochemistry (Moscow). 2017. С. 75.
9. Kurenkov P.V., Astafyev A.V., Kolos L.E., Chebotareva E.A., Solop I.A., Denisenko T.V. Development of logistics models for oil cargo transportation to reduce logistics costs and improve wagon mileage // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. T. 364 LNNS. С. 219-235.
10. Nikiforova G. A study of the interaction between rail and maritime transport // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. Switzerland, 2022. С. 145-152.
11. Panychev A., Pokrovskaya O. The third-generation university ecosystem in the context of global digitalization // International Scientific

- Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. Switzerland, 2022. C. 100-108.
12. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. ed. by L. Shlossman. Vienna, 2014. C. 154-175.
 13. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. T. 1115. C. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
 14. Safronova A., Reshetko N., Majerčák J., Kurenkov P. Choosing a scheme for the delivery of foreign trade cargo // Transportation Research Procedia. Cep. "International Scientific Conference on Horizons of Railway Transport 2020" 2021. C. 314-320.
 15. Vakulenko S.P., Kurenkov P.V., Kuzina E.L., Astafiev A.V., Nadolinsky P.V., Chebotareva E.A., Solop I.A., Vasilenko M.A., Barashyan V.Y., Gašparik J. Influence of innovative elements of railway infrastructure complex on the technology of the transport process // Transportation Research Procedia. 14th. Cep. "14th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport, TRANSCOM 2021" 2021. C. 342-347.

References

1. Nikiforov V.V., Nikiforova G.I. Digitalization of railway transport with the participation of operator companies Proceedings of the St. Petersburg University of Railways. 2022. Vol. 19. No. 4. pp. 736-742.
2. Solop Irina A.I., Chebotareva Evgenia A.I., Kurenkov Petr V. Innovative directions of transportation and logistics infrastructure development when the trains are lost // Transport and logistics: actual problems of strategic development and operational management. VI International Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2022. pp. 223-226.
3. Pokrovskaya O.D. Comprehensive assessment of transport and storage systems // Railway transport. 2019. No. 7. pp. 26-32.

4. Quality management in automated production: textbook: in 2 hours / A. G. Lyutov, R. R. Zagidullin, A. G. Skhirtladze, etc. - Stary Oskol: TNT, 2015. – Part 2. – 376 p.
5. Himach I.R., Samarin V.A., Sergeeva T.G. Application of digital technologies in logistics // UERT–2022. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. edited by A. Y. Panychev, T. S. Titova, O. D. Pokrovskaya; responsible for the issue of A.V. Sugorovsky, G. I. Nikiforov, T. G. Sergeev, M. A. Marchenko. St. Petersburg, 2022. pp. 333-337.
6. Pokrovskaya O.D. Logistics management: mathematical foundations of criminalistics, marking, classification and identification of logistics objects of railway transport. – Kazan, 2017. – 281 p.
7. Pokrovskaya O., Orekhov S., Kapustina N., Kizyan N. Formation of logistics facilities in transport corridors // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 8. Ser. “VIII International Scientific Conference Transport of Siberia 2020” 2020. P. 012032. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012032>
8. Filipchenko S.A., Bubnova G.V., Kurenkov P.V. Influence of wagon fleet redundancy on railway transport operation quality. // Collection of scientific works. Under edition of Y.I. Sokolov, I.M. Lavrov Biochemistry (Moscow). 2017. P. 75.
9. Kurenkov P.V., Astafyev A.V., Kolos L.E., Chebotareva E.A., Solop I.A., Denisenko T.V. Development of logistics models for oil cargo transportation to reduce logistics costs and improve wagon mileage // Lecture Notes in Networks and Systems. 2022. T. 364 LNNS. P. 219-235.
10. Nikiforova G. A study of the interaction between rail and maritime transport // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. Switzerland, 2022. P. 145-152.
11. Panychev A., Pokrovskaya O. The third-generation university ecosystem in the context of global digitalization // International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia - 2021. Switzerland, 2022. P. 100-108.

12. Pokrovskaya O.D. Terminalistica as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions // Sustainable economic development of regions. ed. by L. Shlossman. Vienna, 2014. C. 154-175.
13. Pokrovskaya O., Fedorenko R. Assessment of transport and storage systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Т. 1115. С. 570-577. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37916-2_55
14. Safronova A., Reshetko N., Majerčák J., Kurenkov P. Choosing a scheme for the delivery of foreign trade cargo // Transportation Research Procedia. Сер. “International Scientific Conference on Horizons of Railway Transport 2020” 2021. P. 314-320.
15. Vakulenko S.P., Kurenkov P.V., Kuzina E.L., Astafiev A.V., Nadolinsky P.V., Chebotareva E.A., Solop I.A., Vasilenko M.A., Barashyan V.Y., Gašparik J. Influence of innovative elements of railway infrastructure complex on the technology of the transport process // Transportation Research Procedia. 14th. Сер. “14th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport, TRANSCOM 2021” 2021. P. 342-347.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Никифорова Гузель Ислямовна, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», кандидат технических наук
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация
guzel.spb@mail.ru

Полиэктвов Дмитрий Александрович, студент

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация
dipol_polipiter@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Guzel Is. Nikiforova, Associate Professor «Operational work management», PhD in Engineering

*Emperor Alexander I Petersburg State Transport University
9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation*

guzel.spb@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-3225>

Dmitriy A. Poliektov, student

*Emperor Alexander I Petersburg State Transport University
9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation*

dipol_polipiter@mail.ru

Поступила 01.05.2023

После рецензирования 15.05.2023

Принята 20.05.2023

Received 01.05.2023

Revised 15.05.2023

Accepted 20.05.2023