

Научная статья
УДК 656.2:681.5
doi:10.46684/2687-1033.2022.3.296-304

Инновационная технология «Автоагент» как эволюция функционала автоматизированной системы «ЭТРАН»

М.В. Шевердова¹, А.В. Сугоровский^{2✉}

^{1,2} Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС);

г. Санкт-Петербург, Россия

¹ maria.bayern2017@yandex.ru

² gthdsq555@yandex.ru✉

АННОТАЦИЯ

На российских железных дорогах активно расширяется функционал автоматизированных систем, применяемых во всех бизнес-процессах ОАО «РЖД». Во многом это связано с быстрыми темпами цифровой трансформации холдинга «РЖД», повышением требований клиентов к скорости доставки, а также волатильными условиями функционирования транспортно-логистического рынка Индустрии 4.0 в целом.

Проанализирован существующий функционал автоматизированной системы «ЭТРАН», на примере которой показана эффективность развития информационных технологий на железнодорожном транспорте. Рассматриваются этапы совершенствования системы. Предложены алгоритмы осуществления операций по оформлению перевозочных документов до и после расширения функционала системы. Разработан ряд аналитических выражений для когнитивной оценки экономии эксплуатационных расходов от внедрения и развития информационных технологий в годовом исчислении для независимых участников перевозки.

Цель исследования — показать эффективность развития информационных технологий, предложить аналитические выражения для оценки экономии эксплуатационных расходов от внедрения и развития автоматизированных систем.

Созданы алгоритмы реализации задач по оформлению перевозочных документов до и после расширения функциональных возможностей автоматизированной системы. Разработаны аналитические выражения для оценки экономии эксплуатационных расходов для каждого из независимых участников перевозки.

Алгоритмы и аналитические выражения будут полезны при когнитивной комплексной оценке эффективности развития автоматизированных систем на железнодорожном транспорте.

Ключевые слова: информационные технологии; автоматизированная система; ЭТРАН; перевозочные документы; автоагент; транспортная накладная; эксплуатационные расходы

Для цитирования: Шевердова М.В., Сугоровский А.В. Инновационная технология «Автоагент» как эволюция функционала автоматизированной системы «ЭТРАН» // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3. Вып. 3. С. 296-304. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.3.296-304>

Original article

Innovative technology “Autoagent” as an evolution of the functionality of the automated system “ETRAN”

Mariya V. Sheverdova¹, Anton V. Sugorovsky^{2✉}

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

¹ maria.bayern2017@yandex.ru

² gthdsq555@yandex.ru✉

ABSTRACT

The functionality of automated systems used in all business processes of the company is actively expanding on Russian railways. This is largely due to the rapid pace of digital transformation of the Russian Railways Holding, the increasing complexity of customer requirements for delivery speed, as well as the volatile operating conditions of the transport and logistics market of Industry 4.0 as a whole.

© М.В. Шевердова, А.В. Сугоровский, 2022

The paper analyzes the existing functionality of the AS ETRAN, the example of which shows the effectiveness of the development of information technologies in railway transport. The stages of system improvement are considered. Algorithms for the execution of operations for the registration of transportation documents before and after the expansion of the functionality of the system are proposed. A number of analytical expressions have been developed for the cognitive assessment of operating cost savings from the introduction and development of information technologies on an annual basis for independent transportation participants.

Purpose — to show the effectiveness of the development of information technologies, to offer analytical expressions to assess the savings in operating costs from the introduction and development of automated systems.

Results — algorithms have been created for the implementation of tasks for the registration of transportation documents before and after the expansion of the functionality of the automated system. Analytical expressions have been developed in order to estimate the savings in operating costs for each of the independent participants in the transportation.

Practical significance — algorithms and analytical expressions will be useful in the cognitive complex assessment of the effectiveness of the development of automated systems in railway transport.

Keywords: information technology; automated system; ETRAN; shipping documents; auto agent; waybill; operating costs

For citation: Sheverdova M.V., Sugorovsky A.V. Innovative technology “Autoagent” as an evolution of the functionality of the automated system “ETRAN”. *Transport technician: education and practice*. 2022;3(3):296-304. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.3.296-304>

ВВЕДЕНИЕ

На российских железных дорогах активно расширяется функционал автоматизированных систем, применяемых во всех бизнес-процессах компании [1–6]. Во многом это связано с быстрыми темпами цифровой трансформации холдинга «РЖД», повышением требований клиентов к скорости доставки, а также волатильными условиями функционирования транспортно-логистического рынка Индустрии 4.0 в целом.

Рассмотрим основные этапы развития автоматизированной системы подготовки и оформления перевозочных документов (АС «ЭТРАН») (рис. 1).

При использовании АС «ЭТРАН» в бизнесе компании ОАО «РЖД» (с 2011 по 2017 гг.) добавлено множество новых функций и типов документов. В этот период для обслуживания новых пользователей и функционала системы постепенно задействована вся производительность действующего комплекса. Средняя нагрузка в пиковые часы достигала 80 % и превышала этот порог, в конце 2017 г. это привело к нескольким случаям замедления работы всех пользователей системы. По итогам разбора инцидентов были запланированы и проведены мероприятия по снижению нагрузки, однако заметного высвобождения ресурсов эти мероприятия не принесли.

Становится очевидным, что для синхронизации постоянного роста количества пользователей и функций системы с темпами предыдущих лет и с учетом прогнозируемого роста количества перевозок на сети ОАО «РЖД», серверных ресурсов существующего аппаратно-программного комплекса

явно недостаточно и требуется модификация, модернизация и обновление АС «ЭТРАН». В частности, одним из таких инновационных инструментов может выступать вложенный модуль — технология «Автоагент».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Применялись методы линейного и динамического программирования, автоматизации, алгоритмизации, формализации и параметризации. Использованы аналитические методы, экономико-математическое моделирование, инструментарий когнитивной оценки.

Для анализа и оценки выполняемых операций до и после расширения функционала системы в данной статье приведены алгоритмы реализации задач по оформлению перевозочных документов [7–9].

До 2018 г. оформлением документов занимались агенты системы фирменного транспортного обслуживания (СФТО). Алгоритм процесса оформления приведен на рис. 2.

В 2018 г. компания «ИНТЭЛЛЕКС» дополнила автоматизированную систему «ЭТРАН» ОАО «РЖД» функцией «Автоагент». Появилась возможность оформления документов приемосдатчиками груза и багажа, что облегчило работу товарной конторы.

Подсистема «Автоагент» автоматически проверяет, насколько верно грузоотправитель заполнил накладную, оформленную с электронной подписью, а также автоматически вносит данные грузо-



Рис. 1. Этапы функциональной эволюции АС «ЭТРАН»

перевозчика, необходимые по действующим нормативным актам.

С октября 2019 г. в тестовом режиме «Автоагент» работал при оформлении перевозки железной и марганцевой руды, строительных, лесных грузов, каменного угля, цемента, нефти и нефтепродуктов.

В 2020 г. с установкой версии 2.22.1 в целях оптимизации процесса оформления перевозочных документов по технологии работы подразделений железной дороги при автоматическом оформлении перевозочных документов на перевозку порожних грузовых вагонов и грузов в АС «ЭТРАН» изменилась технология работы «Автоагента».

Интерфейс новой платформы АС «ЭТРАН» представлен на рис. 3.

Сегодня практически для всех типов документов в системе выполняется автоматическая проверка накладной на область и полигон применения «Автоагента».

При успешном выполнении условий происходит переход к следующим проверкам документа в режиме «Автоагента».

В случае неуспешного выполнения условий появится запись в истории операций документа: «Накладная не может быть оформлена в режиме Автоагента: не подходит под условия применения или полигона ЦФТО применения Автоагента». Документ остается в состоянии «Приемосдатчиком принят». Для дальнейшего оформления обеспечен показ функциональных кнопок «с.410», «Груз принят к перевозке». Продолжать работу с

документом далее необходимо агентам в ручном режиме.

Также с июля 2020 г. по технологии «Автоагент» от 1 июня 2018 г. есть возможность автооформления следующих родов подвижного состава (ПС) (рис. 4).

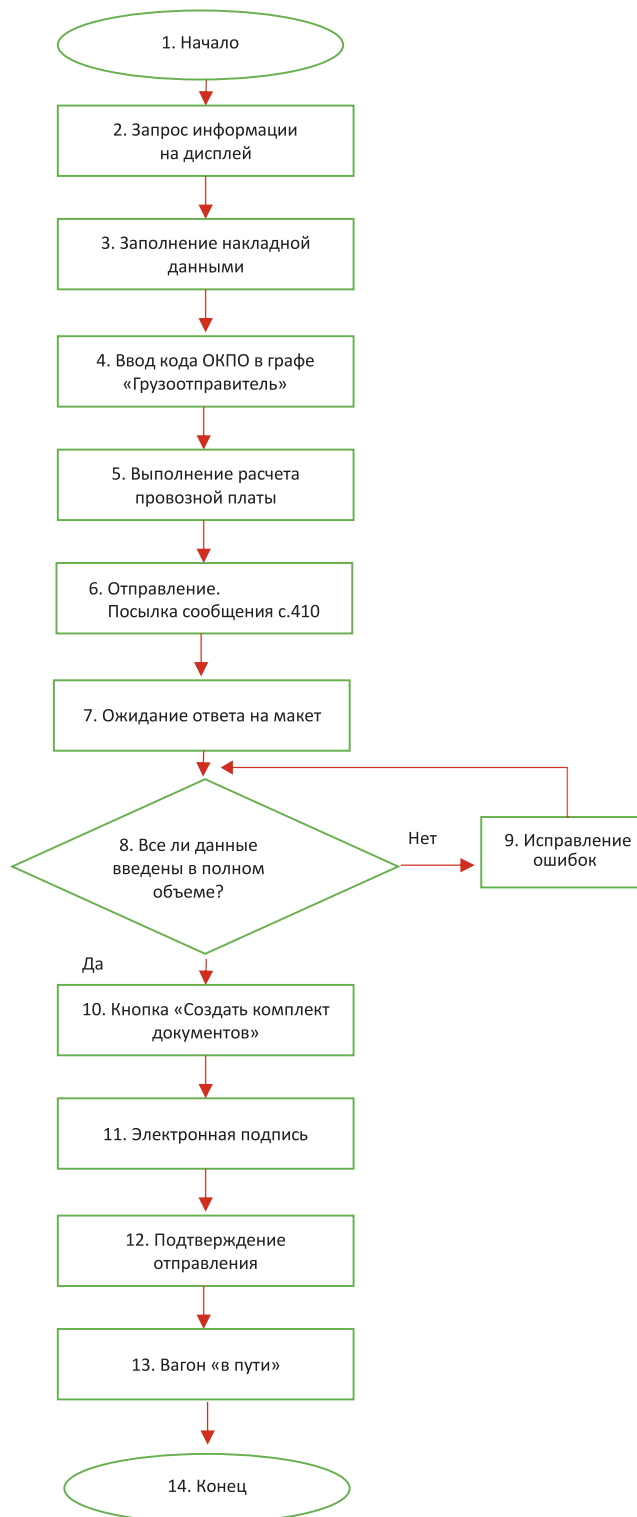


Рис. 2. Алгоритм оформления документа в АС «ЭТРАН» агентами СФТО

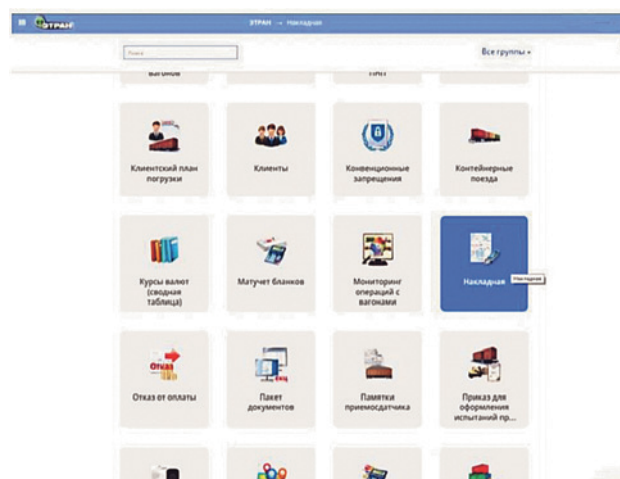


Рис. 3. Интерфейс обновленной платформы АС «ЭТРАН»

В версии 2.22.1 произошли изменения программного обеспечения (ПО) АС «ЭТРАН», а именно:

1. Модифицировано ПО модуля «Накладная» в АРМ ППД и АРМ ППД НП при оформлении документов на станции отправления.

Для документации, находящейся в состоянии «Накладная предъявлена», оформляемой на станции отправления, настроены функциональные кнопки «Прием приемосдатчиком» и «Приемосдатчиком не принято» (после выполнения операции «Печать вагонного листа», если она предусмотрена в данном документе) и исключен показ кнопок «с.410», «Груз принят к перевозке».

2. Модифицировано ПО модуля «Накладная» для автоматического оформления накладных на перевозку грузов и порожних вагонов по отправлению.

Для документов в состоянии «Приемосдатчиком принято» обеспечена настройка следующих проверок на область применения автоагента:

- проверка накладной на порожний рейс (масса груза = 0) на область применения автоагента;
- накладная во внутрисоссийском и международном сообщении оформлена и подписана электронной подписью грузоотправителя на основании заключенного соглашения об оказании информационных услуг;
- род указанных вагонов не входит в список: крытые, изотермические и рефрижераторные;
- по указанным вагонам существует предыдущий рейс, т.е. станция назначения предыдущей отправки по вагону и станция отправления новой отправки по данному вагону совпадают;
- в блоке «Вагоны» отсутствуют сведения о проводниках или использовании вагона в качестве прикрытия;
- в накладной отсутствует отметка «В отстой на собственных путях».



Рис. 4. Типология вагонов, оформляемых с помощью технологий «Автоагент»

В случае успешного выполнения условий обеспечен переход к следующим проверкам документа в режиме автоагента.

В случае неуспешного выполнения условия обеспечена запись в истории операций документа: «Накладная не может быть оформлена в режиме автоагента: не подходит под условия применения автоагента». Тогда документ остается в состоянии «Приемосдатчиком принято», для дальнейшего оформления обеспечен показ функциональных кнопок «с.410», «Груз принят к перевозке».

3. Проверка накладной на перевозку груза в грузовых вагонах на область применения автоагента:

- накладная во внутрироссийском и международном сообщении оформлена и подписана электронной подписью грузоотправителя на основании заключенного соглашения об оказании информационных услуг;
- указаны грузы номенклатурных групп на перевозку грузов в грузовых вагонах.

В режиме автоагента в накладной на порожний рейс (масса груза = 0) обеспечено автоматическое проставление в блоке «Специальные отметки» штампованных отметок об опасности (при их отсутствии) на основании справочника НСИ «Опасные грузы», в случае наличия в накладной в блоке «Груз» признака опасного груза «Опасный груз», «На условиях опасного груза», «Тара на условиях опасного груза»: для значения поля «Опасный груз» в накладной из вкладки «Отметки» паспорта опасного груза переносить все отметки согласно транспортному праву.

4. В режиме автоагента обеспечена проверка накладной на наличие действующих конвенционных запретов и ограничений (КЗО).

5. В режиме автоагента при наличии в накладной кода груза ЕТСНГ 421195 и специальной отметки «из ремонта» обеспечена проверка наличия в блоке «Прилагаемые документы» сведений о ВУ-36 (отметки «ВУ-36М»), оформленных на вагоны, указанные в накладной, и в случае отсутствия обеспечен автоматический поиск электронного уведомления ВУ-36 по номеру вагона и проставление в блоке «Прилагаемые и предъявляемые документы» номера уведомления ВУ-36.

6. В режиме автоагента обеспечена проверка наличия сведений о запорно-пломбировочных устройствах (ЗПУ) в накладной.

Технология «Автоагент» дает возможность минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором [10], и оформлять накладные в автоматическом режиме за несколько минут на станциях с большими объемами погрузки.

Применение данной технологии повышает качество и своевременность оформления перевозочных документов, что экономит время грузовладельцев и сокращает простои вагонов в ожидании накладной. Трудоемкость процесса оформления документации на перевозку порожних и груженых вагонов через систему «Автоагент» составляет в среднем 5–6 минут в расчете на один документ. Ранее на эту операцию уходило гораздо больше времени, сейчас мы можем говорить о снижении трудозатрат в несколько раз.

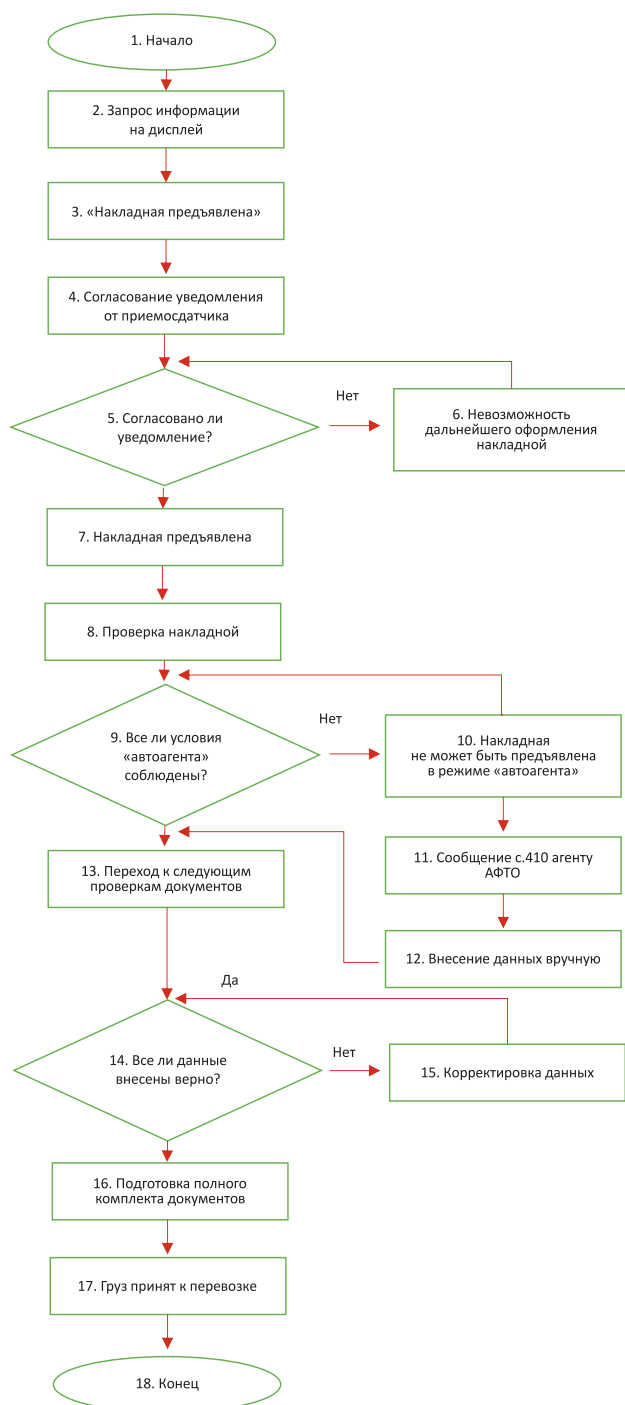


Рис. 5. Блок-схема реализации технологии «Автоагент»

Блок-схема «Программная реализация технологии "Автоагент"» представлена на рис. 5.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате исследования выявлены «узкие места» в совершенствовании автоматизированной системы на разных этапах ее развития, показана

эффективность расширения решаемых задач, определены возможные этапы усовершенствования. Так, в дальнейшем предлагается расширить функциональные возможности программы, а именно оформление таких видов ПС как крытые, изотермические и рефрижераторные вагоны.

Внедрение и развитие информационных технологий, расширение функционала автоматизированных систем позволит сократить эксплуатационные расходы на железнодорожном транспорте¹ [10–21].

С целью когнитивной комплексной оценки экономики эксплуатационных расходов от внедрения и развития информационных технологий в годовом исчислении для независимых участников перевозки могут быть использованы или модифицированы предлагаемые авторами следующие аналитические выражения [22, 23].

Для ОАО «РЖД»

Экономия эксплуатационных расходов за счет сокращения простоя вагонов за год определяется по формуле (1), тыс. руб.

$$\mathcal{E}_{\text{в-ч}} = m \Delta Y e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где m — количество вагонов в составе; ΔY — суточное сокращение времени на обработку поездов на станции, поездо-ч; $e_{\text{в-ч}}$ — расходная ставка на 1 ваг.-ч, руб.

Экономия посредством сокращения объемов маневровой работы за год рассчитывается по следующей формуле, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_{\text{м.р}} = \mathcal{E}_0 \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_0$ — суточная экономия благодаря применению новой технологии работы, тыс. руб.

Общая годовая экономия эксплуатационных расходов для ОАО «РЖД» за счет двух факторов определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E}_{\text{в-ч}} + \mathcal{E}_{\text{м.р}}. \quad (3)$$

Для оператора подвижного состава

Экономия эксплуатационных расходов путем ускорения оборота собственных вагонов оператора, тыс. руб. в год, устанавливается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{об.ваг}} = e_{\text{пн}}^y m \Delta Y e_{\text{в-ч}} \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где $e_{\text{пн}}^y$ — приведенная стоимость 1 ваг.-ч простоя условного вагона.

¹ АО «Карельский окатыш». URL: <http://karelskyokatysh.severstal.com/>

Экономия капитальных вложений, руб./год, в вагонный парк за счет сокращения времени нахождения вагонов на станции рассчитывается следующим образом

$$K_{\text{ваг.п}} = \frac{\delta_{\text{в}} m \Delta Y_{\text{св}}}{24} \cdot 10^{-3}. \quad (5)$$

Общая годовая экономия приведенных затрат для операторов подвижного состава составит

$$\mathcal{E}_{\text{общ}}^{\text{прив}} = \mathcal{E}_{\text{об.ваг}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{ваг.п}}, \quad (6)$$

где $E_{\text{н}}$ — коэффициент эффективности капитальных вложений.

Для грузовладельца

Эффект от ускорения доставки грузов за год рассчитывается исходя из изменения простоя вагонов на станции, тыс. руб.

$$\mathcal{E}_{\Delta t_{\text{гр}}} = \left[\mathcal{C}_{\text{гр}}^{\text{пр}} P_{\text{ст}} \Delta Y m \varepsilon_{\text{гр}} \frac{1}{24} \right] \cdot 365 \cdot 10^{-3}, \quad (7)$$

где $\mathcal{C}_{\text{гр}}^{\text{пр}}$ — средняя цена 1 т груза при нахождении на грузовых станциях, руб.; $P_{\text{ст}}$ — статическая нагрузка вагона, т; $\varepsilon_{\text{гр}}$ — доля времени простоя вагона на грузовой станции в груженом состоянии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере АС «ЭТРАН» показана эффективность развития информационных технологий на железнодорожном транспорте.

Предложены аналитические выражения для оценки экономии эксплуатационных расходов от внедрения и развития автоматизированных систем.

Созданы алгоритмы реализации задач по оформлению перевозочных документов до и после расширения функциональных возможностей автоматизированной системы.

Практическая значимость выполненного исследования состоит в том, что алгоритмы и аналитические выражения могут быть полезны при когнитивной комплексной оценке эффективности развития автоматизированных систем на железнодорожном транспорте. Технология «Автоагент» позволяет минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором, и ускоряет оформление перевозочной документации. Следует полагать, что применение функционала «Автоагент» даст возможность повысить качество и своевременность оформления перевозочных документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kotenko A., Malakhova T., Shchmanev T. Analysis of the Experience of Operation and Scope of Application of Direct Connections to Ensure Passenger Transportation on Regional Lines // Lecture Notes in Civil Engineering. 2020. Pp. 363–372. DOI: 10.1007/978-981-15-0450-1_37
2. Покровская О.Д., Роднева Е.С. Совершенствование систем управления перевозочным процессом на полигоне Северной железной дороги // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. № 1. С. 87–96. DOI: 10.46684/10.46684/2687-1033.2021.1.87-96
3. Markov D.S., Nasedkin O.A., Manakov A.D., Vasilenko M.N., Kotenko A.G., Belozherov V.L. Method for Assessing Probabilistic Reliability Estimation and Safety of Railway Automation Systems Redundant Structures // 2020 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). 2020. DOI: 10.1109/EWDTS50664.2020.9224925
4. Рыбин П.К., Горин Р.В. Метод оптимизации структуры нейронной сети для задачи планирования подвода поездов к предпортовым станциям // Вестник транспорта Поволжья. 2017. № 5 (65). С. 55–63.
5. Moiseev V.I., Ksenofontova V.A., Karpova T.S. Construction of the simulation model of transportation oil products // CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of Models and Methods of Information Systems Research Workshop 2019. 2020. Pp. 103–107.
6. Nikitin V.V., Sychugov A.N., Rolle I.A., Vikulov I.P. Calculations of the Parameters and Simulation of the Operation of Non-linear Surge Arresters for AC Rolling Stock // Russian Electrical Engineering. 2020. Vol. 91. Issue 2. Pp. 87–92. DOI: 10.3103/S1068371220020078
7. Никифорова Г.И. Построение дескриптивной модели логистической цепи доставки грузов при взаимодействии железнодорожного и морского транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2020. Т. 17. № 4. С. 545–551. DOI: 10.20295/1815-588X-2020-4-545-551
8. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 13–23.
9. Аль-Шумари А.С., Котенко О.В. Влияние веса и скорости грузовых поездов на провозную способность однопутных линий большой грузонапряженности // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2011. № 1 (26). С. 27–35.
10. Sugorovsky A.V., Sugorovsky A.V., Avksentieva E.Yu., Avksentiev S.Yu. Identifying the characteristics of the behavior of students and graduates of the "operation of railways" specialty in a stressful situation // Laplace em Revista. 2020. Vol. 6. Issue Extra-C. Pp. 292–298. DOI: 10.24115/S2446-622020206Extra-C654p.292-298

11. Сугоровский А.В. Развитие железнодорожной инфраструктуры станций в связи с реализацией инвестиционного проекта создания Северного широтного хода // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16. № 4. С. 602–610. DOI: 10.20295/1815-588X-2019-4-602-610
12. Грошев Г.М., Сугоровский А.В., Сугоровский А.В. Обоснование с применением имитационного моделирования эффективности диспетчерского регулирования на участке // Транспортные системы и технологии. 2016. Т. 2. № 2. С. 106–109.
13. Fan Q., Jin Y., Wang W., Yan X. A performance-driven multi-algorithm selection strategy for energy consumption optimization of sea-rail intermodal transportation // Swarm and Evolutionary Computation. 2019. Vol. 44. Pp. 1–17. DOI: 10.1016/j.swevo.2018.11.007
14. Caramuta C., Giacomini C., Longo G., Montrone T., Poloni C., Ricco L. Integration of BPMN Modeling and Multi-actor AHP-aided Evaluation to Improve Port Rail Operations // Transportation Research Procedia. 2021. Vol. 52. Pp. 139–146. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.01.015
15. Zhang Q., Wang W., Peng Y., Guo Z. Impact of rail transport services on port competition based on a spatial duopoly model // Ocean & Coastal Management. 2017. Vol. 148. Pp. 113–130. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2017.06.008
16. Ferrari P. Some necessary conditions for the success of innovations in rail freight transport // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2018. Vol. 118. Pp. 747–758. DOI: 10.1016/j.tra.2018.10.020
17. Kurtuluş E., Çetin İ.B. Analysis of modal shift potential towards intermodal transportation in short-distance inland container transport // Transport Policy. 2020. Vol. 89. Pp. 24–37. DOI: 10.1016/j.tranpol.2020.01.017
18. Prata J., Arsenio E. Assessing intermodal freight transport scenarios bringing the perspective of key stakeholders // Transportation Research Procedia. 2017. Vol. 25. Pp. 900–915. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.465
19. Adler N., Brudner A., Proost S. A review of transport market modeling using game-theoretic principles // European Journal of Operational Research. 2021. Vol. 291. Issue 3. Pp. 808–829. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.11.020
20. Покровская О.Д. О терминологии объектов терминально-складской инфраструктуры // Мир транспорта. 2018. Т. 16. № 1 (74). С. 152–163.
21. Костенко В.В., Сугоровский А.В., Хомич Д.И., Четчуев М.В., Шепель А.С. Дополнительные показатели использования маневровых локомотивов // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 33–37.
22. Грошев Г.М., Котенко А.Г., Сугоровский А.В., Сугоровский А.В. Регулирование подвода транзитных и разборочных грузовых поездов к техническим станциям // Транспортные системы и технологии. 2018. Т. 4. № 1. С. 94–104. DOI: 10.17816/transsyst2018041094-104
23. Тиверовский В.И. Железные дороги стран Европы – на пути в цифровое будущее // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. № 2. С. 213–220. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.2.213-220

REFERENCES

1. Kotenko A., Malakhova T., Shchmanev T. Analysis of the Experience of Operation and Scope of Application of Direct Connections to Ensure Passenger Transportation on Regional Lines. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020;363-372. DOI: 10.1007/978-981-15-0450-1_37
2. Pokrovskaya O.D., Rodneva E.S. Improvement of transportation process management systems at the Northern Railway landfill. *Transport Technician: Education and Practice*. 2021;2(1):87-96. DOI: 10.46684/10.46684/2687-1033.2021.1.87-96 (In Russ.).
3. Markov D.S., Nasedkin O.A., Manakov A.D., Vasilenko M.N., Kotenko A.G., Belozerov V.L. Method for Assessing Probabilistic Reliability Estimation and Safety of Railway Automation Systems Redundant Structures. 2020 *IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. 2020. DOI: 10.1109/EWDTS50664.2020.9224925
4. Rybin P.K., Gorin R.V. Method of optimizing of the neural network structure for planning train arrival at pre-port stations. *Vestnik transporta Povolzhya*. 2017;5(65):55-63. (In Russ.).
5. Moissev V.I., Ksenofontova V.A., Karpova T.S. Construction of the simulation model of transportation oil products. *CEUR Workshop Proceedings: Proceedings of Models and Methods of Information Systems Research Workshop 2019*. 2020;103-107.
6. Nikitin V.V., Sychugov A.N., Rolle I.A., Vikulov I.P. Calculations of the Parameters and Simulation of the Operation of Non-linear Surge Arresters for AC Rolling Stock. *Russian Electrical Engineering*. 2020;91(2):87-92. DOI: 10.3103/S1068371220020078
7. Nikiforova G.I. Construction of a descriptive model of the logistics chain for the delivery of goods in the interaction of rail and sea transport. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2020;17(4):545-551. DOI: 10.20295/1815-588X-2020-4-545-551 (In Russ.).
8. Pokrovskaya O.D. The state of transport and logistics infrastructure for coal transportation in Russia. *Innovative Transport*. 2015;1(15):13-23. (In Russ.).
9. Al-Shumary A.S., Kotenko O.V. Influence of freight train weight and speed on carrying capacity of single-track lines having great traffic density. *Proceedings of Petersburg Transport University*. 2011;1(26):27-35. (In Russ.).
10. Sugorovsky A.V., Sugorovsky A.V., Avksentieva E.Yu., Avksentiev S.Yu. Identifying the characteristics of the behavior of students and graduates of the “operation of railways” specialty in a stressful situation. *Laplace em Revista*. 2020;6(Extra-C):292-298. DOI: 10.24115/S2446-622020206Extra-C654p.292-298
11. Sugorovsky A.V. The development of railway infrastructure of stations related to implementation of the investment design project for Northern Latitudinal Railway. *Proceedings of Petersburg State Transport University*. 2019;16(4):602-610. DOI: 10.20295/1815-588X-2019-4-602-610 (In Russ.).
12. Groshev G.M., Sugorovsky A.V., Sugorovskiy A.V. The rationale and effectiveness of the supervisory regulation on site with the use of simulation. *Transportation Systems and Technology*. 2016;2(2):106-109. (In Russ.).

13. Fan Q., Jin Y., Wang W., Yan X. A performance-driven multi-algorithm selection strategy for energy consumption optimization of sea-rail intermodal transportation. *Swarm and Evolutionary Computation*. 2019;44:1-17. DOI: 10.1016/j.swevo.2018.11.007
14. Caramuta C., Giacomini C., Longo G., Montrone T., Poloni C., Ricco L. Integration of BPMN Modeling and Multi-actor AHP-aided Evaluation to Improve Port Rail Operations. *Transportation Research Procedia*. 2021;52:139-146. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.01.015
15. Zhang Q., Wang W., Peng Y., Guo Z. Impact of rail transport services on port competition based on a spatial duopoly model. *Ocean & Coastal Management*. 2017;148:113-130. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2017.06.008
16. Ferrari P. Some necessary conditions for the success of innovations in rail freight transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2018;118:747-758. DOI: 10.1016/j.tra.2018.10.020
17. Kurtuluş E., Çetin İ.B. Analysis of modal shift potential towards intermodal transportation in short-distance inland container transport. *Transport Policy*. 2020;89:24-37. DOI: 10.1016/j.tranpol.2020.01.017
18. Prata J., Arsenio E. Assessing intermodal freight transport scenarios bringing the perspective of key stakeholders. *Transportation Research Procedia*. 2017;25:900-915. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.465
19. Adler N., Brudner A., Proost S. A review of transport market modeling using game-theoretic principles. *European Journal of Operational Research*. 2021;291(3):808-829. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.11.020
20. Pokrovskaya O.D. On terminology of terminal and warehouse infrastructure objects. *Mir transporta*. 2018;16(1):(74):152-163. (In Russ.).
21. Kostenko V.V., Sugorovsky A.V., Khomich D.I., Chet-chuyev M.V., Shepel A.S. Additional use values of shunting locomotives. *Transport of the Russian Federation*. 2018;2(75):33-37. (In Russ.).
22. Groshev G.M., Kotenko A.G., Sugorovsky A.V., Sugorovsky A.V. Regulation of the supply of transit and de-construction of freight trains to the technical stations. *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(1):94-104. DOI: 10.17816/trans-syst2018041094-104 (In Russ.).
23. Tiverovsky V.I. Railways of European countries – on the way to the digital future. *Transport Technician: Education and Practice*. 2021;2(2):213-220. DOI: 10.46684/2687-1033.2021.2.213-220 (In Russ.).

Об авторах

Мария Вячеславовна Шевердова — аспирант; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; maria.bayern2017@yandex.ru;

Антон Васильевич Сугоровский — кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»; **Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)**; 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9; gthdsq555@yandex.ru.

Bionotes

Mariya V. Sheverdova — postgraduate; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; maria.bayern2017@yandex.ru;

Anton V. Sugorovsky — Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of the Department of "Operations Management"; **Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PGUPS)**; 9 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russian Federation; gthdsq555@yandex.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: Антон Васильевич Сугоровский, gthdsq555@yandex.ru.

Corresponding author: Anton V. Sugorovsky, gthdsq555@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 12.06.2022; одобрена после рецензирования 03.08.2022; принята к публикации 30.08.2022.

The article was submitted 12.06.2022; approved after reviewing 03.08.2022; accepted for publication 30.08.2022.