

ISSN 2328-1391

International Journal of Advanced Studies

VOLUME 10, NUMBER 4,
2020



ISSN 2328-1391 (print)
ISSN 2227-930X (online)

International Journal of Advanced Studies

Founded in 2011
Volume 10, No 4, 2020

Editor-in-Chief – **Andrey V. Ostroukh**, Dr. Sci. (Tech.), Professor
Chief Editor – **Yan A. Maksimov**
Managing Editors – **Dmitry V. Dotsenko**, **Natalia A. Maksimova**
Language Editor – **Svetlana D. Zlivko**
Support Contact – **Yu.V. Byakov**
Layout Editor – **R.V. Orlov**

Международный журнал перспективных исследований

Журнал основан в 2011 г.
Том 10, № 4, 2020

Главный редактор – **А.В. Остроух**, д-р техн. наук, проф.
Шеф-редактор – **Я.А. Максимов**
Выпускающие редакторы – **Доценко Д.В.**, **Максимова Н.А.**
Корректор – **Зливко С.Д.**
Технический редактор – **Ю.В. Бяков**
Компьютерная верстка, дизайнер – **Р.В. Орлов**

Krasnoyarsk, 2020
Science and Innovation Center Publishing House

Красноярск, 2020
Научно-Инновационный Центр

12+

International Journal of Advanced Studies, Volume 10, No 4, 2020, 212 p.

The edition is registered (certificate of registry EL № FS 77 - 63681) by the Federal Service of Intercommunication and Mass Media Control and by the International center ISSN (ISSN 2328-1391 (print), ISSN 2227-930X (online)).

IJAS is published 4 times per year

All manuscripts submitted are subject to double-blind review.

IJAS was included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and editions, approved by the State Commission for Academic Degrees and Titles (the VAK) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

The journal is included in the Russian Scientific Citation Index (RSCI) and is presented in the Scientific Electronic Library. The journal has got a RSCI impact-factor (IF RSCI).

IF RSCI 2018 = 0.355

Address for correspondence:

9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation

E-mail: ijas@ijournal-as.com

<http://ijournal-as.com>

Subscription index in the General catalog «SIB-Press» – 63681

Published by Science and Innovation Center Publishing House

Международный журнал перспективных исследований, Том 10, №4, 2020, 212 с.

Журнал зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации от 10.11.2015 ЭЛ № ФС 77 - 63681) и Международным центром ISSN (ISSN 2328-1391 (print), ISSN 2227-930X (online)).

Журнал выходит четыре раза в год

На основании заключения Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России журнал включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Журнал представлен в Научной Электронной Библиотеке в целях создания Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). ИФ РИНЦ 2018 = 0,355.

Адрес редакции, издателя и для корреспонденции:

660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192

E-mail: ijas@ijournal-as.com

<http://ijournal-as.com>

Подписной индекс в каталоге «СИБ-Пресса» – 63681

Учредитель и издатель:

Издательство ООО «Научно-инновационный центр»

Editorial Board Members

Sunil Kumar Yadav, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

Yong Lee, Ph. D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology (HIT), China).

Tatiana V. Avdeenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Automated Control Systems, Leading Researcher (Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation).

Vitaly N. Vasilenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Technology (Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russian Federation).

Alexey V. Voropay, Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor, Department «Machine Parts and Theory of Machines and Mechanisms» (Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine).

Vladimir A. Dresvyannikov, Doctor of Economics, Assistant Professor, Professor of the Department of Management and Marketing (Penza Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, Penza, Russian Federation).

Elena V. Erokhina, Doctor of Economics, Professor of Economics and Organization of Production (Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russian Federation).

Sultan V. Zhankaziev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research (Moscow Automobile And Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation).

Nikolay S. Zakharov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automotive and Technological Machines Service (Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation).

Olga V. Kalimullina, Candidate of Economics (PhD), Associate Professor, Department of Management and Modeling in Socio-Economic Systems (St. Petersburg State University of Telecommunications named after Prof. MA Bonch-Bruевич, St. Petersburg, Russian Federation).

Sergey V. Kosyakov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Software for Computer Systems (Ivanovo State Energy University named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russian Federation).

Andrey V. Kochetkov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Expertise and Risk Assessment (Russian Road Research Institute, Moscow, Russian Federation).

Mikhail N. Krasnyanskiy, Doctor of Technical Sciences, Rector (Tambov State Technical University, Tambov, Russian Federation).

Aleksey L. Manakov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department "Technology of Transport Engineering and Machine Operation", Rector (Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation).

Boris Yu. Serbinovskiy, Doctor of Economics, Professor of the Department of Systems Analysis and Management of the Faculty of High Technologies (Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation).

Boris S. Sergeev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Electric Machines" (Ural State Transport University, Yekaterinburg, Russian Federation).

Habibulla Turanov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department "Stations, Knots and Cargo Work" (Ural State Transport University, Yekaterinburg, Russian Federation).

Ilya A. Khodashinsky, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Complex Information Security of Electronic Computing Systems (Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russian Federation).

Vyacheslav P. Shuvalov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Discrete Communications and Metrology (Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk, Russian Federation).

Nikolai N. Yakunin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Motor Transport (Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation).

Члены редакционной коллегии

Sunil Kumar Yadav, M.Sc. (Mathematics), Ph.D. (Differential Geometry), Assistant Professor (Alwar Institute of Engineering & Technology, India).

Yong Lee, Ph. D., Professor, School of Computer Science and Technology (Harbin Institute of Technology (HIT), China).

Авдеенко Татьяна Владимировна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры АСУ, вед. науч. сотрудник НОЦ ИИТБ (Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Российская Федерация).

Василенко Виталий Николаевич, доктор технических наук, профессор, декан Технологического факультета (Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Российская Федерация).

Воропай Алексей Валерьевич, кандидат технических наук (PhD), доцент, доцент кафедры Деталей машин и ТММ (Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина).

Дресвянников Владимир Александрович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и маркетинг» (Пензенский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Пенза, Российская Федерация).

Ерохина Елена Вячеславовна, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и организации производства (Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Российская Федерация).

Жанказиев Султан Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Российская Федерация).

Захаров Николай Степанович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сервиса автомобилей и технологических машин (Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Российская Федерация).

Калимуллина Ольга Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и моделирования в социально-экономических системах (Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Российская Федерация).

Косяков Сергей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой программного обеспечения компьютерных систем (ФГБОУ ВО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина", Иваново, Российская Федерация).

Кочетков Андрей Викторович, доктор технических наук, профессор, начальник отдела экспертизы и оценки риска (ФАО «РОСДОРНИИ», г. Москва, Российская Федерация).

Краснянский Михаил Николаевич, доктор технических наук, ректор (Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Российская Федерация).

Манаков Алексей Леонидович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин», ректор (федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск, Российская Федерация).

Сербиновский Борис Юрьевич, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры системного анализа и управления факультета высоких технологий (Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация).

Сергеев Борис Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Электрические машины" (ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Российская Федерация).

Туранов Хабибулла Туранович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Станции, узлы и грузовая работа" (ФГБОУ ВО Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Российская Федерация).

Ходашинский Илья Александрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Российская Федерация).

Шувалов Вячеслав Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Передачи дискретных сообщений и метрологии (Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Новосибирск, Российская Федерация).

Якунин Николай Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта (Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация).

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-7-17**УДК 004.93**

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УМНОГО ТРЕКИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Биков Д.И., Хамидуллин М.Р.

Автомобильная отрасль – стремительно развивающаяся область не только в России но и за рубежом. Развитие автомобильной промышленности в нашей стране не должно ограничиваться увеличением автомобилей, оно также должно быть направлено на дальнейшее развитие с использованием информационных систем и технологий.

Для обеспечения комфортного передвижения людей по городу или в любом другом населенном пункте требуется ряд важных программных средств, упрощающих навигацию в городских и внегородских условиях, проверяющих состояние трафика дорожного движения и сокращающих передвижение жителя из пункта А в пункт Б.

***Цель** – создание системы трекинга маршрутных такси для улучшения взаимодействия между водителями и пешеходами, автоматизация дорожного трафика путём внедрения умных систем отслеживания, облегчение навигации по населенному пункту.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье рассмотрен проект по отслеживанию маршрутных средств и взаимодействие с ним.*

***Результаты:** разработано приложение для мобильных устройств на базе IOS и Android, в котором отображается трафик передвижения пассажиров и водителя в реальном времени.*

***Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять пешеходам, которые имеют возможность отслеживать маршрутные средства передвижения и удобно взаимодействовать с ними.*

***Ключевые слова:** дорожное движение; маршрутное такси; автоматизация; мобильная разработка; трекинг.*

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A REAL-TIME SMART TRACKING SYSTEM

Bikov D.I., Khamidullin M.R.

The automotive industry is a rapidly developing area not only in Russia but also abroad. The development of motorization in our country should not be limited to the increase in cars, it should also be aimed at further development using information systems.

To ensure the comfortable movement of people around the city or in any other locality, a number of important software tools are required that simplify navigation in urban and non-urban conditions, check the state of traffic and reduce the movement of a resident from point A to point B.

Purpose – *creation of a route taxi tracking system to improve interaction between drivers and pedestrians, automation of road traffic through the introduction of smart tracking systems, facilitating navigation in the locality.*

Method or methodology of work: *the article discusses the project for tracking route vehicles and interaction with it.*

Results: *developed an application for mobile devices based on IOS and Android, which displays the traffic movement of passengers and drivers in real time.*

Scope of the results: *the results obtained should be applied to pedestrians who have the ability to track route vehicles and interact with them conveniently*

Keywords: *traffic; minibus; automation; mobile development; tracking.*

Введение

В данной статье рассматривается актуальное решение проблемы организации отслеживания маршрутных средств. В настоящее время на дорогах России функционирует огромное количество маршрутного транспорта, при этом важной особенностью является удобность информационных систем, тесное взаимоотношения между пешеходом и водителем автобуса, а также с другими пешеходами.

Практически каждая фирма, обладающая маршрутными средствами, стремится привлечь как можно больше клиентов, поскольку совершаемые ими операции – это доходобразующие факторы в их деятельности. Важным условием для привлечения клиентов является удобство и доступность приложения [1].

Разработка системы умного трекинга направлена на отслеживание автобусов в реальном времени и взаимодействия с водителем путем использования мобильных устройств.

Материалы и методы

В приложении реализовано взаимодействие между пешеходом и водителем. После запуска приложения клиенту предоставляется 2 выбора роли: «Водитель» и «Пешеход» (рис. 1).



Рис. 1. Начальное меню

Роль «Водитель», подразумевает, что клиент мобильного приложения выбирает для себя статус «водителя маршрутного средства». Это значит, что ему придется в обязательном порядке заполнить анкету водителя, в котором он указывает город, в котором будет осуществляться перевозка людей, номер маршрута, стаж, фамилию, ФИО, дату рождения, а также краткую информацию о себе (рис. 2).

Заполните анкету:

Ваш город?

Какое маршрутное такси вы возите?

Какой у вас стаж вождения?

Ваш ФИО?

Дата вашего рождения?

00 00 0000

Напишите кратко о себе:

Будете принимать оплату маршрутов коинами?

Да Нет

OK

Рис. 2. Анкета водителя

Следующим шагом пользователю предстоит определиться, будет ли приниматься оплата электронными деньгами или наличным расчетом [2].

После всех манипуляций мобильное приложение подключится к своим базам данных, загрузит все маршруты автобусов и выберет подходящий. Водителю маршрутного транспортного средства следует прибыть в начальный пункт отправления и нажать на кнопку «Начать движение» (рис. 3).

Местонахождение смартфона определяется при помощи GPS и отправляется на главный сервер [3]. После обработки информации у всех пользователей приложения отобразится местоположение, номер и загруженность маршрутного такси в приложении. Для водителя будет обеспечен строгий контроль его движения. На серверах анализируется скорость и местоположение маршрутного такси, и контроль того, чтобы водитель останавливался на остановочных станциях, в противном случае потеряет свой статус «активной маршрутки» [4]. Пользователь с статусом «водитель» имеет возможность видеть пешеходов, которые ожидают его автобус (рис. 4).

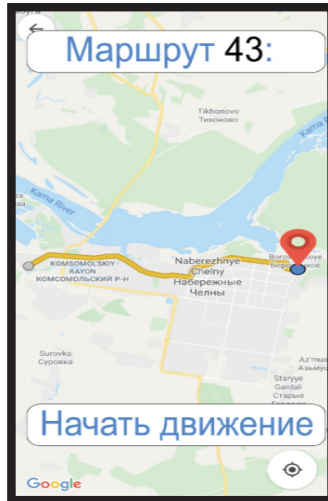


Рис. 3. Начало движения

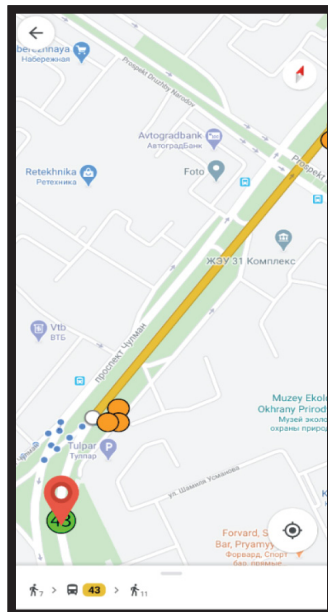


Рис. 4. Ожидающие пассажиры

Типы уведомлений предоставлены на рисунке 5:

1. Первое уведомление с синим оформлением показывает то, что пассажир собирается выходить на следующей остановке. Эта информация будет браться из смартфона самого пассажира, т.е. следуя информации по его навигатору, в котором проложен маршрут и отмечена остановка, в котором он должен выйти.
2. Второе уведомление с красным оформлением показывает сообщение от пассажира.
3. Третье уведомление с зеленым оформлением показывает то, что пассажир, к примеру, Иванов Д.И. оплатил проезд, следовательно, может просто показать квитанцию об оплате.

В приложении так же имеется меню, в котором отображаются анализ доходов и расходов [6]. Присутствует возможность получать сообщения от пассажиров. Это удобно в тех моментах, когда пешеход забыл свои личные вещи внутри транспортного средства.

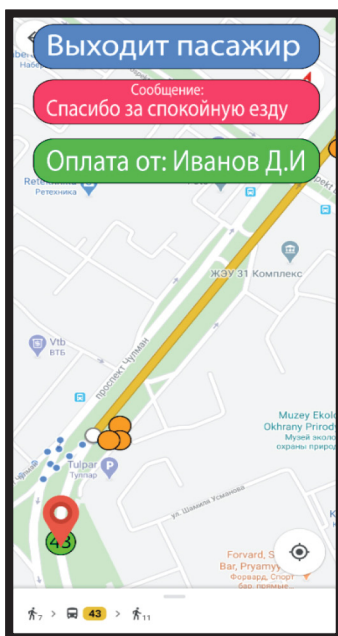


Рис. 5. Уведомления

Рассмотрим пункт «Пассажир». Первым действием клиенту необходимо проложить свой маршрут из пункта А в пункт Б при помощи навигатора. Информация о данном маршруте посылается на сервера приложения, в котором в дальнейшем произойдет обработка данных, при этом клиент приобретает статус «ожидающего», и появится на картах водителя, соответствующих номеру ожидания пешехода [5].

После того как клиент воспользовался указанным маршрутом, ему будет представлена анкета водителя, в котором будет вся информация про него и возможность оплатить проезд или же оставить сообщение. В то же время, смартфон пассажира отправит геолокацию на сервера приложения, где будет обрабатываться информация о том, каким путем клиент передвигается, и в каких остановках останавливается [7]. Если все эти данные будут соответствовать маршруту автобуса под указанным номером, то смартфон данного пассажира приобретет статус «маршрутное такси» и будет виден всем пользователям приложения как автобус. Каждый клиент приложения имеет возможность увидеть местоположение, номер и загруженность маршрутки (рис. 6).

1. Зеленым цветом отмечается то, что едет маршрутка с подходящим номером маршрута пользователя приложения.
2. Красным цветом показываются все переполненные автобусы.
3. Оранжевым обозначаются все остальные маршрутные средства.

Загруженность определяется по активным клиентам внутри маршрутки или же самим клиентом, который будет указывать уровень загруженности в приложении. Визуально лучшим решением было бы использование QR-кодов [8]. Так же имеется возможность оставить сообщение всем пользователям. В любое время можно обратиться во вкладку «История» и посмотреть в каком маршрутном такси ездил пользователь приложения и увидеть анкету водителя. Имеется возможность отправить ему сообщение, если, например, пассажир оставил какие-то свои личные вещи в маршрутке.

Приложение поддерживает все популярные операционные системы, такие как «Android», и «IOS». С помощью разработанного приложения можно будет быстро оплачивать за проезд и водителю станет удобнее получать денежные средства на карту [9].

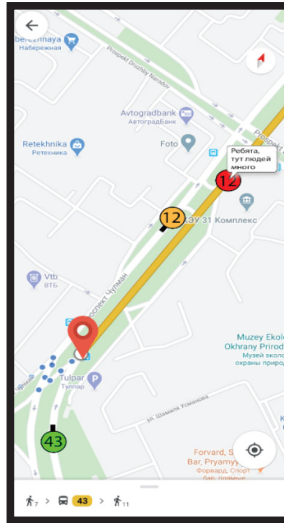


Рис. 6. Активные маршрутные средства

Все данные клиента и маршруты будут храниться в облачном сервисе, транзакции будут выполняться по стандартам защищенного протокола (рис. 7).



Рис. 7. Система запрос-ответ базы данных

Технические требования: процессор Snapdragon 425, 1гб RAM и 100мб ROM, версия Android 4.2 и выше, IOS 6.0 и выше.

Результаты и выводы

Таким образом создание системы умного трекинга представляет клиенту дополнительный функционал для отслеживания и

удобного перемещения. Для полной реализации такого проекта необходимо решить ряд задач:

1. Создание бизнес-плана проекта. Описание бизнес-процесса проекта.
2. Выбор языка программирования для разработки приложения.
3. Покупка API карт (Google Maps, Yandex Maps и др.).
4. Разработка самого приложения и интерфейса.
5. Создание сервера для хранения базы данных маршрутов для автобусов.
6. Первые испытания и тестирование информационной системы.
7. Анализ работы приложения, отладка программы.
8. Внедрение системы на дороги России.
9. Приложение должно быть защищено в соответствии с федеральным законом №152 «О защите персональных данных и с использованием шифрования».
10. Привязка системы оплаты по безналичному расчету.

Список литературы

1. Акмаров П.Б. Кодирование и защита информации: учебное пособие. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. 136 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/133975> (дата обращения: 28.02.2020).
2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 345 с. URL: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=350082> (дата обращения: 28.02.2020).
3. Подбельский В.В. Язык декларативного программирования XAML. Москва: ДМК Пресс, 2018. 336 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/111428> (дата обращения: 28.02.2020).
4. Рудинский И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Москва: Горячая линия-Телеком, 2011. 304 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/5191> (дата обращения: 28.02.2020).
5. Соколова В.В. Разработка мобильных приложений: учебное пособие. Томск: ТПУ, 2014. 176 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/82830> (дата обращения: 28.02.2020).

6. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/123695> (дата обращения: 28.02.2020).
7. Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях [Электронный ресурс]: учеб. Пособие. Москва: ДМК Пресс, 2012. 592 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/3032>
8. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR -Codes in Production Processes // *Journal of Environmental Treatment Techniques*. 2019, Special Issue on Environment, Management and Economy, pp. 1097–1100.
9. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement // *Life Science Journal* , 2014, №11 (6), pp. 704–706.

References

1. Akmarov P.B. *Kodirovanie i zashchita informatsii* [Encoding and protection of information]. Izhevsk, 2016. 136 p.
2. Bogachev K.Yu. *Osnovy parallel'nogo programmirovaniya* [Parallel programming basics]. Moscow: BINOM, 2015. 345 p.
3. Podbel'skiy V.V. *Yazyk deklarativnogo programmirovaniya XAML* [XAML Declarative Programming Language]. Moscow: DMK Press, 2018. 336 p.
4. Rudinskiy I.D. *Tekhnologiya proektirovaniya avtomatizirovannykh sistem obrabotki informatsii i upravleniya* [Design technology for automated information processing and control systems]. Moscow: Telekom, 2011. 304 p.
5. Sokolova V.V. *Razrabotka mobil'nykh prilozheniy* [Development of mobile applications]. Tomsk : TPU, 2014. 176 p.
6. Tugov V.V., Sergeev A.I., Sharov N.S. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Design of automated control systems]. Saint-Petersburg: Lan, 2019. 172 p.
7. Shan'gin V.F. *Zashchita informatsii v komp'yuternykh sistemakh i setyakh* [Information security in computer systems and networks]. Moscow: DMK Press, 2012. 592 p.
8. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR -Codes in Production Processes. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 2019, pp. 1097–1100.

9. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement. *Life Science Journal*, 2014, no 11 (6), pp. 704–706.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Биков Данир Инсафович, студент

*Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
danir.bikov@gmail.com*

Хамидуллин Марат Раисович, доцент, кандидат экономических наук

*Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
nauka_prom@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Bikov Danir Insafovich, student

*Kazan National Research Technical University, Naberezhnye
Chelny Branch
1, Akademik Korolev Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian
Federation
danir.bikov@gmail.com*

Khamidullin Marat Raisovich, PhD in Economics

*Kazan National Research Technical University, Naberezhnye
Chelny Branch
1, Akademik Korolev Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian
Federation
nauka_prom@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3326-0955*

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-18-39

УДК 656

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА МЕЖДУ СПОСОБАМИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ

Литвинов А.В.

Для поддержки принятия решений при городском транспортном планировании, в том числе при разработке мероприятий по управлению транспортным спросом, необходимо применение эффективных методов оценки распределения транспортного спроса между различными способами передвижения.

Цель исследования – анализ подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах.

Материалы и методы исследования: анализ и систематизация информации о применяемых подходах к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах России и за рубежом (на примере США и Великобритании). Особое внимание уделено источникам, имеющим высокий уровень цитирования и описывающим подходы, получившие широкое практическое применение.

Результаты: выделены два базовых подхода: прямая оценка на основе данных исследования подвижности населения и оценка на основе использования моделей. Разработана классификация применяемых моделей. Проведенные исследования показали, что современные подходы основываются на применении моделей дискретного выбора. Наиболее перспективными являются модели, описывающие индивидуальное транспортное поведение. На основе проведенного анализа даны рекомендации по развитию подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения и их применению в практике транспортного планирования в российских городах.

Применение результатов исследования: результаты исследования могут применяться при определении и обосновании подходов к оценке транспортного спроса в рамках городского транспортного планирования.

Ключевые слова: транспортный спрос; исследование подвижности населения; выбор способа передвижения; модель дискретного выбора; мультиномиальный логит; иерархический логит.

ANALYSIS OF APPROACHES TO ESTIMATE THE TRAVEL MODE SHARES IN CITIES

Litvinov A.V.

To support decision-making in urban transport planning including the development of travel demand management measures it is necessary to use efficient methods for estimating the travel mode shares.

The purpose of the research was to analyze approaches to estimate the travel mode shares in cities.

Materials and methods: analysis and systematization of data on the approaches used to estimate the travel mode shares in cities of Russia and abroad (on the example of the USA and Great Britain). Special attention was paid to sources with a high citation index and describing approaches that have received wide practical application.

Results. Two basic approaches were identified: direct estimation based on data from travel surveys and estimation based on the use of models. A classification of the applied models was developed. The analysis showed that modern approaches are based on the use of discrete choice models. The most promising are models that describe individual travel behavior. On the basis of the analysis, recommendations were given for the development of approaches to estimation the travel mode shares and their application in the practice of transport planning in Russian cities.

Practical implications. The results of the research can be used to define and substantiate approaches to estimation the travel mode shares within the framework of urban transport planning.

Keywords: *travel demand; travel survey; travel mode choice; discrete choice model; multinomial logit; hierarchical logit.*

Введение

Оценка и прогнозирование транспортного спроса каждым способом передвижения является важной составляющей процесса планирования транспортной инфраструктуры и сервисов. Транспортный спрос каждым способом передвижения определяется совокупным транспортным спросом и его распределением между способами передвижения.

В современных мультимодальных транспортных системах городов распределение транспортного спроса между способами передвижения является результатом индивидуального выбора, осуществляемого пользователями транспортной системы из множества доступных им альтернатив.

Для поддержки принятия решений при городском транспортном планировании необходимо применение эффективных методов оценки распределения транспортного спроса между различными способами передвижения, которые учитывают закономерности транспортного поведения городского населения. Анализ подходов к оценке и прогнозированию распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах является актуальной научно-практической задачей.

Состояние вопроса

В контексте планирования городских транспортных систем распределение общего транспортного спроса между способами передвижения определяет спрос на инфраструктуру и сервисы каждого способа передвижения. В классической четырехшаговой модели, часто используемой в городском транспортном планировании, оценка распределения транспортного спроса между способами передвижения относится к третьему шагу модели (рисунок 1).

До того, как автомобиль стал массовым средством передвижения, у жителей городов имелись, по сути, две альтернативы – дви-

жение пешком или на общественном транспорте. Движение пешком осуществлялось, как правило, на небольшие расстояния (до 1–2 км). С увеличением расстояния передвижения всё большую роль играл общественный транспорт.

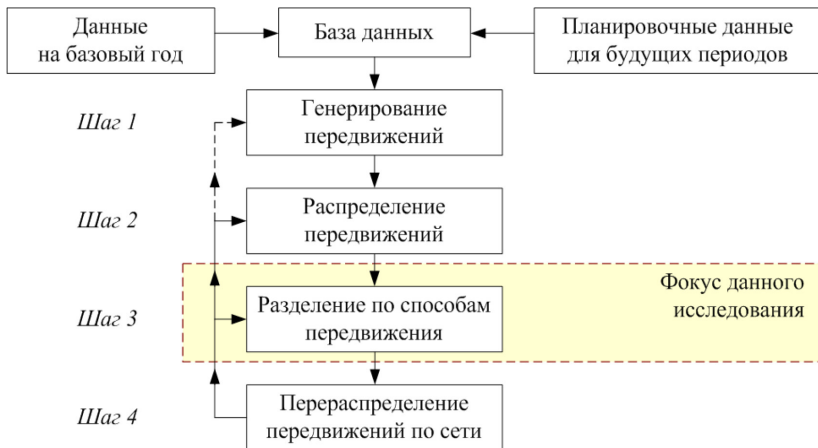


Рис. 1. Классическая четырехшаговая транспортная модель [24]

В условиях массовой автомобилизации населения у большого количества людей появилась еще одна альтернатива в виде личного автомобиля. Задача оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения в условиях множественного выбора стала более комплексной.

Увеличение количества автомобилей и активное их использование вызывает ряд негативных последствий, таких как рост транспортных заторов, увеличение затрат на осуществление передвижений людей и доставку товаров, ухудшение экологической ситуации, снижение качества городской среды и т.п.

Дальнейшее экстенсивное наращивание транспортного предложения для удовлетворения всё более возрастающего спроса на передвижения на личных автомобилях связано со значительными социальными и экономическими издержками. Такие негативные последствия могут быть снижены путем разработки и реализа-

ции мероприятий по управлению транспортным спросом, которые направлены на повышение привлекательности общественного транспорта и движения пешком по сравнению с использованием автомобилей.

В рамках решения данной задачи повышаются требования к методам оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения, которые должны быть чувствительными к различными факторам, определяющим транспортное поведение людей.

Целью исследования является анализ подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах.

Задачи исследования:

- обзор существующих подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах и анализ практики их применения в России и за рубежом;
- разработка рекомендаций по развитию подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения и их применению в российских городах.

Материалы и методы

Для выполнения обзора рассмотрены источники информации на русском и английском языках. Зарубежный опыт описан на примере США и Великобритании. Обзор ранее выполненных работ представлен в хронологическом порядке. Особое внимание уделено работам, имеющим высокий уровень цитирования и описывающим подходы к оценке распределения транспортного спроса, получившие широкое практическое применение. При проведении обзора применяемых методов и моделей учитывается также контекст тех задач транспортного планирования, для которых эти методы и модели были разработаны и использованы.

Обозначения в формулах, используемых в обзоре, могут отличаться от обозначений, используемых в первоисточниках. Одни и те же переменные во всех формулах для лучшего восприятия обо-

значены одинаково. Индекс «М» соответствует моторизированным способам передвижения (с использованием транспорта), индекс «Х» – общественному транспорту; индекс «С» – индивидуальному транспорту (автомобилю), индекс «W» – способу передвижения пешком.

На основе проведенного обзора выполнен совместный анализ используемых подходов, включая классификационный анализ применяемых моделей.

Результаты и обсуждение

Подходы к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в российской практике транспортного планирования

В послевоенные годы (после 1945 года) для оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения широкое распространение получил коэффициент пользования транспортом, отражающий долю передвижений с использованием транспорта в общем объеме передвижений всеми способами [1, 7, 10 и др.].

Для практических расчетов широкое применение получила формула расчета коэффициента пользования транспортом в зависимости от расстояния передвижения, предложенная Г.В. Шеллеховским [11]:

$$\varphi_{ij,M} = \lg \frac{l_{ij}}{l_0} / \lg \frac{l_0}{l_1}, \quad (1)$$

где l_{ij} – расстояние передвижения между транспортными зонами i и j ; \lg – десятичный логарифм; l_0 – нижнее пороговое значение расстояния, ниже которого практически все передвижения осуществляются пешком (около 0,5 км); l_1 – верхнее пороговое значение расстояния, выше которого практически все передвижения осуществляются с использованием транспорта (около 2 км).

Доля передвижений пешком при этом определялась как $\varphi_{ij,W} = 1 - \varphi_{ij,M}$.

А.А. Поляков предложил определять коэффициент пользования транспортом с учетом цели передвижения [7]. М.С. Фишельсон

отмечал, что на значение коэффициента пользования транспортом помимо расстояния передвижения оказывают влияние другие факторы, включая скорость сообщения, удобство поездки и т.п. [10].

По мере роста автомобилизации населения возникла необходимость при расчетах транспортного спроса учитывать также спрос на индивидуальный транспорт. Общий коэффициент пользования транспортом был разделен на коэффициент пользования массовым общественным транспортом и коэффициент пользования индивидуальным транспортом [6]:

$$\varphi_{ij,X} = \varphi_{ij,M} \cdot \psi_{ij,X}; \varphi_{ij,C} = \varphi_{ij,M} \cdot \psi_{ij,C}, \quad (2)$$

где $\psi_{ij,X}$ и $\psi_{ij,C}$ – доли транспортных передвижений с использованием массового общественного и индивидуального транспорта соответственно.

Ю.С. Кирзнер для условий города Ленинграда построил регрессионные зависимости для определения доли транспортных передвижений из дома на работу, осуществляемых владельцами автомобилей, с использованием массового общественного транспорта для зимнего и летнего периода [2]:

$$\psi_{ij,X} = a \cdot \exp(b \cdot t_{ij,X} / t_{ij,C}), \quad (3)$$

где a, b – коэффициенты регрессии; $t_{ij,X}$ и $t_{ij,C}$ – время передвижения между транспортными зонами i и j на общественном и индивидуальном транспорте соответственно; \exp – экспоненциальная функция.

Доля транспортных передвижений с использованием индивидуального транспорта определялась при этом как: $\psi_{ij,C} = 1 - \psi_{ij,X}$.

Модель распределения транспортного спроса между способами передвижения (формулы 2 и 3) являлась частью итеративной процедуры комплексной транспортной модели [6] (см. также рисунок 1).

Оценка параметров регрессионных моделей осуществлялась на основе данных социологических исследований подвижности населения, в рамках которых собиралась информация о характеристиках передвижений, совершенных респондентом за определенный период (как правило, сутки).

Социологические исследования подвижности населения использовались не только для построения моделей, но и для прямой оценки существующего распределения транспортного спроса между способами передвижения. Описание подходов к проведению исследований представлено в работах [1, 8]. Большой объем исследований подвижности населения в городах был проведен в рамках Всесоюзной переписи населения в 1970 году.

Описанный выше подход к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения (формулы 2 и 3) базируется на соотношении времени передвижения на общественном и индивидуальном транспорте. Помимо времени передвижения среди факторов, влияющих на выбор между индивидуальным и общественным транспортом, О.К. Кудрявцев выделяет удобство и комфорт поездки, близость расположения стоянки для автомобиля, наличие внеуличного транспорта [3].

В работе [4] А.С. Михайлов в качестве критерия выбора населением способа передвижения определил критерий, включающий временные и стоимостные затраты на передвижение, а также душевой доход лица, осуществляющего передвижение.

Ввиду ряда существенных ограничений модели О.К. Кудрявцева и А.С. Михайлова не получили широкого практического применения.

В современной российской практике транспортного планирования для оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения часто используется модель мультиномиального логита [9]:

$$P_{ijm} = \frac{e^{-\lambda c_{ijm}}}{\sum_n e^{-\lambda c_{ijn}}} \quad (4)$$

где P_{ijm} – доля передвижений способом m между транспортными зонами i и j ; c_{ijm} – обобщенные затраты на передвижение, включающие время, плату за проезд и т.д.; λ – параметр модели.

Данная модель (формула 4) использовалась в рамках комплексной транспортной модели Московского региона [9]. Такая модель относится к моделям дискретного выбора. Более подробно модели

дискретного выбора описаны в разделе, относящемся к обзору зарубежного опыта.

Подходы к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в зарубежной практике транспортного планирования

Обзор моделей транспортного спроса, разработанных до середины 70-х годов XX века, представлен в работе T.A. Domencich и D. McFadden [19].

В 50–60 годы XX века оценка распределения транспортного спроса между способами передвижения осуществлялась на основе регрессионных моделей вида:

$$\frac{N_{ij,C}}{N_{ij,X}} = f(t_{ij,C}, t_{ij,X}, SE_i, LU_j), \quad (5)$$

где $N_{ij,C}$ и $N_{ij,X}$ – количество передвижений между зонами i и j на индивидуальном и общественном транспорте; SE_i – социально-экономические характеристики зоны i ; LU_j – характеристики землепользования в зоне j .

В ранних моделях транспортного спроса шаг распределения транспортного спроса между способами передвижения осуществлялся сразу за шагом генерирования передвижений на основе данных о социально-экономических характеристиках населения [24]. Как правило, в моделях рассматривались только два способа передвижения: общественный и индивидуальный транспорт [19].

Модели оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения разрабатывались не только в разрезе корреспонденций между транспортными зонами ij , а также для города в целом на основе данных о характеристиках города, таких как уровень автомобилизации, плотность населения и т.п. Пример такой модели для городов США представлен в работе [14] со ссылкой на результаты американских исследований середины XX века:

$$\varphi_C = f(n_a; \rho_{pop}), \quad (6)$$

где φ_C – доля передвижений на автомобиле;

n_a – количество семей, приходящихся на один автомобиль;

ρ_{pop} – плотность населения города, чел./км².

В США в 60–70-е годы XX века были разработаны модели дискретного выбора. В отличие от регрессионной модели (формула 5) рассматривается не доля передвижений между транспортными зонами каждым способом, а вероятность выбора способа передвижения лицом, принимающим решение.

Основной постулат моделей дискретного выбора в приложении к выбору способа передвижения: вероятность выбора отдельными лицами данного способа передвижения есть функция их социально-экономических характеристик и относительной привлекательности данного способа передвижения [24].

В основе моделей дискретного выбора лежит теория случайной полезности [19, 26]. Разработка теории случайной полезности способствовала более глубокому пониманию механизмов принятия решений при осуществлении передвижений. Комплексное описание теории случайной полезности и моделей семейства логит представлено в работах Т.А. Domencich и D. McFadden [19] и М. Ben-Akiva и S.R. Lerman [12].

Полезность для пользователя q способа передвижения m [12, 19]:

$$U_{mq} = V_{mq} + \varepsilon_{mq}, \quad (7)$$

где V_{mq} – измеряемая или систематическая составляющая полезности способа передвижения m для пользователя q , которая является функцией характеристик, измеренных и учитываемых в модели; ε_{mq} – случайная составляющая, отражающая особые вкусы лица q , осуществляющего выбор, а также ошибки измерения или наблюдения, допущенные при разработке модели.

Наиболее простой и распространенной функциональной формой модели дискретного выбора является модель мультиномиального логита [19]:

$$P_{mq} = \frac{e^{V_{mq}}}{\sum_n^n e^{V_{nq}}}, \quad (8)$$

где V_{mq} – систематическая составляющая полезности способа передвижения m для лица q , осуществляющего выбор.

Данная модель базируется на допущении, что случайная составляющая полезности ε_{mq} имеет распределение Гумбеля [19].

Наиболее простая форма функции систематической полезности [24]:

$$V_{mq} = \sum \beta_{km} X_{mkq}, \quad (9)$$

где X_{mkq} – k -ая характеристика способа передвижения m (временные и стоимостные затраты на передвижение и т.п.); β_{km} – параметры модели, оцениваемые на основе данных.

Модель мультиномиального логита имеет ограничение, связанное со свойством независимости от нерелевантных альтернатив (IID). Вместо модели мультиномиального логита может быть применена модель иерархического логита [24].

Иерархическая модель применительно к задаче выбора способа передвижения предполагает разделение способов передвижения на несколько непересекающихся множеств, называемых гнездами. Способы передвижения, имеющие одинаковую корреляцию случайных составляющих полезности, располагают в одном гнезде, а без корреляции – в разных гнездах. Фундаментальные разработки модели иерархического логита представлены в работах A.J. Daly и S. Zachary [18], H.C.W.L. Williams [26], D. McFadden [22].

Для модели иерархического логита с одним уровнем вложенности вероятность выбора пользователем q способа передвижения m может быть представлена в виде [25]:

$$P_{mq} = \frac{e^{V_{mq}/\lambda_n} \left(\sum_{j \in n} e^{V_{jq}/\lambda_n} \right)^{\lambda_n - 1}}{\sum_{l=1}^N \left(\sum_{j \in l} e^{V_{jq}/\lambda_l} \right)^{\lambda_l}}. \quad (10)$$

где λ_n – параметр, определяющий степень независимости случайных составляющих полезности среди способов передвижения в гнезде n ; N – количество гнезд.

В работе [22] D. McFadden рассмотрел модель иерархического логита как частный случай семейства моделей дискретного выбора с распределением случайной составляющей полезности в соответствии с обобщенным распределением экстремальных значений (GEV).

Использование вместо распределения Гумбеля нормального распределение случайной составляющей полезности ε_{mq} привело к созданию модели мультиномиального пробита. Анализ пробит мо-

делей представлен в работах С.Ф. Daganzo [17], J.L. Horowitz [20], М. Ben-Akiva и S.R. Lerman [12].

В конце 90-х годов XX века появились модели, позволяющие учитывать ненаблюдаемую неоднородность между индивидуумами и / или взаимодействия между ненаблюдаемыми составляющими функций полезности различных альтернатив. Среди таких моделей можно выделить модель смешанного логита, разработанную D. McFadden и К. Train [23], М. Ben-Akiva и D. Bolduc [13].

В практике транспортного планирования среди моделей дискретного выбора наиболее широкое распространение получили модели мультиномиального и иерархического логита. Пример применения модели мультиномиального логита для моделирования выбора способа передвижения в Лондоне в рамках комплексной транспортной модели представлен в работе П.У. Бонсалла [7]. Множество других примеров представлено в работах [16, 24].

J. Ortúzar [24] отмечает, что оценка параметров моделей дискретного выбора, как правило, не может быть выполнена с использованием стандартных методов аппроксимации, таких как метод наименьших квадратов, поскольку зависимая переменная модели есть ненаблюдаемая вероятность (между 0 и 1), а для каждого наблюдения имеет место индивидуальный выбор (0 или 1). Для оценки параметров модели выбора способа передвижения предложен метод максимизации функции вероятности [24].

Основными источниками данных для разработки моделей являются результаты социологических исследований. Традиционные подходы основываются на исследовании транспортного поведения в реальных условиях – исследовании выявленных предпочтений. Данные исследования дают информацию о респонденте, совершенных им передвижениях, включая информацию о фактическом выборе способа передвижения [24]. Альтернативным подходом является исследование гипотетического транспортного поведения – исследование заявленных предпочтений, которое концептуально эквивалентно лабораторному эксперименту. Обзор теоретических и практических аспектов исследований заявленных предпочтений

представлен в работах J.J. Louviere [21], J. Ortúzar [24]. Подходы к оценке параметров моделей на основе объединенных данных исследований выявленных и заявленных предпочтений представлены в работах [14, 15]. В работе [25] представлены подходы к оценке параметров моделей на основе панельных данных.

Анализ подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах

Краткое резюме результатов обзора источников представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Краткое резюме результатов обзора источников

Период (годы)	Русскоязычные источники	Англоязычные источники
1945–1970	<ul style="list-style-type: none"> - Модель оценки коэффициента пользования транспортом (Г.В. Шелейховский, А.А. Поляков и др.). - Методические подходы к исследованию внутригородской подвижности населения. 	<ul style="list-style-type: none"> - Регрессионные модели распределения спроса между индивидуальным и общественным транспортом (M.J. Fertal и др.). - Модели бинарного выбора (S.L. Warner, R.G. McGillivray и др.). - Метод оценки моделей на основе выявленных предпочтений.
1970–1995	<ul style="list-style-type: none"> - Регрессионные модели оценки доли передвижений на общественном транспорте в общем объеме транспортных передвижений (М.С. Фишельсон, Ю.С. Кирзнер, О.К. Кудрявцев и др.). 	<ul style="list-style-type: none"> - Модели мультиномиального логита (D. McFadden, M. Ben-Akiva и др.). - Модели иерархического логита (A.J. Daly, S.D. Zachary, H.C.W.L. Williams, D. McFadden, M. Ben-Akiva и др.) и другие модели семейства GEV (D. McFadden и др.). - Модели мультиномиального пробита (C.F. Daganzo, J.L. Horowitz, M. Ben-Akiva и др.). - Метод оценки моделей на основе данных заявленных предпочтений (J.J. Louviere, J. Ortúzar и т.д.).
1995–2020	<ul style="list-style-type: none"> - Модель вероятности выбора способа передвижения на основе критерия транзакционных издержек (А.С. Михайлов). 	<ul style="list-style-type: none"> - Модели смешанного логита (D. McFadden, K. Train, M. Ben-Akiva, D. Bolduc и др.). - Метод оценки моделей смешанного логита на основе панельных данных (K. Train и др.).

На основе проведенного анализа можно выделить следующие подходы, используемые для оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения в городах:

- подход, основанный на прямой оценке на основе данных исследования подвижности населения;
- подход, основанный на использовании моделей.

Подход, основанный на прямой оценке, позволяет оценить существующее распределение транспортного спроса между способами передвижения в городах. Данный подход не пригоден для прогнозирования распределения транспортного спроса, но при этом обеспечивает необходимые данные для построения прогнозных моделей.

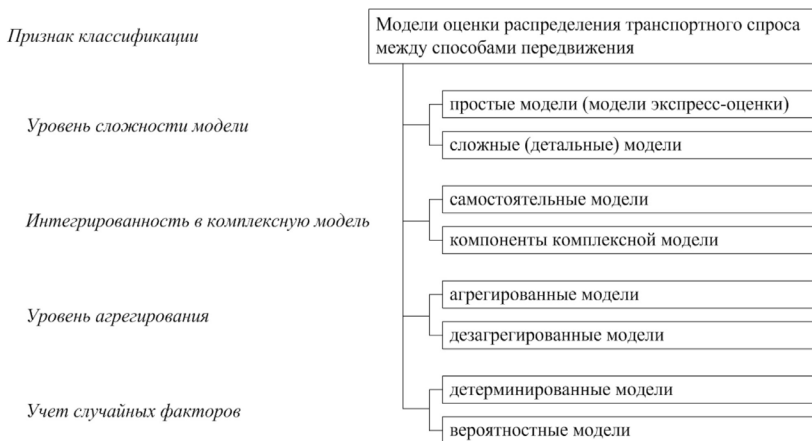


Рис. 2. Классификация моделей оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения

Среди моделей в зависимости от уровня детализации представления спроса и / или факторов, которые на него влияют, можно выделить агрегированные и деагрегированные модели (рисунок 2). В агрегированных моделях включенные в модель переменные относятся к группе пользователей (например, среднее время всех передвижений между двумя транспортными зонами, среднее количество автомобилей, приходящихся на домохозяйство, и т.п.). В

дезагрегированных моделях переменные относятся к отдельному пользователю (например, время передвижения между фактическими пунктами отправления и назначения, количество автомобилей в домохозяйстве конкретного индивида и т.п.). Модели дискретного выбора могут применяться в качестве функциональной формы как агрегированных (формула 4), так и дезагрегированных моделей (формула 8).

Поскольку распределение транспортного спроса между способами передвижения формируется в результате индивидуального выбора, дезагрегированные модели, как правило, лучше описывают индивидуальное транспортное поведение. Для оценки распределения транспортного спроса на основе дезагрегированных моделей выбора способа передвижения используется процедура агрегирования. В российской практике транспортного планирования не удалось найти примеров разработки и применения дезагрегированных моделей, в то время как за рубежом такие модели получили широкое распространение.

В зависимости от учета в моделях случайных факторов можно выделить вероятностные и детерминированные модели. Более ранние модели (формулы 3 и 5) относятся к детерминированным моделям. Модели, основанные на теории дискретного выбора, являются вероятностными моделями (формулы 8 и 10). Поскольку выбор способа передвижения имеет случайный характер, вероятностные модели, как правило, являются предпочтительными.

Модели распределения транспортного спроса между способами передвижения могут быть как самостоятельными моделями, так и частью комплексных моделей транспортного спроса (рисунок 1). Включение модели распределения транспортного спроса между способами передвижения в комплексную транспортную модель позволяет учитывать множество обратных связей, оказывающих влияние на формирование транспортного спроса. Если такое влияние отсутствует или им можно пренебречь, то модель оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения может использоваться в качестве самостоятельной модели.

Как для прямой оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения, так и для оценки с использованием моделей необходимо проведение соответствующих исследований транспортного спроса. За последние 30 лет систематических исследований подвижности населения в российских городах практически не проводилось. Крайне мало публикаций по полученным результатам исследований, а также разработанным на их основе моделям.

Оценка распределения транспортного спроса с использованием большинства из вышеописанных моделей осуществляется на детальном уровне с учетом характеристик отдельных пользователей или групп населения, характеристик качества обслуживания каждым способом передвижения. Помимо таких детальных моделей могут применяться модели для экспресс-оценки распределения транспортного спроса на основе нескольких ключевых характеристик города, влияющих на формирование структуры транспортного спроса. К таким характеристикам могут относиться, например, численность населения, уровень его автомобилизации и другие, данные для определения которых доступны на основе статистического учета. Пример модели для экспресс-оценки доли передвижений на автомобилях в городах США представлен выше (формула 6).

Выводы

По результатам проведенного анализа подходов к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения сделаны следующие выводы и рекомендации:

- Оценка распределения транспортного спроса может быть осуществлена напрямую на основе данных исследования подвижности населения или на основе применения моделей. Модели могут быть использованы для исследования транспортного поведения населения и прогнозирования изменений распределения транспортного спроса между способами передвижения при разработке мероприятий по развитию городских транспортных систем (что будет, если ...).

- Современные подходы к оценке распределения транспортного спроса между способами передвижения основываются на применении моделей дискретного выбора.
- В западных странах широкое применение получили дезагрегированные модели, рассматривающие транспортный спрос на индивидуальном уровне. Такие модели лучше описывают транспортное поведение и поэтому являются более перспективными. В России дезагрегированные модели транспортного спроса в практике транспортного планирования не используются.
- В России крайне скудная эмпирическая база исследований транспортного спроса и поведения, что сдерживает развитие научно-методической базы для транспортного моделирования и планирования. Для увеличения объема исследований может быть реализована программа исследования подвижности населения на национальном (федеральном) уровне. Такие программы широко применяются в большинстве западных стран.
- Существует потребность в моделях для экспресс-оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения, в особенности, доли передвижения на личных автомобилях. Такие модели могут быть полезным инструментом при проведении предварительного анализа транспортной ситуации в городах (в особенности в условиях отсутствия данных исследований подвижности населения), а также при стратегическом транспортном планировании.
- Применяемые в зарубежных странах подходы к оценке и прогнозированию транспортного спроса могут быть адаптированы и применены в российских городах с учетом локальных демографических, социально-экономических и градостроительных условий.

Список литературы

1. Ваксман С.А. Социально-экономические проблемы прогнозирования систем массового пассажирского транспорта в городах. Екатеринбург: изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 1996. 289 с.

2. Кирзнер Ю.С. Прогнозирование развития индивидуального транспорта в городе. Методологический аспект // Городской транспорт и организация городского движения: тезисы докладов к научно-технической конференции. Свердловск. 1973. С. 176–181.
3. Кудрявцев О.К., Федутинов Ю.А., Чуверин И.И. Транспорт городских центров. М.: Транспорт, 1978. 110 с.
4. Михайлов А.С. Управление рынком перемещений городского населения. Алматы: НИЦ Гылым, 2003. 237 с.
5. Моделирование пассажиропотоков в транспортной системе: (Оценка вариантов развития транспортной системы и анализ чувствительности модели) / П.У. Бонсалл, А.Ф. Чемперноун, А.К. Мейсон, А.Г. Уилсон. М.: Транспорт, 1982. 207 с.
6. Овечников Е.В., Фишельсон М.С. Городской транспорт. М.: Высшая школа, 1976. 352 с.
7. Поляков А.А. Организация движения на улицах и дорогах. М.: Транспорт, 1965. 376 с.
8. Руководство по проведению транспортных обследований в городах. М.: Стройиздат, 1982. 72 с.
9. Транспортная модель Московского региона / А.Э. Воробьёв, А.Ю. Титов, В.А. Гаврилин, А.Ю. Меньшутин, И.А. Бахирев // Вычислительные технологии в естественных науках. Методы суперкомпьютерного моделирования: Сборник трудов. Сер. «Механика, управление и информатика». Москва. 2015. С. 49–62.
10. Фишельсон М.С. Транспортная планировка городов. М.: Высш. шк., 1985. 239 с.
11. Шелейховский Г.В. Композиция городского плана как проблема транспорта. М.: Гипрогор, 1946. 129 с.
12. Ben-Akiva M., Lerman S.R. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. 1985. 390 p.
13. Ben-Akiva M., Bolduc D. Multinomial probit with a logit kernel and a general parametric specification of the covariance structure. Working Paper, Departament d'Economique, Universite Laval, 1996.
14. Ben-Akiva M., Morikawa T. Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. Transportation research A, no.24, 1990. pp. 149–164.

15. Bradley M., Daly A.J. Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information. In Proceeding of the 20th PTRC summer annual meeting, University of Manchester, England, 1992.
16. Cascetta E. Transportation Systems Engineering: Theory and Methods. Kluwer Academic Publishers, 2011. 742 p.
17. Daganzo C.F. Multinomial probit: The theory and its application to demand forecasting. Academic Press, New York, 1979.
18. Daly A.J., Zachary S. Improved multiple choice models. In D.A. Hensher and M.Q. Dalvi, Determinants of travel choice. Saxon House, Westmead, 1978.
19. Domencich T.A., McFadden D. Urban travel demand. A behavioral analysis. North-Holland Publishing Company, 1975. 215 p.
20. Horowitz J.L. Specification tests for probabilistic choice models. Transportation research A, no. 16, 1982, pp. 383–394.
21. Louviere J.J., Hensher D.A, Swait J.D. Stated choice methods: analysis and application. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
22. McFadden D. Econometric models of probabilistic choice. In C. Manski and D. McFadden (eds.), Structural analysis of discrete data with econometric applications. The MIT Press, Cambridge, Mass., 1981.
23. McFadden D., Train K. Mixed MNL models for discrete response. Journal of Applied Econometrics, no. 15, 2000, pp. 447–470.
24. Ortúzar J. de L., Willumsen L.G. Modelling Transport. John Wiley & Sons Ltd., 2011. 586 p.
25. Train K.E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009. 388 p.
26. Williams H.C.W.L. On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit. Environment and Planning A, no. 9, 1977, pp. 285–344.

References

1. Vaksman S.A. *Social'no-jekonomicheskie problemy prognozirovaniya sistem massovogo passazhirskogo transporta v gorodah* [Socio-economic problems of mass passenger transport systems forecasting in cities]. Ekaterinburg, 1996. 289 p.

2. Kirzner Ju.S. Prognozirovanie razvitija individual'nogo transporta v gorode. Metodologicheskij aspekt [Individual transport development forecasting in a city. Methodological aspect]. *Gorodskoj transport i organizacija gorodskogo dvizhenija: tezisy dokladov k nauchno-tehnicheskoj konferencii* [Urban transport and organization of urban traffic: abstracts for the scientific and technical conference]. Sverdlovsk, 1973, pp. 176–181.
3. Kudrjavcev O.K., Fedutinov Ju.A., Chuverin I.I. *Transport gorodskih centrov* [Transport of urban centers]. Moskva.: Transport publ., 1978. 110 p.
4. Mihajlov A.S. *Upravljenie rynkom peremeshhenij gorodskogo nasele-nija* [Managing the urban travel market]. Almaty: NIC Gylym publ., 2003. 237 p.
5. Bonsall P.W., Chempennoun A.F., Mason A.C., Wilson A.G. *Modelirovanie passazhiropotokov v transportnoj sisteme: (Ocenka variantov razvitija transportnoj sistemy i analiz chuvstvitel'nosti modeli)* [Transport modelling: Sensitivity analysis and policy testing]. Moskva: Transport Publ., 1982. 207 p.
6. Ovechnikov E.V., Fishel'son M.S. *Gorodskoj transport* [Urban transport]. Moskva: Vysshaja shkola publ., 1976. 352 p.
7. Poljakov A.A. *Organizacija dvizhenija na ulicah i dorogah* [Organization of traffic on streets and roads]. Moskva: Transport publ., 1965. 376 p.
8. *Rukovodstvo po provedeniju transportnyh obsledovanij v gorodah* [Guide to conducting urban transport surveys]. Moskva: Strojizdat publ., 1982. 72 p.
9. Vorob'jov A.Je., Titov A.Ju., Gavrilin V.A., Men'shutin A.Ju., Bahirev I.A. *Transportnaja model' Moskovskogo regiona* [Moscow region transport model]. *Vychislitel'nye tehnologii v estestvennyh naukah. Metody superkomp'juternogo modelirovanija: Sbornik trudov. Ser. «Mehnika, upravlenie i informatika»* [Computational technologies in natural sciences. Supercomputer modeling methods: Proceedings. Ser. "Mechanics, Management and Informatics"]. Moscow, 2015, pp. 49–62.
10. Fishel'son M.S. *Transportnaja planirovka gorodov* [Urban transport planning]. Moskva: Vysshaja shkola publ., 1985. 239 p.
11. Shelejhovskij G.V. *Kompozicija gorodskogo plana kak problema transporta* [City plan composition as a transport problem]. Moscow: Giprogor publ., 1946. 129 p.

12. Ben-Akiva M., Lerman S.R. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand, 1985. 390 p.
13. Ben-Akiva M., Bolduc D. Multinomial probit with a logit kernel and a general parametric specification of the covariance structure. Working Paper, Departament d'Economique, Universite Laval, 1996.
14. Ben-Akiva M., Morikawa T. Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. *Transportation research A*, no.24, 1990, pp. 149–164.
15. Bradley M., Daly A.J. Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information. In Proceeding of the 20th PTRC summer annal meeting, University of Manchester, England, 1992.
16. Cascetta E. Transportation Systems Engineering: Theory and Methods. Kluwer Academic Publishers, 2011. 742 p.
17. Daganzo C.F. Multinomial probit: The theory and its application to demand forecasting. Academic Press, New York, 1979.
18. Daly A.J., Zachary S. Improved multiple choice models. In D.A. Hensher and M.Q. Dalvi, Determinants of travel choice. Saxon House, Westmead, 1978.
19. Domencich T.A., McFadden D. Urban travel demand. A behavioral analysis. North-Holland Publishing Company, 1975. 215 p.
20. Horowitz J.L. Specification tests for probabilistic choice models. *Transportation research A*, no. 16, 1982, pp. 383–394.
21. Louviere J.J., Hensher D.A, Swait J.D. Stated choice methods: analysis and application. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
22. McFadden D. Econometric models of probabilistic choice. In C. Manski and D. McFadden (eds.), Structural analysis of discrete data with econometric applications. The MIT Press, Cambridge, Mass., 1981.
23. McFadden D., Train K. Mixed MNL models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics*, no. 15, 2000, pp. 447–470.
24. Ortúzar J. de L., Willumsen L.G. Modelling Transport. John Wiley & Sons Ltd., 2011. 586 p.
25. Train K.E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009. 388 p.

26. Williams H.C.W.L. On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit. *Environment and Planning A*, no. 9, 1977, pp. 285–344.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Литвинов Александр Владимирович, аспирант

ОАО «НИИАТ»

125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

alitinov85@gmail.com

DATA ABOUT THE AUTHOR

Litvinov Alexander Vladimirovich, PhD student

JSC NIAT

24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russian Federation

alitinov85@gmail.com

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-40-57

УДК 656

ОЦЕНКА ЭЛАСТИЧНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ

Литвинов А.В., Донченко В.В.

При разработке мероприятий по управлению транспортным спросом возникает потребность в оценке эластичности спроса на передвижения определенным способом по стоимости или характеристике качества транспортного обслуживания. Оценка эластичности транспортного спроса может быть осуществлена на основе моделей выбора способа передвижения.

***Цель исследования** – описание и применение подхода к оценке эластичности транспортного спроса на основе моделей выбора способа передвижения в городах.*

***Материалы и методы исследования:** подход к оценке эластичности транспортного спроса основывается на математическом моделировании выбора способа передвижения в городах. Эмпирической базой для разработки моделей и проведения модельных экспериментов являлись результаты социологического исследования подвижности населения города Южно-Сахалинска, а также данные о стоимости передвижений и характеристиках качества транспортного обслуживания каждым способом передвижения.*

***Результаты:** описан и апробирован подход к оценке эластичности спроса по стоимостным и качественным характеристикам транспортного обслуживания на краткосрочную перспективу (до двух лет).*

***Применение результатов исследования:** результаты исследования могут использоваться для оценки эластичности транспортного спроса при разработке мероприятий по управлению транспортным спросом в городах.*

Ключевые слова: транспортный спрос; эластичность; выбор способа передвижения; модель дискретного выбора; мультиномиальный логит; управление транспортным спросом.

ESTIMATION OF ELASTICITIES OF TRAVEL DEMAND BASED ON URBAN TRAVEL MODE CHOICE MODELS

Litvinov A.V., Donchenko V.V.

To develop travel demand management measures there is a need to estimate the travel cost and level-of-service attribute elasticities of travel demand for a certain mode. Estimation of travel demand elasticities can be carried out on the basis of urban travel mode choice models.

The purpose of the study was to describe and test an approach to estimate the elasticities of travel demand based on urban travel mode choice models.

Materials and methods: the approach to estimate the elasticities of travel demand is based on mathematical modeling of urban travel mode choices. The empirical data for model development and conduction of model experiments were the results of household travel survey within the city of Yuzhno-Sakhalinsk, as well as data on the travel cost and level-of-service attributes of each travel mode.

Results: the approach was described and tested to estimate the travel cost and level-of-service attribute elasticities of travel demand for the short term (up to 2 years).

Practical implications. The results of the study can be used to estimate the elasticities of transport demand in the development of travel demand management measures in cities.

Keywords: travel demand; elasticity; travel mode choice; discrete choice model; multinomial logit; travel demand management.

Введение

За последние 25 лет (с 1995 по 2020 год) уровень автомобилизации населения России вырос более чем в 2,5 раза и продолжает

расти. Подвижность населения на городском общественном транспорте за тот же период снизилась более чем на 60%. В России реализуется так называемый «порочный» круг городского транспорта, сопровождающийся перераспределением спроса от общественного транспорта к индивидуальному. Массовое использование личных автомобилей для осуществления передвижений вызывает ряд негативных последствий, связанных с образованием транспортных заторов, ростом затрат на передвижения людей и доставку товаров, увеличением выбросов вредных веществ в атмосферу и т.п.

Для снижения таких негативных воздействий городскими властями могут быть разработаны и реализованы мероприятия по управлению транспортным спросом (управлению мобильностью населения), направленные на повышение привлекательности общественного транспорта и немоторизированных способов передвижения (пешком и на велосипеде) по сравнению с использованием автомобилей. Управление транспортным спросом осуществляется, в том числе, путем целенаправленного воздействия на стоимостные и качественные характеристики транспортного предложения различных способов передвижения.

Для оценки изменений транспортного поведения в результате изменений стоимости топлива, тарифов за проезд на общественном транспорте или характеристик качества транспортного обслуживания определенным способом передвижения органами власти и операторами общественного транспорта может быть использован метод, основанный на анализе эластичности. Данный метод является удобным инструментом для предварительной экспресс-оценки эффективности мероприятий по управлению транспортным спросом.

Развитие подходов к оценке эластичности транспортного спроса является актуальной научно-практической задачей.

Состояние вопроса

В общем случае эластичность – это мера реагирования одной (зависимой) переменной на изменение другой. Эластичность количественно оценивается с помощью коэффициента эластичности.

Коэффициент эластичности зависимой переменной y по независимой переменной x_i представляет собой отношение относительного (процентного) изменения зависимой переменной к относительному (процентному) изменению рассматриваемой независимой переменной:

$$E_{y, x_i} = \frac{\partial y}{\partial x_i} \frac{x_i}{y}. \quad (1)$$

Как правило, принимается допущение, что прочие независимые переменные не изменяются. Коэффициент точечной эластичности спроса (формула 1) можно считать постоянным только при небольшом изменении независимой переменной. При более значительном изменении независимой переменной может использоваться средний коэффициент эластичности спроса в рассматриваемом диапазоне (коэффициент дуговой эластичности).

В общем случае коэффициент эластичности может быть как положительным, так и отрицательным. Если значение коэффициента эластичности отрицательное, то это свидетельствует от том, что изменения зависимой и независимой разнонаправлены, то есть рост независимой переменной приводит к снижению зависимой. Если коэффициент эластичности (по модулю) превышает единицу, то спрос эластичный, если от 0 до 1, то спрос неэластичный. Так, например, если коэффициент эластичности спроса на передвижения на общественном транспорте по уровню тарифа за проезд на общественном транспорте составляет -0,3, это означает, что при увеличении тарифа на 10% спрос на передвижения на общественном транспорте снизится на 3%. Спрос в данном случае неэластичный.

Эластичность спроса на передвижения определенным способом по характеристикам данного способа передвижения (например, спроса на передвижения на общественном транспорте по тарифу за проезд на общественном транспорте) является прямой эластичностью, по характеристикам альтернативных способов передвижения (например, спроса на передвижения на общественном транспорте по времени передвижения на автомобиле) – перекрестной.

С учетом того, что пользователи транспортной системы не сразу адаптируются к некоторым изменениям стоимостных и каче-

ственных характеристик транспортного обслуживания выделяют краткосрочную (до двух лет) и долгосрочную эластичность. В краткосрочном периоде при изменении характеристик транспортного обслуживания, как правило, учитываются только изменения в выборе способа передвижения. Для более длительного периода необходимо также учитывать изменения в выборе пунктов назначения и частоте осуществления передвижений, а в долгосрочной перспективе (более 5–10 лет) также изменения мест жительства, работы и т.п. Коэффициент долгосрочной эластичности, как правило, больше (по модулю) коэффициента краткосрочной эластичности, то есть спрос является более эластичным в долгосрочной перспективе [14].

Подробные обзоры результатов зарубежных исследования эластичности спроса на передвижения различными способами по стоимостным и качественным характеристикам транспортного обслуживания представлены в работах [5, 6, 8, 9, 10, 12, 14].

В исследовании [8] предпринята попытка сформировать однородные сегменты транспортного спроса, коэффициенты эластичности для которых можно считать одинаковыми.

Таблица 1.

Результаты исследования эластичности спроса на передвижения на автомобиле и на общественном транспорте по стоимости топлива [8]

Цель передвижения	Автомобиль			Общественный транспорт		
	$0 < P_B \leq 0,15$	$0,15 < P_B \leq 0,5$	$P_B > 0,5$	$0 < P_B \leq 0,15$	$0,15 < P_B \leq 0,5$	$P_B > 0,5$
Коэффициенты краткосрочной эластичности:						
Трудовая	-0,08	-0,20	-0,32	+0,78	+0,26	+0,13
Деловая	-0,02	-0,04	-0,06	+1,62	+0,54	+0,27
На учебу	-0,08	-0,20	-0,32	+0,03	+0,01	+0,01
Прочее	-0,13	-0,33	-0,54	+0,63	+0,21	+0,10
Всего	-0,09	-0,14	-0,36	+0,32	+0,16	+0,08
Коэффициенты долгосрочной эластичности:						
Трудовая	-0,08	-0,20	-0,32	+0,36	+0,18	+0,09
Деловая	-0,03	-0,08	-0,12	+0,72	+0,24	+0,12
На учебу	-0,15	-0,36	-0,58	+0,03	+0,01	+0,01
Прочее	-0,14	-0,35	-0,56	+0,36	+0,12	+0,06
Всего	-0,11	-0,28	-0,44	+0,36	+0,12	+0,06

Примечание: P_B – вероятность передвижения на общественном транспорте.

В таблице 1 представлены результаты исследований эластичности спроса на передвижения на автомобилях и общественном транспорте по ценам на топливо в европейских городах с уровнем автомобилизации от 250 до 450 легковых автомобилей на 1000 жителей в зависимости от рассматриваемого периода (краткосрочный / долгосрочный), цели передвижения, существующего распределения транспортного спроса между способами передвижения.

В разрезе различных видов общественного транспорта эластичность спроса может существенно отличаться. Так, на основе данных исследований в Великобритании коэффициент эластичности спроса на передвижения на автобусе по уровню тарифа за проезд составляет примерно $-0,4$ в краткосрочной перспективе и $-1,0$ в долгосрочной, в то время как коэффициент эластичности спроса на передвижения на метро составляет $-0,3$ в краткосрочной перспективе и $-0,6$ в долгосрочной. Коэффициент эластичности спроса на передвижения на автобусе по уровню тарифа за проезд ниже в часы пик ($-0,24$), чем в непиковые периоды ($-0,51$) [14].

На основе данных исследований в 23 городах Великобритании коэффициент эластичности спроса на передвижения на автобусе по времени ожидания транспорта на остановочном пункте составляет $-0,64$, по времени движения в транспортном средстве – около $-0,4$ [6].

Альтернативным подходом к оценке эластичности на основе моделей спроса является оценка эластичности на основе анализа временных рядов [11]. В российской практике транспортного планирования эластичность транспортного спроса оценивается, как правило, на основе анализа временных рядов, за рубежом широко используются оба подхода.

Цель исследования – описание и применение подхода к оценке эластичности транспортного спроса на основе моделей выбора способа передвижения в городах.

Задачи исследования:

- описание подхода к оценке эластичности транспортного спроса на основе моделей выбора способа передвижения в городах;

- применение данного подхода для оценки эластичности спроса на примере передвижений из дома на работу и обратно в городе Южно-Сахалинске;
- анализ эластичности спроса применительно к разработке мероприятий по управлению транспортным спросом в городах.

Материалы и методы исследования

Подход к оценке эластичности транспортного спроса основывается на математическом моделировании выбора способа передвижения в городах. Модель выбора способа передвижения представляет собой модель, отражающую зависимость между вероятностью выбора способа передвижения пользователем транспортной системы и характеристиками, влияющими на этот выбор.

В общем виде модель может быть представлена в следующем виде:

$$P_{mq} = f_m(\mathbf{x}_q), \forall A_m \in \mathbf{A}(q), \mathbf{A}(q) \in \mathbf{A}, \quad (2)$$

где P_{mq} – вероятность выбора способа передвижения A_m пользователем q ;

\mathbf{x}_q – вектор характеристик, влияющих на выбор пользователя q ;

$\mathbf{A}(q)$ – множество способов передвижения, доступных пользователю q ,

\mathbf{A} – множество способов передвижения $\mathbf{A} = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_J\}$.

В качестве функциональной формы модели выбора способа передвижения обычно используются модели дискретного выбора, базирующиеся на теории случайной полезности.

Наиболее простой и распространенной функциональной формой модели дискретного выбора является мультиномиальный логит [3, 4, 7]:

$$P_{mq} = \frac{e^{V_{mq}}}{\sum_{A_j \in \mathbf{A}(q)} e^{V_{jq}}}, \quad (3)$$

где V_{jq} – систематическая составляющая полезности способа передвижения A_j для пользователя q .

В случае значительной корреляции случайных составляющих полезностей различных способов передвижений вместо модели

мультиномиального логита может использоваться модель иерархического логита или другие модели дискретного выбора без ограничений, вызванных свойствами независимости от нерелевантных альтернатив [13].

Функция систематической полезности может быть представлена в линейном виде:

$$V_{mq} = \sum_k \beta_{km} X_{kmq}, \tag{4}$$

где X_{kmq} – k -ая характеристика способа передвижения A_m (временные и стоимостные затраты на передвижение и т.п.); β_{km} – параметры модели, оцениваемые на основе данных.

Коэффициент прямой эластичности вероятности выбора способа передвижения A_m пользователем q по характеристике X_{kmq} :

$$E_{P_{mq}, X_{kmq}} = \frac{\partial P_{mq}}{\partial X_{kmq}} \frac{X_{kmq}}{P_{mq}}. \tag{5}$$

Коэффициент перекрестной эластичности вероятности выбора способа передвижения A_m пользователем q по характеристике X_{kjq} способа передвижения A_j :

$$E_{P_{mq}, X_{kjq}} = \frac{\partial P_{mq}}{\partial X_{kjq}} \frac{X_{kjq}}{P_{mq}}. \tag{6}$$

Для модели мультиномиального логита с линейным видом функции систематической полезности коэффициенты прямой и перекрестной эластичности имеют вид:

$$E_{P_{mq}, X_{kmq}} = (1 - P_{mq}) \beta_{km} X_{kmq}, \tag{7}$$

$$E_{P_{mq}, X_{kjq}} = -P_{jq} \beta_{kj} X_{kjq}. \tag{8}$$

Агрегированные коэффициенты эластичности (по всей выборке Q) могут быть получены как средневзвешенное индивидуальных коэффициентов эластичности:

$$E_{P_m, X_{km}} = \frac{\sum_{q \in Q} (P_{mq} \cdot E_{P_{mq}, X_{kmq}})}{\sum_{q \in Q} P_{mq}}, \tag{9}$$

$$E_{P_m, X_{kj}} = \frac{\sum_{q \in Q} (P_{mq} \cdot E_{P_{mq}, X_{kjq}})}{\sum_{q \in Q} P_{mq}}. \quad (10)$$

Данный подход был применен для оценки коэффициентов эластичности спроса на передвижения (туры) из дома на работу и обратно в городе Южно-Сахалинске. Основные исходные данные для разработки модели выбора способа передвижения в городе Южно-Сахалинске – данные исследования подвижности населения (выборочного социологического опроса), включающие информацию об индивидуальных характеристиках респондента и обо всех совершенных передвижениях за предыдущие сутки (цель передвижения, дата и время его начала, адреса начальных и конечных пунктов, выбранный способ передвижения, продолжительность передвижения и другие характеристики).

На основе информации о начальных и конечных пунктах передвижений и периоде суток осуществления передвижения с помощью модели транспортной сети определены временные и стоимостные затраты на передвижения каждым способом. Разработанные модели выбора способа передвижения имеют функциональную форму мультиномиального логита. Данная форма по результатам статистических тестов более предпочтительна по сравнению с иерархическим логитом. Для оценки эластичности спроса рассмотрены две спецификации модели.

В модели 1 функции систематической полезности включают временные затраты в виде общих временных затрат и имеют вид:

$$V_{Cq} = \beta_{Tl,C} \cdot T_{lCq} + \beta_{Cl,C} \cdot C_{lCq} + \beta_{Dl} \cdot Dl_q + \beta_{Nc/Nh} \cdot (Nc_q / Nh_q), \quad (11)$$

$$V_{Bq} = \beta_{Tl,B} \cdot T_{lBq} + \beta_{Cl,B} \cdot C_{lBq} + \beta_{Gd \times Sm} \cdot Gd_q \cdot Sm_q + \beta_{ASA,B}, \quad (12)$$

$$V_{Wq} = \beta_{Tl,W} \cdot T_{lWq} + \beta_{ASA,W}. \quad (13)$$

Обозначения переменных и параметров модели представлены в таблице 2. Индекс «В» соответствует общественному транспорту (автобусу); индекс «С» – индивидуальному транспорту (автомобилу), индекс «W» – способу передвижения пешком.

Таблица 2.

**Переменные и параметры моделей выбора способа передвижения
для туров из дома на работу и обратно в Южно-Сахалинске**

Переменная / константа модели	Параметр	Модель 1	Модель 2	
Переменные модели (функции переменных):				
Общее время передвижения на автомобиле (мин.)	T_{TC}	$\hat{\beta}_{T_{TC}}$	-0,051*** (0,011)	–
Общее время передвижения на автобусе (мин.)	T_{TB}	$\hat{\beta}_{T_{TB}}$	-0,051*** (0,011)	–
Общее время передвижения пешком (мин.)	T_{TW}	$\hat{\beta}_{T_{TW}}$	-0,071*** (0,012)	-0,068*** (0,011)
Время движения непосредственно в автомобиле (мин.)	T_{bC}	$\hat{\beta}_{T_{b,C}}$	–	-0,037** (0,015)
Время движения пешком до остановочного пункта и от него (мин.)	T_{aB}	$\hat{\beta}_{T_{a,B}}$	–	-0,068*** (0,011)
Время ожидания автобуса на остановочном пункте (мин.)	T_{wB}	$\hat{\beta}_{T_{w,B}}$	–	-0,068*** (0,011)
Время движения непосредственно в автобусе (мин.)	T_{bB}	$\hat{\beta}_{T_{b,B}}$	–	-0,037** (0,015)
Стоимостные затраты на передвижение на автомобиле (руб.)	C_{TC}	$\hat{\beta}_{C_{TC}}$	-0,017*** (0,004)	-0,016*** (0,004)
Стоимостные затраты на передвижение на автобусе (руб.)	C_{TB}	$\hat{\beta}_{C_{TB}}$	-0,017*** (0,004)	-0,016*** (0,004)
Половозрастная характеристика	$Gd \times Sm$	$\hat{\beta}_{Gd \times Sm}$	1,70*** (0,38)	1,67*** (0,37)
Наличие водительских прав	DI	$\hat{\beta}_{DI}$	2,23*** (0,47)	2,29*** (0,49)
Удельное количество автомобилей в домохозяйстве (ед.)	$\frac{Nc}{Nh}$	$\hat{\beta}_{Nc/Nh}$	3,74*** (0,73)	3,78*** (0,75)
Константы модели:				
Константа для способа «На автобусе»	ASA_B	$\hat{\beta}_{ASA,B}$	2,83*** (0,55)	3,84*** (0,60)
Константа для способа «Пешком»	ASA_W	$\hat{\beta}_{ASA,W}$	4,52*** (0,72)	5,18*** (0,70)
Функциональная форма и статистика модели:				
Функциональная форма модели		МНЛ	МНЛ	
Количество оцениваемых параметров		8	8	
Количество наблюдений		333	333	
$\ln L(0)$		-344,7537	-344,7537	

Окончание табл. 2.

$\ln L(\beta)$	-174,3258	-173,5392
ρ^2	0,494	0,497
$\bar{\rho}^2$	0,471	0,473

Примечание: МНЛ – мультиномиальный логит. В скобках указаны стандартные ошибки. * обозначает значимость на 10%-м уровне; ** – на 5%-м уровне; *** – на 1%-м уровне. Приняты допущения для модели 1: $\beta_{Ct,C} = \beta_{Ct,B}$, $\beta_{Tt,C} = \beta_{Tt,B}$; для модели 2: $\beta_{Tt,W} = \beta_{Ta,B} = \beta_{Tt,B}$, $\beta_{Ct,C} = \beta_{Ct,B}$, $\beta_{Tt,C} = \beta_{Tt,B}$. Данные допущения проверены с помощью статистических тестов.

В модели 2 функции систематической полезности включают временные затраты в виде составляющих (время движения в транспортном средстве, время ожидания на остановочном пункте, время движения пешком до / от остановочного пункта) и имеют вид:

$$V_{Cq} = \beta_{Tb,C} \cdot T_{bCq} + \beta_{Ct,C} \cdot C_{tCq} + \beta_{Dl} \cdot Dl_q + \beta_{Nc/Nh} \cdot (Nc_q / Nh_q), \quad (14)$$

$$V_{Bq} = \beta_{Tb,B} \cdot T_{bBq} + \beta_{Ta,B} \cdot T_{aBq} + \beta_{Tw,B} \cdot T_{wBq} + \beta_{Ct,B} \cdot C_{tBq} + \beta_{Gd \times Sm} \cdot Gd_q \cdot Sm_q + \beta_{ASA,B} \quad (15)$$

$$V_{Wq} = \beta_{Tt,W} \cdot T_{tWq} + \beta_{ASA,W} \quad (16)$$

Характеристики пользователя (пол, возраст, наличие водительских прав, количество автомобилей в домохозяйстве и др.) также учтены в модели выбора способа передвижения. Эти переменные слабо поддаются воздействию мероприятий по управлению транспортным спросом в краткосрочной перспективе и поэтому при анализе эластичности не рассматриваются. Однако, поскольку эти переменные (Dl_q , Nc_q / Nh_q , $Gd_q \cdot Sm_q$) влияют на выбор способа передвижения, их ввод обеспечивает несмещенность оценок для всех параметров β .

Подробное описание подготовки исходных данных и построения моделей выбора способа передвижения представлено в работах [1, 2]. Переменные и параметры моделей выбора способа передвижения, использованных для оценки эластичности транспортного спроса для туров из дома на работу и обратно в Южно-Сахалинске, представлены в таблице 2.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки коэффициентов эластичности спроса по стоимостным и качественным характеристикам передвижений для туров из дома на работу и обратно в городе Южно-Сахалинске представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Коэффициенты эластичности спроса на передвижения (туры) из дома на работу и обратно в Южно-Сахалинске

Характеристика способа передвижения	Модель 1			Модель 2			
	P_C	P_B	P_W	P_C	P_B	P_W	
Общие временные затраты на передвижения							
Общее время передвижения на автомобиле (мин.)	T_{iC}	-0,48	+0,76	+0,38	–	–	–
Общее время передвижения на автобусе (мин.)	T_{iB}	+0,54	-1,48	+0,31	–	–	–
Общее время передвижения пешком (мин.)	T_{iW}	+0,32	+0,46	-1,35	+0,30	+0,44	-1,29
Составляющие временных затрат на передвижения							
Время движения непосредственно в автомобиле (мин.)	T_{bC}	–	–	–	-0,28	+0,45	+0,20
Время движения непосредственно в автобусе (мин.)	T_{bB}	–	–	–	+0,22	-0,59	+0,10
Время движения пешком до остановочного пункта и от него (мин.)	T_{aB}	–	–	–	+0,20	-0,57	+0,15
Время ожидания автобуса на остановочном пункте (мин.)	T_{wB}	–	–	–	+0,12	-0,33	+0,08
Стоимостные затраты на передвижения							
Стоимостные затраты на передвижение на автомобиле (на топливо) (руб.)	C_{iC}	-0,24	+0,44	+0,10	-0,23	+0,42	+0,10
Стоимостные затраты на передвижение на автобусе (на оплату проезда) (руб.)	C_{iB}	+0,09	-0,26	+0,07	+0,08	-0,25	+0,07

Примечание: P_C, P_B, P_W – вероятность передвижения на автомобиле, на автобусе и пешком соответственно. Жирным шрифтом указаны значения прямой эластичности, обычным – перекрестной.

Для правильной интерпретации результатов оценки эластичности спроса необходимо учитывать, что коэффициент эластичности описывает относительное (процентное) изменение спроса при относительном (процентном) изменении характеристики, влияющей на спрос. Относительное изменение сильно зависит от величины начального абсолютного значения (эффект базы). По результатам исследований исходная доля передвижений из дома на работу и обратно в Южно-Сахалинске на автомобиле составляет 54,7%, на автобусе – 24,3% и пешком – 21,0%. Одинаковому изменению доли передвижения каждым способом в относительном выражении (например, на 10%) соответствует различное изменение доли в абсолютном выражении (5,5%, 2,4% и 2,1% соответственно), поскольку доли передвижений каждым способом не равны между собой. Это также относится и к независимым переменным.

Поэтому для сравнения между собой коэффициентов эластичности спроса в разрезе различных способов передвижения или независимых переменных необходимо принимать во внимание начальные абсолютные значения спроса и переменных.

Различные составляющие временных затрат по-разному воспринимаются пользователями транспортной системы. Так, стоимостная оценка времени движения непосредственно в транспортном средстве для туров из дома на работу и обратно в городе Южно-Сахалинске составляет 2,3 руб./мин [2], а времени движения пешком до / от остановочного пункта и времени ожидания на остановочном пункте – 4,3 руб./мин. С учетом наблюдаемых отличий в восприятии различных составляющих временных затрат пользователями транспортной системы использование модели 2, учитывающей отдельные составляющие временных затрат, более предпочтительно по сравнению с использованием модели 1. Значения коэффициентов эластичности спроса по общим временным затратам (модель 1) примерно равна сумме значений соответствующих коэффициентов эластичности спроса по составляющим временных затрат (модель 2) (таблица 3).

Коэффициент прямой эластичности спроса на передвижения на автомобиле по затратам на топливо, полученный на основе мо-

дели 2, составил $-0,23$. Это означает, что с увеличением затрат на топливо на 10% спрос на передвижения на автомобилях снизится на 2,3%. При этом коэффициент перекрестной эластичности спроса на передвижения на автобусе и пешком составили $+0,42$ и $+0,10$ соответственно. То есть с увеличением затрат на топливо на 10% спрос на передвижения на автобусе и на передвижения пешком вырастет на 4,2% и 1,0% соответственно.

Коэффициент эластичности спроса на передвижения на автобусе по времени движения непосредственно в автобусе составляет $-0,59$, то есть сокращение времени движения непосредственно в автобусе на 10%, например, в случае обеспечения приоритета проезда для общественного транспорта, вызывает рост спроса на передвижения на автобусе на 5,9%. Спрос на передвижения пешком и на передвижения на автомобиле при этом снижается на 1,0% и 2,2% соответственно. Аналогичным образом могут быть интерпретированы другие значения коэффициентов эластичности, представленные в таблице 3.

Поскольку полученные значения коэффициентов эластичности спроса напрямую связаны с теми условиями, для которых они определены, использовать значения коэффициентов эластичности рекомендуется только для схожих условий с теми, в которых они получены. Для российских городов напрямую использовать в расчетах результаты исследований эластичности спроса, полученные для зарубежных городов, не рекомендуется ввиду существенных различий условий, в том числе демографических и социально-экономических.

На основе полученных значений коэффициентов эластичности могут быть спрогнозированы краткосрочные (на период до двух лет) изменения спроса на передвижения различными способами от реализации мероприятий по управлению транспортным спросом.

Для прогнозирования изменения транспортного спроса в результате реализации мероприятия по управлению транспортным спросом на основе коэффициентов эластичности необходимо оценить, насколько изменится независимая переменная в результате данного

мероприятия. Например, в случае повышения акцизов на топливо (изменение фискальной политики) необходимо пересчитать как изменятся затраты на топливо для конечных потребителей. При этом необходимо учитывать вид используемого топлива (бензин, дизельное топливо, сжиженный природный газ и т.п.), инфляцию, а также изменение топливной эффективности автомобилей во времени.

Мероприятия по управлению транспортным спросом могут касаться тарифной и фискальной политики, организации дорожного движения, организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом и других направлений.

Выводы

В данном исследовании описан подход к оценке эластичности транспортного спроса на основе моделей выбора способа передвижения. На основе данного подхода определены коэффициенты эластичности транспортного спроса по стоимостным и качественным характеристикам различных способов передвижения в краткосрочной перспективе.

Подход апробирован для оценки эластичности спроса на передвижения (туры) из дома на работу и обратно в городе Южно-Сахалинске. Полученные значения коэффициентов эластичности позволяют прогнозировать изменение транспортного спроса каждым способом передвижения в результате реализации мероприятий по управлению транспортным спросом.

Определенные на основе анализа эластичности наиболее перспективные мероприятия затем могут быть проанализированы с использованием более продвинутых (сложных и дорогостоящих) инструментов.

Список литературы

1. Литвинов А.В. Метод оценки распределения транспортного спроса между способами передвижения на основе дезагрегированных моделей. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2020. № 4 (63). [В печати]

2. Литвинов А.В. Стоимостная оценка времени передвижения на основе моделей выбора способа передвижения. Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сб. 2020. № 11. С. 45–48.
3. Ben-Akiva M., Lerman S.R. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand. 1985. 390 p.
4. Cascetta E. Transportation Systems Engineering: Theory and Methods. Kluwer Academic Publishers, 2011. 742 p.
5. Dargay J., Gately D. Demand for Transportation Fuels: Imperfect Price-Reversibility? Transportation Research B, Vol. 31, No. 1, 1997, pp. 71–82.
6. The Demand for Public Transit: A Practical Guide, Transportation Research Laboratory, Report TRL 593, 2004. 246 p.
7. Domencich T.A., McFadden D. Urban travel demand. A behavioral analysis. North-Holland Publishing Company, 1975. 215 p.
8. Elasticity Handbook: Elasticities for Prototypical Contexts (TRACE), European Commission, 1999. 50 p.
9. Goodwin P., Dargay J., Hanly M. Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption With Respect to Price and Income: A Review. Transport Reviews, Vol. 24, No. 3, 2004, pp. 275–292.
10. Litman T. Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities. Journal of Public Transportation, Vol. 7, No. 2, 2004, pp. 37–58.
11. Ortúzar J. de L., Willumsen L.G. Modelling Transport. John Wiley & Sons Ltd., 2011. 586 p.
12. Paulley N., Balcombe R., Mackett R. et al. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. Transport Policy, 13(4), 2006, pp. 295–306.
13. Train K.E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009. 388 p.
14. Transport elasticities: impacts on travel behaviour. Understanding transport demand to support sustainable travel behaviour. Sustainable urban transport technical document #11. GIZ, 2013. 40 p.

References

1. Litvinov A.V. Metod ocenki raspredelenija transportnogo sprosa mezhdu sposobami peredvizhenija na osnove dezagregirovannyh modelej [Meth-

- od of estimation of travel modal shares based on disaggregate models]. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta (MADI)*, No. 4 (63), 2020. [In print].
2. Litvinov A.V. Stoimostnaja ocenka vremeni peredvizhenija na osnove modelej vybora sposoba peredvizhenija [Estimation of value of travel time based on the travel mode choice models]. *Transport: nauka, tehnika, upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik*. No. 11, 2020, pp. 45–48.
 3. Ben-Akiva M., Lerman S.R. Discrete choice analysis: theory and application to travel demand, 1985. 390 p.
 4. Cascetta E. Transportation Systems Engineering: Theory and Methods. Kluwer Academic Publishers, 2011. 742 p.
 5. Dargay J., Gately D. Demand for Transportation Fuels: Imperfect Price-Reversibility? *Transportation Research B*, Vol. 31, No. 1, 1997, pp. 71–82.
 6. The Demand for Public Transit: A Practical Guide, Transportation Research Laboratory, Report TRL 593, 2004. 246 p.
 7. Domencich T.A., McFadden D. Urban travel demand. A behavioral analysis. North-Holland Publishing Company, 1975. 215 p.
 8. Elasticity Handbook: Elasticities for Prototypical Contexts (TRACE), European Commission, 1999. 50 p.
 9. Goodwin P., Dargay J., Hanly M. Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption With Respect to Price and Income: A Review. *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, 2004, pp. 275–292.
 10. Litman T. Transit Price Elasticities and Cross-Elasticities. *Journal of Public Transportation*, Vol. 7, No. 2, 2004, pp. 37–58.
 11. Ortúzar J. de L., Willumsen L.G. Modelling Transport. John Wiley & Sons Ltd., 2011. 586 p.
 12. Paulley N., Balcombe R., Mackett R. et al. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Policy*, No. 13(4), 2006, pp. 295–306.
 13. Train K.E. Discrete choice methods with simulation. Cambridge University Press, 2009. 388 p.
 14. Transport elasticities: impacts on travel behaviour. Understanding transport demand to support sustainable travel behaviour. Sustainable urban transport technical document #11. GIZ, 2013. 40 p.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Литвинов Александр Владимирович, аспирант

ОАО «НИИАТ»

125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

alitinov85@gmail.com

Донченко Вадим Валерианович, научный руководитель инсти-

тута, кандидат технических наук

ОАО «НИИАТ»

125480, Россия, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

donchenko@niiat.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Litvinov Alexander Vladimirovich, PhD student

JSC NIAT

24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russian Federation

alitinov85@gmail.com

Donchenko Vadim Valerianovich, Research Director, PhD in Technical Sciences

JSC NIAT

24, Geroyev Panfilovtsev Str., Moscow, 125480, Russian Federation

donchenko@niiat.ru

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-58-74

УДК 622.619

**МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН
НА ПРИМЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПОГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ 2ПНБ-2**

Макеева Е.И., Ракитина И.С., Мирославская М.Д.

На современном этапе научно-технического развития основными направлениями развития технологических машин являются: переход к непрерывным автоматизированным процессам, повышения качества выполнения работы, повышение эффективности использования машин.

Если рассматривать современные технологические машины, разработанные и сконструированные в течении последних 10-ти лет, то можно выделить большое количество машин, управляемых дистанционно (полностью или отдельными частями оборудования). Приведем несколько примеров новейших разработок:

- MenziMuck M545X;*
- Palfinger PCC 57.002;*
- KOBELCO SK400DLC-10 и др.*

Введение автоматики значительно повышает эффективность машины при наименьших трудовых затратах. Однако, на многих предприятиях до сих пор используется техника предыдущего поколения, так как произвести обновление основных фондов затратно. В таком случае, возникает актуальный вопрос повышения технологической и экономической эффективности существующей техники. Новизна результатов заключается в следующем:

– установлено, что повышение производительности погрузочных машин непрерывного действия достигается за счет их автоматического управления, которое регулирует подачу по уровню нагрузок и осуществляет защиту двигателей, трансмиссии рабочего органа и ходовой части;

– разработана имитационная модель машины погрузочной машины непрерывного действия с автоматизированным управлением.

Цель – определение универсальной методики повышения эффективности технологических машин.

Метод или методология проведения работы: в статье использовались методы вычислительной математики, теории планирования эксперимента, методы технико-экономических расчетов в технике.

Результаты: определена поэтапная и структурированная методика повышения эффективности использования машины.

Область применения результатов: полученные результаты можно применять на транспортных, строительных и других предприятиях, в процессе деятельности которой используется технологические машины.

Ключевые слова: транспортно-технологические машины; технологическая эффективность; экономическая эффективность; методика.

METHODOLOGY OF INCREASING THE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL MACHINES ON THE EXAMPLE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE LOADING MACHINE 2PNB-2

Makeeva E.I., Rakitina I.S., Miroslavskaya M.D.

At the modern stage of scientific and technological development, the main directions of development of technological machines are: the transition to continuous automated processes, improving the quality of work, increasing the efficiency of using machines.

If we consider modern technological machines, developed and constructed over the past 10 years, then we can distinguish a large number of machines controlled remotely (in whole or in separate parts of equipment). Here are some examples of the latest developments:

- MenziMuck M545X;*
- Palfinger PCC 57.002;*
- KOBELCO SK400DLC–10 and other.*

The introduction of automation greatly improves the efficiency of the machine with the lowest labor cost. However, many enterprises still use the technology of the previous generation, since it is costly to update fixed assets. In this case, the urgent question arises of increasing the technological and economic efficiency of existing equipment. The novelty of the results is as follows:

- it was found that an increase in the productivity of continuous loading machines is achieved due to their automatic control, which regulates the supply according to the level of loads and protects the engines, the transmission of the working body and the running gear;*
- a simulation model of a continuous loader machine with automated control was developed.*

Purpose – *determination of a universal technique for increasing the efficiency of technological machines.*

Methodology: *the article used methods of computational mathematics, theory of experimental planning, methods of technical and economic calculations in technology.*

Results: *defined a step-by-step and structured method of increasing the efficiency of using the machine.*

Practical implications: *the results obtained can be applied to transport, construction and other enterprises, in the process of which technological machines are used.*

Keywords: *transport and technological machines; technological efficiency; economic efficiency; methodology.*

Методику повышения эффективности технологических машин, по мнению авторов, можно представить в семь основных этапов:

1. Анализ эксплуатационных характеристик, оценка оставшегося срока полезного использования, определение недостатков имеющегося технологического оборудования
2. Разработка мероприятий по повышению эффективности деятельности машины.
3. Расчет основных параметров машины.
4. Разработка алгоритма работы внедряемого мероприятия.

5. Расчет основных параметров машины при внедрении предлагаемого мероприятия.
6. Построение интерактивной (или вещественной) модели работы машин и оборудования с внедряемым мероприятием и анализ результатов
7. Расчет экономической эффективности мероприятия

Эти этапы представляются наиболее оптимальными, так как включают в себе: исследование достоинств и недостатков машины, ее эксплуатационные характеристики, возможные способы повышения ее эффективности, опытно-конструкторские работы и расчет экономической эффективности для подтверждения необходимости внедрения мероприятия.

Подтвердим необходимость и удобство использования данной методики для повышения эффективности технологических машин на примере повышения эффективности деятельности погрузчика 2ПНБ–2.

Поэтапно рассмотрим выбранную модель и ее характеристики.

Анализ эксплуатационных характеристик и оценка оставшегося срока полезного использования

Любая техника имеет срок службы, так как в процессе работы происходит износ деталей и снижается эффективность деятельности оборудования.

Для оценки необходимости повышения эффективности деятельности машин необходимо провести анализ эксплуатации техники и вычислить срок полезного использования оборудования. Одной из основных причин раннего снижения эффективности работы оборудования является анализ показателей продолжительности использования техники, без учета остальных. Такой подход в корне неверен и не отражает степень загрузки машины, которая также влияет на ее деятельность [1].

При анализе эксплуатации машины 2ПНБ–2 был установлен существенный недостаток, такой как отсутствие ручного управления подачей машины на штабель, в результате которого: глубина

внедрения питателя имеет случайный характер, происходят регулярные перевнедрения выше допустимого значения – величины диаметра ведущего диска; при перевнедрении при обратном ходе лапы происходит сбрасывание материала с плиты питателя. В результате этого происходит потеря производительности; попадание породы под ходовой движитель; резкое увеличение динамических нагрузок в рабочем органе, трансмиссии и двигателе из-за высокой скорости движения лапы на обратном ходе; нагрузки приводных двигателей, крутящие моменты на валах ведущих дисков превышают допустимые; происходит неправомерное увеличение частоты включений в погоне за высокой производительностью; наблюдается повышенный износ трансмиссии нагребующих лап и ходовой части.

Если срок полезного использования не истек и оставшееся время работы составляет более 1 года, то при выявлении проблем наиболее оптимальным решением будет их устранение, а не замена оборудования. Для подтверждения данного факта далее будет произведен расчет затрат на повышения эффективности использования рассматриваемой технологической машины, расчет замены оборудования и экономическая оценка предлагаемых мероприятий.

Разработка мероприятий по повышению эффективности деятельности машин

Совершенствование технологических процессов, обеспечивающих эксплуатацию транспортно-технологических машин в исправном состоянии реализуется методами модернизации производственных процессов. На основании выявленных проблем необходимо разработать актуальный и наименее затратный метод их устранения.

В рассматриваемом случае наиболее эффективным решением является разработка системы управления модельной установки для обеспечения не управления механизма подачи в ручном и автоматическом виде.

Принцип действия схемы автоматической прерывистой подачи основан на изменении токовой нагрузки двигателей нагребавшей части в зависимости от степени нагруженности исполнительного органа [2].

Предлагаемая система автоматизации состоит из задатчиков верхнего и нижнего уровней загрузки исполнительного органа, датчиков, фиксирующих степень нагруженности двигателей, системы преобразования полученных аналоговых сигналов, подсистемы сравнения требуемых параметров процесса погрузки с полученными значениями; системы преобразования и усиления цифровых сигналов, подсистемы управления обмотками ЭГЗ.

В задатчике устанавливаются расчетные верхний и нижний уровни загрузки исполнительного органа. При работе двигателя нагребавшей части степень загрузки фиксируется датчиками. Если нагрузка равна или ниже установленного нижнего уровня, блок управления переключает электрогидрозолотник в рабочее положение, при котором рабочая жидкость поступает в гидроцилиндр подачи и машина получает движение вперед. Глубина внедрения увеличивается, нагрузка на исполнительном органе возрастает, и когда она достигает верхнего уровня, блок управления переключает золотники в нейтральное положение, и подача прекращается. Затем цикл повторяется.

Расчет основных параметров машины

Основной областью применения погрузочных машин 2ПНБ–2 является погрузка горной массы размером куска не более 500 мм при ведении проходческих работ буровзрывным способом. При проведении модельных исследований, в качестве погружаемого материала принят песчаник крепостью 10 единиц по шкале М.М. Протодьяконова [3].

Для определения технологических характеристик проводится диагностика транспортно-технологической машины для определения технического состояния машины без проведения разорочных работ [4].

За основные параметры погрузчика 2ПБН–2 при исследовании вопроса улучшения работы механизма подачи необходимо принять:

1. Средний размер куска погружаемого материала.
2. Зависимость изменения высоты лапы от ее длины, внедренной в штабель горной массы.
3. Зависимость площади черпания одной лапы от глубины внедрения.
4. Мощность двигателя.

Модель погрузочного органа представлена на рисунке 1.

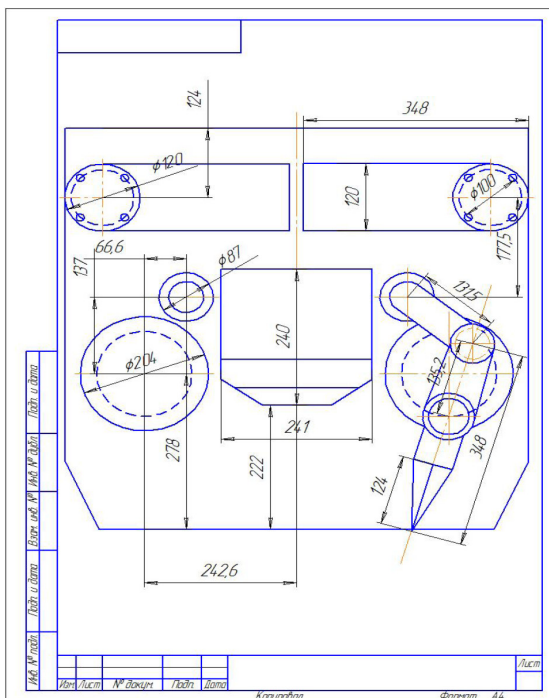


Рис. 1. Модель погрузочного органа

Разработка алгоритма работы внедряемого мероприятия

При разработке системы автоматического управления моделью погрузочной установки функции – ограничения содержат сило-

вую, энергетическую регламентацию, требования к допустимой компоновке рабочего органа и машины, предельные значения скоростей отдельных точек механизма и некоторые другие. Перечисленные ограничения образуют функциональную группу; отдельно формируются числовые ограничения.

Раскрытие алгоритма работы внедряемого мероприятия позволяет определить какие параметры машины в внедрённом мероприятием стоит изучить для адекватной оценки мероприятия.

Полный алгоритм осуществляет управление механизмом подачи с настройками и защитами системы от перегрузок:

- по максимальному моменту (току) двигателей нагребающих лап;
- по нагреву ДНЧ;
- по частоте включений механизма подачи;
- по уровню производительности машины.

Режим работы погрузочной машины характеризуется четырьмя показателями: потребляемым суммарным током электродвигателей нагребающей части, эквивалентным током, количеством подач машины на штабель и производительностью.

Рассматриваемая система относится к однофункциональной системе, задачей которой является уборка горной массы в течение интервала времени $0 < t < t_{пр}$, где $t_{пр}$ – время работы, предусмотренное затрачиваемое на уборку штабеля одной заходки. В работе принимаем в качестве критерия времени один оборот ведущего диска.

Режим находится в допустимых пределах, если значения, полученные и преобразованные от установленных датчиков не превышают 10% от требуемых. Для автоматизации расчетов и построения графических зависимостей использовались пакет прикладных программ Mathcad, Visual Basic, Microsoft Excel.

Расчет основных параметров машины при внедрении предлагаемого мероприятия

Исследуются основные параметры машины, на которые влияет внедрение мероприятия:

- производительность машин ПНБ по фактору допустимой длительной нагрузки двигателя нагребающей части
- производительность машин ПНБ по фактору максимально допустимой нагрузки двигателя нагребающей части
- производительность машин ПНБ по фактору максимального напорного усилия
- ограничение по допустимой геометрической компоновке механизма нагребания

Построение интерактивной (или вещественной) модели работы машин и оборудования с внедряемым мероприятием и анализ результатов

Исследование влияния различных факторов на параметры процесса погрузки горной массы осуществляется на основе разработанной математической имитационной модели, в которую входит компьютерная программа, построенная на закономерностях формирования производительности и нагрузок в рабочих органах погрузочной машины 2ПНБ–2 и алгоритма. Программа была разработана с помощью языка Visual Basic, версия компилятора Microsoft Visual Basic 6.0.

Программа включает в себя два модуля:

- модуль управления (рисунок 2), осуществляющий логическую обработку данных, поступающих с датчиков, и управление машиной (моделью машины) в зависимости от текущих условий процесса погрузки;
- модуль имитации функционирования машины (модель машины). Эта часть программы осуществляет эмуляцию работы датчиков и модели машины. Визуализация происходящих расчетов обеспечивается построением графиков усилий на рабочих органах погрузочной части с учетом высокочастотной составляющей, формирования производительности процесса погрузки, изменения уровней настройки задатчиков верхнего и нижнего уровня, а также выводом на экран текущих расчетных значений и необходимой текстовой информации (рисунок 3).

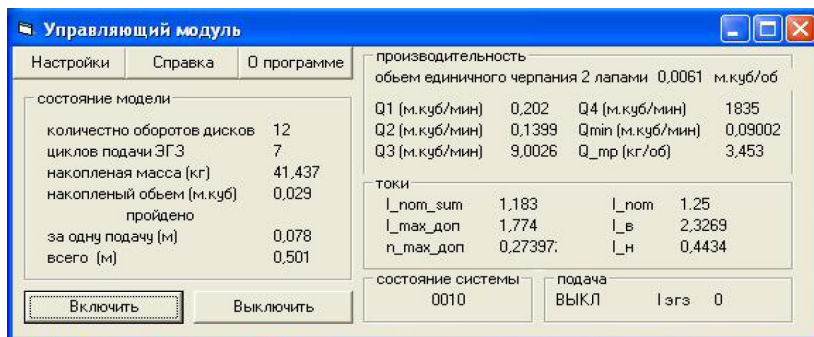


Рис. 2. Вид панели модуля управления процессом подачи

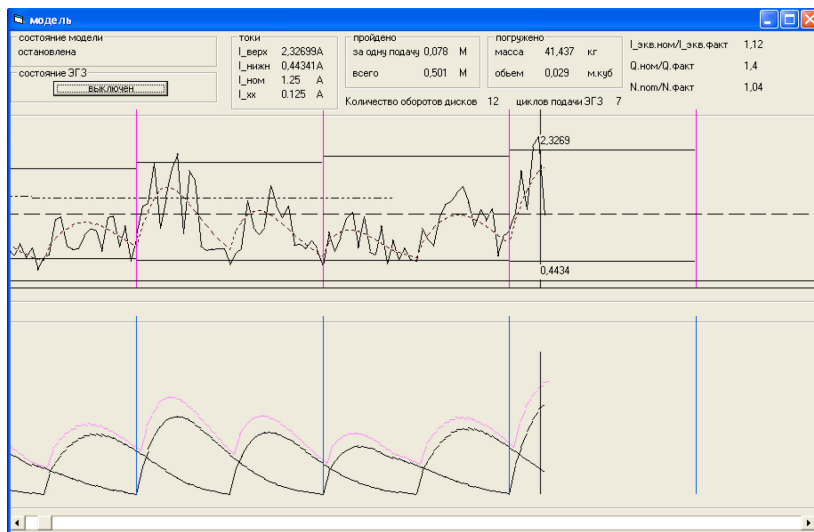


Рис. 3. Имитация параметров процесса погружки

Построение интерактивной модели или модельной установки необходимо для проверки работоспособности внедряемых мероприятий.

Процесс моделирования ограничивается суммарным перемещением машины относительно штабеля, обусловленным длиной выдвигания штоков гидроцилиндров модельной установки, принятая в имитационной модели величина в среднем равна 0,5 м.

На основании условия реальности временного процесса погрузки один оборот ведущего диска принимается равным 1,6 секунды. Каждая синяя линия отсечки оборота на панели «модель», соответствует этому временному интервалу.

На основании анализа результатов проведенного эксперимента установлено, что применение разработанной системы автоматического управления подачей машины 2ПНБ–2 при погрузке горной массы увеличивает производительность в среднем на 29,6%, запас по перегреву двигателя составляет 14,6%, что повышает надежность узлов и агрегатов машины, что в целом обеспечивает повышение эффективности эксплуатации шахтных погрузочных машин непрерывного действия.

Расчет экономической эффективности внедрения выбранного мероприятия

Расчет экономической эффективности состоит из расчета затрат на опытно-конструкторские работы, расчет затрат на внедрение мероприятий и сравнение экономической эффективности исходного оборудования и оборудования с улучшениями.

Произведем расчет экономической эффективности внедрения мероприятия. Затраты на опытно-конструкторские работы определим на основе отчетной финансовой документации и фактических затрат и представим в виде таблицы 1.

Таблица 1.

Затраты на опытно-конструкторские работы

№	Наименование статьи затрат	Стоимость, руб.
1	Разработка проекта модельной установки	300 000
2	Стоимость изготовления механической части модельной установки	500 000
3	Стоимость монтажа модельной установки	75 000
4	Приобретение комплектующих изделий, в т.ч.	
	– маслостанция	772 780
	– мотор–редуктор, 2 шт.	35 000
	– гидрораспределитель, 2 шт.	260 000
	– гидроцилиндр, 2 шт.	52 150

Окончание табл. 1.

	– система измерений (крейтовая система)	55 570
5	Стоимость разработки программного продукта	3 000
	Итого	2 053 500

Затраты на проведение ОКР являются разовыми, и соответственно полностью ложатся на стоимость продукции, выпущенной за определенный промежуток времени (по данным изготовителя).

Произведем сравнение основных показателей экономической эффективности 2ПНБ–2 с внедренным мероприятием и исходной машины.

Таблица 2.

Расчет экономической эффективности вариантов

Наименование показателей	Ручное управление	Автомат	Сравнение, ±
Объем прохождения выработки за год, м.	1 440	2 136	696
Среднемесячные темпы прохождения, м	120	178	58
Капитальные вложения, руб.	29 768 173	29 282 173	– 486 000
Эксплуатационные затраты при проходке на год, руб.	64 607 088	65 080 068	472 980
Себестоимость 1 метра выработки, руб.	44 866	30 468	– 14 398

Годовой экономический эффект от снижения технологических затрат при внедрении комплекса СГПМ:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = ((C_6 - C_n) - E_n * (K_n - K_6)) * L$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = ((44\,866 - 30\,468) - 0,15 * \left(\frac{29\,282\,173}{12\,178} - \frac{29\,768\,173}{12\,120} \right)) * 2\,136$$

$$= 32\,985\,394 \text{ руб./год}$$

где:

C_6 – себестоимость 1 м выработки при использовании комплекта машин, руб./м;

C_n – себестоимость 1 м выработки при использовании комплекса СГПМ, руб./м;

E_n – норма дохода на капитал;

K_n – капитальные вложения на 1 м выработки при использовании комплекса СГПМ, руб./м;

K_6 – капитальные вложения на 1 м выработки при использовании комплекта машин, руб./м;

L – объем прохождения выработки за год комплексом СГПМ, м.

Следующим этапом является сравнение стоимости демонтажа старого оборудования, покупки и установки нового и стоимости проведения ОКР и внедрения мероприятия. Таким образом выявляется наиболее оптимальный вариант повышения эффективности технологической машины на производстве.

Вывод

На примере повышения эффективности 2ПНБ-2 было доказано, что предложенная методика удобна, эффективна и оптимальна для использования не только на исследуемой модели, но и на других транспортно-технологических машинах.

Так же, можно убедиться, что внедрение автоматизированных систем управления способствует уменьшению непроизводительных расходов сырья, к тому же происходит увеличение качества продукции за счет точного регулирования параметров технологического процесса.

Список литературы

1. Иванов В.Н. Совершенствование системы измерения наработки строительных и дорожных машин / В.Н. Иванов, Р.Ф. Салихов, Т.М. Чудова // Вестник СиБАДИ, выпуск 6 (34), 2013. С. 15–19.
2. Электропривод: Учебное пособие / сост. С. В. Петухов, М.В. Кришьянис. Архангельск: С(А)ФУ, 2015. 303 с.
3. System of Calculations: Mine, технический онлайн-сервис [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://soc-mine.ru/article/krepost-porod.php>
4. Масленников А.С. Параметры, определяющие техническое состояние транспортно-технологических машин // Направления развития технического сервиса: Материалы внутривузовской студенческой научно-практической конференции в формате online. Выпуск 2 / Науч. редактор Г.А. Иовлев; технический редактор Голдина И.И. Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2020. С. 44–48.

5. Носенко С.И. Погрузочные машины с гидравлическими приводами: монография / С.И. Носенко, А.С. Носенко. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2002. 205 с.
6. Родионов Г.В. Основные закономерности при взаимодействии ковша со штабелем насыпного груза / Г.В. Родионов, П.А. Михерев // Вопросы механизации погрузки скальных пород: сб. тр. / ГГИ ЗСФ АН СССР. Новосибирск, 1957. № 19. С. 7–18.
7. Основные положения методики расчета производительности, мощности двигателей и динамических нагрузок в трансмиссиях рабочих органов погрузочных машин с парными нагребными лапами / Е. А. Крисаченко, В.А. Турушин и др. // Исследования погрузочных машин, транспортных установок и вопросы их расчета: сб. науч. тр. / НПИ. Новочеркасск, 1970. Т. 214. С. 127–134.
8. Кулешов Н.В., Шапошников Ю.А. Совершенствование методов обеспечения работоспособного состояния транспортно-технологических машин // Наука и молодежь [Электронный ресурс]: материалы XVII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (01–05 июня 2020 года, г. Барнаул): в 8 ч. / АлтГТУ им. И.И. Ползунова. Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2,6 МБ). Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. Ч. 4. Режим доступа: https://journal.altstu.ru/konf_2020/2020_1/48/
9. Еремин А.В., Чесноков М.В., Саитбатталов Р.Р. Перспективы развития автоматического управления // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика, т.1, 2017 г. С. 92–95.

References

1. Ivanov V.N. , Salikhov R.F., Chudova T.M. Sovershenstvovanie sistemy izmereniya narabotki stroitel'nykh i dorozhnykh mashin [Improvement of the system for measuring the operating time of construction and road machines]. *Vestnik SibADI* [Bulletin of SibADI], issue 6 (34), 2013. P. 15–19.
2. *Elektroprivod* [Electric drive]: textbook / comp. S. V. Petukhov, M. V. Krisjanis. Arkhangelsk: S(A)FU, 2015. 303 p.
3. *System of Calculations: Mine, tekhnicheskii onlayn-servis* [System of Calculations: Mine, technical online service]. <https://soc-mine.ru/article/krepost-porod.php>

4. Maslennikov A.S. Parametry, opredelyayushchie tekhnicheskoe sostoyanie transportno-tekhnologicheskikh mashin [Parameters that determine the technical state of transport and technological machines]. *Napravleniya razvitiya tekhnicheskogo servisa: Materialy vnutrivuzovskoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v formate online* [Directions of development of technical service: Materials of the intra-university student scientific-practical conference in the online format]. Issue 2 / Scientific. editor G.A. Iovlev; technical editor Goldina I.I. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2020. P. 44–48.
5. Nosenko S.I., Nosenko A.S. *Pogruzochnye mashiny s gidravlicheskimy privodami* [Loading machines with hydraulic drives]: monograph. Novocherkassk: YRSTU (NPI), 2002. 205 p.
6. Rodionov G.V., Mikharev P.A. Osnovnye zakonomernosti pri vzaimodeystvii kovsha so shtabelem nasypnogo gruzha [The main patterns in the interaction of a bucket with a stack of bulk cargo]. *Voprosy mekhanizatsii pogruzki skal'nykh porod: sb. tr.* [Questions of mechanization of loading rocks: collection of articles. tr.]. GGI ZSF AN SSSR. Novosibirsk, 1957. N. 19. P. 7–18.
7. Krisachenko E.A., Turushin V.A. et al. Osnovnye polozeniya metodiki rascheta proizvoditel'nosti, moshchnosti dvigateley i dinamicheskikh nagruzok v transmissiyakh rabochikh organov pogruzochnykh mashin s parnymi nagrebayushchimi lapami [The main provisions of the methodology for calculating the performance, engine power and dynamic loads in the transmissions of the working bodies of loading machines with paired shoveling paws]. *Issledovaniya pogruzochnykh mashin, transportnykh ustanovok i voprosy ikh rascheta: sb. nauch. tr.* [Research of loading machines, transport installations and questions of their calculation: collection of articles. scientific. tr.] / NPI. Novocherkassk, 1970. Vol. 214. P. 127–134.
8. Kuleshov N.V., Shaposhnikov Yu.A. Sovershenstvovanie metodov obespecheniya rabotosposobnogo sostoyaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin [Improving the methods of ensuring the working condition of transport and technological machines]. *Nauka i molodezh' [Elektronnyy resurs]: materialy XVII Vserossiyskoy nauchno-tekhnich-*

eskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh (01-05 iyunya 2020 goda, g. Barnaul) [Science and Youth [Electronic resource]: materials of the XVII All-Russian Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists (June 01–05, 2020, Barnaul)] / AltGTU im. I.I. Polzunov. Barnaul: AltSTU Publishing House, 2020. Part 4. https://journal.altstu.ru/konf_2020/2020_1/48/

9. Eremin A.V., Chesnokov M.V., Saitbattalov R.R. Perspektivy razvitiya avtomaticheskogo upravleniya [Prospects for the development of automatic control]. *Innovatsionnye tekhnologii: teoriya, instrumenty, praktika* [Innovative technologies: theory, tools, practice], v.1, 2017, pp. 92–95.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Макеева Елена Ивановна, доцент кафедры «Механизация и автоматизация автодорожной отрасли», кандидат экономических наук

Шахтинский автодорожный институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова

ул. Ленина, 1, г. Шахты, Ростовская область, 346500, Российская Федерация

rudena23@mail.ru

Ракитина Инна Сергеевна, магистрант кафедры «Механизация и автоматизация автодорожной отрасли»

Шахтинский автодорожный институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова

ул. Ленина, 1, г. Шахты, Ростовская область, 346500, Российская Федерация

rakitina.inna@list.ru

Мирославская Мария Дмитриевна, магистрант кафедры «Механизация и автоматизация автодорожной отрасли»

Шахтинский автодорожный институт (филиал) ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова

*1, ул. Ленина, г. Шахты, Ростовская область, 346500, Российская Федерация
miroslavsky.marymir@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Makeeva Elena Ivanovna, Candidate of Economics Sciences, Assoc.,
Assoc. department «Mechanization and automation of the road
industry»
*Shakhty Road Institute (branch) YRSPU (NPI) named after M.I.
Platova
1, Lenin Str., Shakhty, Rostov region, 346500, Russian Federation
rudena23@mail.ru*

Racitina Inna Sergeevna, undergraduate of the department «Mechanization and automation of the road industry»
*Shakhty Road Institute (branch) YRSPU (NPI) named after M.I.
Platova
1, Lenin Str., Shakhty, Rostov region, 346500, Russian Federation
rakitina.inna@list.ru*

Miroslavskaya Maria Dmitrievna, undergraduate of the department
«Mechanization and automation of the road industry»
*Shakhty Road Institute (branch) YRSPU (NPI) named after M.I.
Platova
1, Lenin Str., Shakhty, Rostov region, 346500, Russian Federation
miroslavsky.marymir@gmail.com*

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-75-122

УДК 656.3

**О ПЕРСПЕКТИВАХ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРОЕКТА
«ЕДИНАЯ ЕВРАЗИЯ: ТРАНС-ЕВРАЗИЙСКИЙ ПОЯС
RAZVITIE (ТЕПР) – ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЕВРАЗИЙСКАЯ
ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА (ИЕТС) КАК МЕГАПРОЕКТА
В ТРАНСПОРТНУЮ СТРАТЕГИЮ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА**

Осинов Г.В., Кубрин А.А., Кузина Н.В.

Имеющий более чем 130-летнюю предысторию и активно разрабатывавшийся в последнее десятилетие коллективом выдающихся отечественных ученых мегапроект «Единая Евразия: Транс-Евразийский пояс RAZVITIE (ТЕПР) – Интегральная Евразийская транспортная система (ИЕТС)» рассматривается в контексте имеющегося зарубежного и российского опыта проектирования транснациональных и трансконтинентальных транспортных коридоров, прежде всего высокоскоростных железных дорог, а также в связи с планированием дальнейшего развития транспортной системы Российской Федерации.

***Цель** – обоснование необходимости включения мегапроекта ТЕПР-ИЕТС в Транспортную стратегию Российской Федерации на период до 2030 года как первостепенного для развития транспортной системы и повышения эффективности внутренней и внешней политики Российской Федерации, в том числе – для устранения последствий кризиса социально-экономической сферы и нормализации международных отношений.*

***Методология исследования:** проводилась оценка актуальности и конкурентоспособности проекта ТЕПР-ИЕТС в контексте зарубежных проектов и научных исследований в сфере транснационального и трансконтинентального железнодорожного сообщения; анализ критериев эффективности реализации Транс-*

портной стратегии Российской Федерации по консервативному и инновационному варианту применительно к показателям развития железнодорожного сообщения, а также в соотношении с востребованностью железнодорожного грузового сообщения на конец 2020 г. по данным Минтранса России.

Область применения результатов: *полученные результаты целесообразно учесть при внесении изменений в текст Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, а также более десяти лет не обновлявшейся Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.*

Ключевые слова: *Транс-Евразийский пояс Razvitie; Интегральная Евразийская транспортная система; Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года; мегапроект; грузовое железнодорожное сообщение; высокоскоростная железная дорога; транснациональные и трансконтинентальные железные дороги; внешняя политика; международное сотрудничество; социальные проекты; подводные транспортные туннели; Берингов пролив.*

**ON THE PROSPECTS FOR THE PROJECT
“UNITED EURASIA: TRANS-EURASIAN RAZVITIE
BELT (TEBR) – INTEGRAL EURASIAN TRANSPORT
SYSTEM (IETS)» INCLUSION AS A MEGAPROJECT
INTO THE RUSSIAN FEDERATION TRANSPORT
STRATEGY FOR THE PERIOD UP TO 2030**

Osipov G.V., Kubrin A.A., Kuzina N.V.

Having more than 130 years of prehistory and actively developed in the last decade by outstanding Russian scientists team, the megaproject “United Eurasia: TRANS-Eurasian belt RAZVITIE (TEBR) – Integrated Eurasian transport system (IETS)” is considered in the existing foreign and Russian experience context in designing transnational and transcontinental transport corridors, primarily high-speed Railways,

as well as in connection with the planning of the Russian Federation transport system further development.

Purpose. *The goal is to substantiate the need to include the TEBR-IETS megaproject in the Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 as paramount for the transport system development and increasing the domestic and foreign policy efficiency of the Russian Federation, including for eliminating the crisis consequences in the socio-economic sphere and international relationships normalization.*

Research methodology: *The TEBR-IETS project relevance and competitiveness was assessed in the foreign projects and scientific research context in the transnational and transcontinental railway communications field; the criteria analysis for the effectiveness of the Russian Federation Transport Strategy implementation according to the conservative and innovative option in relation to the railway traffic development indicators, as well as in relation to the demand for railway freight traffic at the end of 2020 according to the Ministry of Transport of Russia data.*

Practical implications. *The obtained results should be taken into account when making changes to the Russian Federation Transport Strategy text for the period up to 2030, as well as the Strategy for the railway transport development in the Russian Federation until 2030, which has not been updated for more than ten years.*

Keywords: *Trans-Eurasian Razvitie Belt; Integral Eurasian Transport System; Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030; megaprojects; freight railways; high-speed rail, transnational and transcontinental railways; international politics; international cooperation; social projects; underwater transport tunnels; Bering Strait.*

Актуальность исследования

В настоящее время в информационном пространстве на уровне государственных и международных коммуникаций, планирования и законодательных инициатив, в научных исследованиях являют-

ся актуальными вопросы развития железнодорожного транспорта как экологичного, всепогодного, низкозатратного и наиболее пригодного для регулярных крупнотоннажных и крупногабаритных грузовых перевозок. Техническая элита различных стран мира говорит о необходимости обновления железных дорог, организации их единой сети, в том числе высокоскоростной. Разработка и реализация международных проектов в сфере железнодорожного транспорта поможет снять политическое противостояние, вывести международное сотрудничество и экономики различных стран на новый уровень развития.

В российской истории именно мегапроекты в сфере железнодорожного сообщения (Николаевская железная дорога, незавершенная в связи с революционными событиями 1917 года Московско-Виндаво-Рыбинская железная дорога, Транссибирская магистраль, Великий Северный железнодорожный путь (Трансполярная магистраль, строительство которой было прекращено также на сломе эпох в 1953 году), Байкало-Амурская магистраль) играли главную роль в консолидации усилий при технологической трансформации в ходе научных революций, однако часто данные проекты останавливались в моменты внутривнутриполитической дестабилизации и резких непредвиденных переходов к новому общественно-экономическому государственному укладу.

В настоящее время для Российской Федерации идея больших дел, глобальных строек может оказаться спасительной не только в национальном, государственном, но и в международном масштабе. После событий 2014 года в мире вновь стала актуальной проблема политического противостояния государственных систем, прежде всего санкций стран ЕС и США, направленных против Российского государства. В такой сложной ситуации именно идея больших дел, глобальных строек, мегапроектов, требующих усилий всего прогрессивного человечества, всей мировой экономики, способна объединить мир и снять политическое противостояние. У государств мира есть как исторический, так и современный опыт реализации транснациональных проектов, к которым под-

ключается и государственный, и негосударственный сектор, как производственный, так и научный, банковский.

Вопрос экономии времени особенно актуален для грузовых транспортных поставок, не все из которых могут быть организованы с помощью авиофлота или водных путей в любой из стран мира. Пропускная способность железнодорожного транспорта, как и грузоподъемность, оказывается существенно выше, при том, что железнодорожный транспорт является всепогодным и менее затратным. Развитие сети железных дорог особенно необходимо в условиях укрупнения и локализации производств и как следствие – потребности в перевозке больших объемов грузов. Путь оптимизации в данном случае для нашей внутригосударственной транспортной системы – развитие высокоскоростных железных дорог, которых для грузовых поставок в Российской Федерации нет. При этом в странах ЕС, США, Китае данный вид транспорта активно развивается и опыт данных государств мог быть использован. Несмотря на необходимость обновления технологий железнодорожного транспорта в России, наше государство может быть организатором, инициатором данного проекта, прежде всего потому, что именно СССР, наследницей которого является Российская Федерация, являлась в первой половине XX века лидером по качеству и протяженности железных дорог. Совместное взаимодействие отраслей производства в пределах государства и выстраивание межгосударственных контактов поможет убрать противостояние и объединить передовые технологии в сфере связи, энергетики, производства материалов, строительства. Помимо социальной ценности разработанного в России проекта и обеспечения максимального технологического развития экономик, производств в разных сферах государственного и негосударственного сектора стран-участниц в процессе работы над проектом, он обеспечит контроль над влиянием транспортных систем на экологию, поможет выстроить оптимальное межгосударственное взаимодействие в данном аспекте.

Подобное сотрудничество дает возможность исключить в дальнейшем межотраслевые и межгосударственные конфликты, снизить социальную напряженность.

Данные стратегии в последние десятилетия уже использует как Европейский Союз с проектом единой транспортной, в том числе железнодорожной, системы, так и Китай с его проектом «Один пояс-один путь». В Российской Федерации, несмотря на то, что Транспортная стратегия была актуализирована в 2018 г., уже после завершения основных работ по описанию проекта, он так и не был в нее внесен, не заявлен на государственном уровне как стратегический, хотя документация по проекту активно разрабатывается с начала 2010-х гг. и плодотворно обсуждается в научной и инженерно-технологической среде.

Как в ЕС, так и в Китае аналогичные идеи активно поддерживаются государством, грантами университетских и национальных технологических фондов на этапе разработки технического обоснования к данным проектам. В странах Европы в начале становления Евросоюза говорили о первоначальной неудаче аналогичного транснационального проекта единой железнодорожной сети как о тяжелом поражении. Современная история США фактически началась со строительства транснациональной железной дороги.

Имеются прецеденты реализации аналогичных ТЕПР-ИЕТС трудоемких прорывных межгосударственных проектов в сфере сообщения. Это, например, торговые пути между Великобританией и Бразилией; проект незавершенных, но функционирующих на многих участках железных дорог направления «Кейптаун – Каир» в Африке (в том числе новейшая высокоскоростная железная дорога в ЮАР); Панамский канал, соединяющий Тихий океан с Карибским морем и Атлантическим океаном; соединивший континентальную Европу с Великобританией железнодорожным сообщением Евро-тоннель под Ла-Маншем; реализующийся международный транспортный коридор «Север-Юг»; газопровод «Дружба». Еще в 1960-е гг. в США начал активно разрабатываться и был актуализирован в 1990-е гг. прообраз ТЕПР-ИЕТС – проект Трансконтинентальной мультитранспортной магистрали «ICL-World Link», соединяющей Евразию и Америку тоннелем через Берингов пролив.

К настоящему времени имеются и апробированы все технологические решения, позволяющие реализовать каждую из частей

проекта ТЕПР-ИЕТС, включая строительство транспортного тоннеля под Беринговым проливом общей протяженностью свыше 80 километров. Из современных наиболее значимых и трудоемких аналогичных внутригосударственных проектов могут быть отмечены реализованные или реализуемые в Японии (открытый в 1988 г. 54-километровый железнодорожный тоннель «Сэйкан», соединяющий самый большой японский остров Хонсю с самым северным – Хоккайдо), в Турции (соединяющий Европу и Азию 51-километровый подводный туннель под Босфором «Мармарай-»/«Евразия» в Стамбуле, с его открытой в 2013 г. железнодорожной магистралью) и Китае (строящийся 125-километровый тоннель под Бохайским проливом, соединяющий города Далянь на Ляодунском полуострове и Яньтай на Шаньдунском полуострове).

Возможное место и роль ЦИПБ РАН в работе над мегапроектом может состоять в обосновании целесообразности реализации ТЕПР-ИЕТС для государства в современную эпоху с точки зрения обеспечения национальной экономической и научно-технологической безопасности, в том числе через построение международного взаимодействия на новых принципах при реализации мегапроекта, а также с целью развития транспортных систем с высокими характеристиками экологической безопасности и социальной инфраструктуры.

Цель исследования – обоснование необходимости включения мегапроекта ТЕПР-ИЕТС в Транспортную стратегию Российской Федерации на период до 2030 года.

Задачи исследования: 1) оценка актуальности и конкурентоспособности проекта ТЕПР-ИЕТС в исторической и мировой перспективе; 2) анализ зарубежных проектов и научных исследований близкой проблематики; 3) анализ планов реализации Транспортной стратегии Российской Федерации применительно к показателям развития железнодорожного сообщения, в том числе представленности в документе проектов в сфере транснационального и трансконтинентального железнодорожного сообщения.

Материал исследования: отечественные и зарубежные исследования сходной тематики; существующий мировой опыт реализации

аналогичных и близких проектов; актуальные на момент исследования текст Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года; история и материалы мегапроекта ТЕПР-ИЕТС.

Методы исследования: проводилась оценка актуальности и конкурентоспособности проекта ТЕПР-ИЕТС в контексте зарубежных проектов и научных исследований в сфере трансграничного и трансконтинентального железнодорожного сообщения; анализ критериев эффективности реализации Транспортной стратегии Российской Федерации по консервативному и инновационному варианту применительно к показателям развития железнодорожного сообщения, а также в соотношении с востребованностью железнодорожного грузового сообщения.

Результаты исследования

Анализ востребованности внутригосударственного железнодорожного грузового сообщения на конец 2020 г. по данным Минтранса России показывает, что показатели перевозок фактически не снизились, несмотря на обстоятельства пандемии. Грузопоток за январь-сентябрь 2020 года составил 96,4% по отношению к аналогичному периоду 2019 года [40, с. 7]. Приведем данные по видам грузов (Таблица 1).

Данный факт свидетельствует о высокой рентабельности внутригосударственного грузового железнодорожного сообщения даже в критических условиях.

В Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. N 877-р (далее – Стратегия железнодорожного транспорта), базирующейся прежде всего на принципах, согласно которым железнодорожный транспорт является одной из основ политического, социального, экономического и культурного единства России, важной составляющей поддержания высокого уровня обороноспособности и безопасности государства, обязательным элементом обеспечения конкурентоспособности страны [37, с. 7], отмечено, что на 2008 г.

Российские железные дороги по протяженности электрифицированных магистралей занимали первое место в мире, а по протяженности эксплуатирующихся путей являлись второй по величине транспортной системой мира, уступая только США [37, с. 4]. При этом по своему географическому положению российская железнодорожная сеть является важнейшей частью евразийской железнодорожной сети и непосредственно связана с железнодорожными системами Европы, Восточной Азии, а через порты – и с транспортными системами Северной Америки [37, с. 4].

Таблица 1.

Сопоставление объема перевозок грузов железнодорожным транспортом по видам грузов за январь-сентябрь 2019 и 2020 гг. (млн. тонн) [40, с. 9].

ОБЪЕМ ПЕРЕВОЗОК	Январь– сентябрь 2019 г.	Январь– сентябрь 2020 г.	Январь– сентябрь 2020 г. в % к январю– сентябрю 2019 г.
Отправлено грузов – всего	957,57	922,78	96,4
из них:			
каменный уголь	276,42	256,22	92,7
кокс	8,08	8,24	102,0
нефть и нефтепродукты	172,73	156,08	90,4
руда железная и марганцевая	89,23	89,56	100,4
руды цветных металлов	14,74	15,17	103,0
черные металлы	55,64	49,55	89,1
лом черных металлов	11,43	10,08	88,1
химические и минеральные удобрения	45,54	46,79	102,7
строительные грузы	95,42	101,77	106,7
цемент	20,78	19,29	92,8
лесные грузы	32,40	31,46	97,1
зерно и продукты перемола	16,50	19,96	121,0
комбикорма	0,70	0,66	94,1
импортные грузы	8,69	8,53	98,1
рыба	0,146	0,135	92,5
прочие грузы	109,13	109,28	100,1

Более 20 лет реализуются меры по реформированию российских железных дорог, начатые Правительством Российской Фе-

дерации в 1998 году, однако нередко потенциальные возможности для получения экономической выгоды не были использованы, что прежде всего касалось высокой протяженности «узких мест» (8,3 тыс. км, до 30% общей протяженности сети) [37, с. 5]. Также в Стратегии железнодорожного транспорта были выявлены критические на 2008 г. для дальнейшего социально-экономического роста страны проблемы, в том числе необходимость снижения территориальных диспропорций в развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта, улучшения транспортной обеспеченности регионов, снятия ограничений для роста объемов транзитных грузовых перевозок и др. [37, с. 5]. Была поставлена цель эффективного использования уникального географического потенциала страны при определении путей развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации [37, с. 5], оптимизации товародвижения, снижения совокупных транспортных издержек экономики и др. [37, с. 6].

Максимальный вариант реализации Стратегии железнодорожного транспорта должен был бы привести к 2030 году к кардинальным изменениям в мировых торговых связях Евро-Азиатского, Азиатско-Тихоокеанского и Северо-Американского регионов, качественно усилив транзитную роль железнодорожного транспорта России [37, с. 10]. Было предложено реализовать программу модернизации российского железнодорожного сообщения за счет проектирования высокоскоростных магистралей и магистралей тяжеловесного движения [37, с. 35].

Отмечалось, что при проектировании, строительстве и безопасной эксплуатации высокоскоростных магистралей, наиболее целесообразно было бы принять за основу нормативную базу стран-членов Европейского Союза (Франция, Германия) и адаптировать ее для России [37, с. 35].

Развитие тяжеловесного движения связано с необходимостью обращения поездов повышенного веса и длины, играющих важную роль в осуществлении перевозок грузов на участках протяженностью не менее 13784 км. [37, с. 36]. Предполагалось также

создание «сквозного» сервиса по транспортировке грузов на рынке евро-азиатских перевозок для ускорения товародвижения между Европой, Россией, странами СНГ и Азиатско-Тихоокеанского региона [37, с. 45].

В части международной деятельности предполагалось развитие международных транспортных коридоров, проходящих через территорию России, углубление сотрудничества с крупнейшими международными транспортными компаниями, выработка совместной стратегии развития железнодорожной сети, реализация совместных проектов; участие в международных организациях с целью обновления транспортного законодательства, совершенствования технологий перевозок и формирования единого правового пространства в сфере международных сообщений; участие в инфраструктурных проектах зарубежных стран, включающих железнодорожное строительство, реализацию конкурентоспособных технологий российских железных дорог; участие в капиталах зарубежных транспортных компаний в целях повышения конкурентоспособности железнодорожных услуг на международном транспортном рынке; расширение международного сотрудничества в сфере подготовки и повышения квалификации персонала, фундаментальных и научных исследований и опытно-конструкторских разработок [37, с. 42].

Предполагалось, что ускоренные контейнерные поезда позволят доставлять груз через всю Россию от Тихого океана до западных границ за 11 дней, то есть со скоростью свыше 1000 километров в сутки [37, с. 46]. Предполагалась также, например, работа над проектом создания Северного транспортного коридора «Восток – Запад», обеспечивающего в будущем грузовое транспортное сообщение в направлении северо-восток США и Канады (Бостон, Галифакс) – Норвегия (Нарвик) – Швеция – Финляндия – Россия – Казахстан – Китай с ответвлением по Транссибирской железнодорожной магистрали [37, с. 47] с особым вниманием к эффективности функционирования железнодорожных пограничных переходов для надежной системы защиты и охраны государственной грани-

цы, а также для повышения конкурентоспособности международных транспортных коридоров, проходящих по территории Российской Федерации [37, с. 48].

Предлагался к реализации целый ряд крупных проектов: прямое железнодорожное сообщение Москва – Братислава – Вена с использованием колеи шириной 1520 мм; создание логистических центров в пунктах стыка линий с разной шириной колеи для обеспечения торговли России с Японией, Республикой Корея и другими странами Азиатско-Тихоокеанского региона и др. [37, с. 48].

В Стратегии железнодорожного транспорта были заложены к реализации планы строительства, ведущие к реализации проекта Трансконтинентальной мультитранспортной магистрали «ICL-World Link» (линии «Беркакит – Томмот – Якутск»), «Нижний Бетях (Якутия) – Мома – Магадан», железная дорога между материковой частью России и островом Сахалин с тоннелем под Татарским проливом).

Прямым продолжением данных начинаний стал разработанный в институтах РАН проект ТЕПР-ИЕТС, не включенный на данный момент ни в Стратегию развития железнодорожного транспорта, ни в Транспортную стратегию и не получивший, таким образом, поддержки на государственном уровне.

Актуальность направленности на развитие транснациональных, трансконтинентальных железнодорожных линий, в том числе высокоскоростных и предназначенных для тяжеловесного движения подтверждается и зарубежными исследованиями. Так, на момент подготовки статьи в базе Web of Science имеется около девяти тысяч публикаций по различным аспектам железнодорожного транспорта, из них более пяти с половиной тысяч публикаций связаны с вопросами грузовых железнодорожных перевозок.

В публикациях ведущих журналов последнего десятилетия рассматриваются такие частные вопросы развития железнодорожного транспорта, как проектировка колес, безопасность на железнодорожном транспорте – в том числе смертность, охрана труда работников, женщины на железной дороге, напряженность (уста-

лость конструкций) и проектировка мостов, оценка остаточного ресурса старых железнодорожных мостов, снижение рисков в туннелях, беспилотные поезда на железной дороге, инфраструктура железных дорог, прогнозирование расходов на автомобильный и железнодорожный транспорт, экономия электроэнергии, влияние вибрации и трения, модели использования постоянного и переменного тока, проблема скольжения, нагрева стрелочных переводов, напряжение в рельсах, кибербезопасность на железной дороге, риски на железной дороге – в том числе влияние природных факторов (например, молний), проблема топлива, расчет железнодорожной тяги, проблема асинхронных двигателей в тяговых системах, проблема железнодорожных приводов и буферов, оценка около железнодорожного грунта, уплотненного ила и фундаменты железных дорог, использование различных материалов для организации пространства (щебень на железной дороге), проблема пересечения железнодорожных и автомобильных путей и безопасности на них, использовании больших данных для автоматизированного управления железнодорожной сетью, проблема экологии и растительности вокруг железных дорог, влияние изменений климата на организацию железнодорожных перевозок и проектирование железнодорожных сетей, математические модели в обслуживании и проектировке железных дорог и используемых конструкций (непараметрическая байесовская модель, модель Петри и др.), моделирование разрушаемого железнодорожного балласта, анализ сейсмической уязвимости путей и конструкций, оценка железнодорожного шума как фактора загрязнения среды, оценка шпал (в том числе ударная реакция) и риска пробуксовки колес, испытание железнодорожных конструкций и тормозных систем, расчет критической скорости и разработка устройств для недопущения превышения скорости составов, расчет эффектов от движения состава, алгебраический расчет расписания движения, алгоритмы выявления неисправностей устройств на железнодорожном транспорте, проектировка грузовых железных дорог, анализ надежности сетей железнодорожного транспорта, системы подъема и поворо-

тов вагонов, методик измерений неровностей железнодорожных путей, прогнозирование загрузки пассажирских и грузовых железных дорог, расчет перепланировки железнодорожных перевозок, модели организации грузопотоков на железнодорожном транспорте, пространственный анализ сетей железных дорог по зарубежным и российским регионам, законодательные акты и реформы в области железнодорожного сообщения (например, Европейская железнодорожная реформа), формирование тарифов на перевозки и логистика пассажирских перевозок, инновационное развитие пассажирских железнодорожных компаний.

Так, например, в исследовании «Европейская железнодорожная инфраструктура: обзор» Л. Кнапиковой, Р. Конинга (проведенного при финансировании ЕС по программе инновационного развития) анализируется современное состояние и перспективы развития системы грузовых железных дорог в Европе [49, с. 71–77]. Как отмечают исследователи, кризис автотранспортного сообщения (износ, значительные финансовые затраты, вред для экологии) и ежегодный рост количества перевозимых грузов заставил задуматься об альтернативных способах транспортировки грузов из удаленных промышленные зоны быстро, безопасно и с учетом экологического аспекта. В связи с этим ЕС планирует переориентацию грузового сообщения с автомобильного на железнодорожный, что отмечено в «White Paper on Transport». К 2030 году запланировано 30% автомобильных грузовых перевозок на расстояние более 300 км перевести на иные виды транспорта, прежде всего на железнодорожный, а к 2050 году – более 50% грузовых перевозок [49, 76]. Как указывают авторы, с точки зрения социальной оценки экологические риски от использования грузовых железных дорог в сравнении с автомобильными невысоки. Данный вид транспорта может смягчить последствия изменения климата, повысят показатели качества воздуха. Грузовые железнодорожные перевозки более безопасны, чем использование автотранспорта, который, как правило, перемещается в пределах крупных агломераций и создает высокие риски. Важнейшие преимущества грузовой железной дороги со-

стоят в независимости движения от общей плотности движения на дорогах, возможности перевозки опасных грузов, большей вместимости вагонов, минимальной погодной зависимости, минимальных рисках отказа вагона и локомотива, низкой стоимости, возможности создавать сети сообщений, высокой безопасности и соответствии требованиям к защите окружающей среды [49, с. 76].

Нередки случаи, когда для организации новых сетей требуется перепроектировка ранее проложенных железнодорожных линий с целью увеличения безопасности и снижения стоимости транспортировки грузов. Подобный аспект особенно важен в случае местности с особым рельефом. Он рассматривается, например, в работе «Railway Lines across the Alps: Analysis of Their Usage through a New Railway Link Cost Function» итальянских исследователей М.Лупи, А.Прателли, Д. Конте, А.Фарина из Департамента гражданского и промышленного строительства Пизанского университета, включенной в специальный выпуск журнала «Applied Sciences» (2020, V.10 (9))

«Intelligent Transportation Systems: Beyond Intelligent Vehicles» [51] при финансировании «Fondazione Livorno» в рамках проекта по анализу воздействия строительства новой европейской сети на район порта Ливорно.

В исследовании отмечается, что большинство железнодорожных линий, пересекающих Альпы, были построены в XIX в., кривые и извилистые, многие из них работали на двойной и тройной тяге как на австрийской, так и итальянской и французской стороне. Это значительно увеличивало финансовые затраты и время в пути. В связи с этим было разработано несколько проектов перепланировки, в том числе некоторые тоннели (Готардский и Лёчбергский) уже открыты, остальные базовых туннелей и новые линии активно строятся или планируются. Авторы предлагают алгоритм расчета рентабельности путей, а также анализа геометрии и порядка работы каждой из линии через Альпы. В частности, рассчитаны пути с минимальной стоимостью между наиболее важными железнодорожными терминалами Италии и Центральной, Южной, Восточ-

ной Европы. При этом оказались учтенными два сценария «текущий сценарий» (включает только эксплуатируемые в настоящее время пути) и «сценарий проекта» (включает и пути в стадии строительства или проектирования). С данной целью была смоделирована железнодорожная сеть большей части Европы (север Италии, большая часть Франции, Германии, Бельгии, Нидерландов, Люксембурга, Австрии, Швейцарии, Чехии) с учетом финансовых затрат для грузовых железнодорожных перевозок, анализа геометрии и эксплуатационных характеристик каждой линии, построения модели железнодорожной сети, расчета путей с минимальной стоимостью на основе времени в пути. При этом рассматривалась как стоимость предложения услуги (затраты железнодорожных компаний на ввод в эксплуатацию), так и стоимость покупки услуги (цена перевозок, предлагаемая грузоотправителям) и клиентам. Рассматривалась стоимость перевозки интермодальных транспортных единиц (ITU) – контейнеров и др. Для принятия решений о приемлемости «текущего» или «проектного» сценариев рассчитывались и сравнивались время в пути, денежные затраты на эксплуатацию, амортизацию, персонал, техническое обслуживание, страхование локомотивов и вагонов; стоимость использования железнодорожного пути, стоимость тяги. и др.

В рамках исследования «Evaluation of large-scale transnational high-speed railway construction priority in the belt and road region» Z.Z. Shao, Z.J. Ma, J.B. Sheu, H.O. Gao [54] рассматривалась проблема оценки рисков крупномасштабного транснационального проекта строительства высокоскоростной железной дороги в рамках инициативы «Один пояс, один путь». Авторами был предложен метод оценки степени актуальности потребности в строительстве транснациональной высокоскоростной железной дороги в регионе, протестированный на массивных экспериментальных данных, а также расчет индекса международного сотрудничества Китая с иными странами в рамках реализации проекта.

В работе «Innovation of Networked Railway Transportation Organization in High-Speed Railway», поддержанной Националь-

ной программой ключевых исследований и разработок Китая, Национальным фондом естественных наук Китая, технологическим планом Китайской железнодорожной корпорации и фондами крупнейших университетов Китая, С. Ни, Ф. Ян, М. Львов [53] констатируют тот факт, что благодаря оптимизации и корректировке экономической и социальной структуры, железные дороги Китая в настоящее время являются лидерами мировых технологий железнодорожного сообщения. В том числе и потому, что смогли реализовать возможность «двойной сетевой интеграции», при которой сеть высокоскоростных железных дорог и сеть обычных железных дорог функционируют совместно. В работе анализируются проблемы, существующие при функционировании подобных сетей, в том числе - в обслуживании железнодорожных перевозок, информационном обеспечении и др. Предлагается технология рыночно ориентированного динамического планирования грузового железнодорожного сообщения в режиме «двойной сетевой интеграции».

В работе «Geodynamics of high-speed railway» авторы отмечают, что высокоскоростная железная дорога становится центром транспортной системы многих стран, имеет преимущества для экономического развития и для социального прогресса, но при этом также и особенно высокие требования к стандартам по контролю железнодорожной вибрации, расчетам при проектировании и эксплуатации. Геодинамика высокоскоростной железной с акцентом на теоретическое моделирование динамического взаимодействия пути и основания, последующего распространения волн в грунтах, распределения динамических напряжений грунта под конструкцией пути по мере увеличения скорости движения поездов, на методы прогнозирования осадки земляного полотна, вызванной движением поездов является приоритетной междисциплинарной областью при разработке проектов высокоскоростного железнодорожного сообщения [47]. В этой связи первоочередное внимание уделяется оценке рисков железнодорожных систем, анализу сценариев железнодорожных аварий. Подобный подход использован, например, в исследовании «General Model for Railway Systems Risk

Assessment with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis» Б. Лейтнера, где ранжируются опасные события, проводящие к катастрофам, путем сбора отчетов об авариях и опроса экспертов по безопасности на железных дорогах [50].

Отдельное внимание должно быть уделено вопросам рисков при проектировании объектов проекта ТЕПР-ИЕТС в особо климатически и сейсмически уязвимых зонах, прежде всего на территории Берингова пролива.

В мире неоднократно реализовывались проекты создания подводных тоннелей для железнодорожных путей. Российская Федерация и СССР, помимо подводных тоннелей о. Севан в Армении и горных в Грузии, долго держала пальму первенства по общей длине подземных тоннелей в метро.

В стадии проектирования и строительства в настоящее время находится тоннель под Бохайским заливом в КНР протяженностью до 125 километров.

Имеются ранее введенные в эксплуатацию горные тоннели большей протяженностью, например, Делаверский акведук в штате Нью-Йорк, США (137 км.); тоннель Пяйянне в Южной Финляндии (120 км), тоннель Дахофан в провинции Ляонин в Китае (85 км), тоннель Оранж-Фиш Ривер в Южно-Африканской Республике (82 км), тоннель Больмена в Крунуберге/Сконе в Швеции (82 км) и др. Большинство из данных тоннелей имеют диаметр от 16 до 8 метров и выстроены как водные (акведуки).

Проект соединения Евразии и Северной Америки (Чукотки и Аляски) железнодорожным тоннелем протяженностью 86 км под Беринговым проливом насчитывает 130 лет и был инициирован губернатором штата Колорадо У. Гилпином в 1890 году, поддержан Эдвардом Гарриманом, собиравшемся продолжить Транснациональную железную дорогу США до Восточной Сибири, однако не встретил энтузиазма в Российской Империи. Несмотря на неоднократные обращения в начале XX в. поддержал данный проект только министр путей сообщения, министр финансов, председатель Комитета министров С.Ю.Витте, однако после первой русской ре-

волюции поддержки данное начинание так и не получило. Идея транспортного и энергетического коридора снова возникла в США в 1960-е годы под брендом «ICL – World Link». В начале 1990-х гг. в связи с потеплениями в международных отношениях и с окончанием «холодной войны» проект с данным названием активно обсуждался как в России, так и за рубежом, в том числе в ООН.

Как в новой России, так и в США был создан ряд обществ, в ведение которых должна была войти разработка соответствующей проекту технической документации. В 1996 году Правительством США было выделено 10 миллионов долларов на изыскания по данному проекту, в штате Аляска зарезервированы землеотвод под трассу. Создана рабочая группа «Российский Дальний Восток — Западное побережье США», сам проект вошел в состав приоритетных программ Комитета по сотрудничеству Стран Азиатско-Тихоокеанского Региона (АТР).

В 2008 году в Российской Федерации была принята Стратегия развития железнодорожного транспорта России на период до 2030 года, предусматривающую строительство трансконтинентальной железнодорожной магистрали с выходом к Берингову проливу, что должно было стать частью проекта «ICL – World Link» на территории Российской Федерации. Был принят Меморандум «О взаимодействии государств G8 в сфере строительства трансконтинентальной магистрали Евразия – Америка с тоннелем через Берингов пролив ICL – World Link». Министерством транспорта было принято решение о финансировании проекта частными компаниями, в случае его финансовой окупаемости, в форме государственно-частного партнерства.

Идея строительства снова появилась в информационном бизнес-пространстве в 2020 году на II-м Северном форуме по устойчивому развитию, где ее еще раз озвучил директор Российского отделения международного консорциума «Трансконтиненталь» В. Разбегин с оценкой капиталовложений и окупаемости проекта.

Так как Берингов пролив разделяют два острова – Ратманова и Крузенштерна, задача строительства облегчалась бы в связи с

необходимостью проложить три подводных участка протяженностью соответственно 40 км, 3,7 км и 40 км.

Несмотря на сложность реализации проекта в связи с климатическими условиями, проект имел бы выраженную экологическую составляющую. Берингов пролив играет важнейшую роль в циркуляции пресной воды в Арктику и Атлантику [48]. Приток пресной воды из Тихого океана в Арктику через Берингов пролив играет важную роль в балансе пресной воды мирового океана. Данный поток влияет на силу термохалинной циркуляции (ТНС), на глубокие западные пограничные течения в Атлантике, на территорию отделения Гольфстрима от восточного побережья Америки, а также может влиять на глобальный климат. Термохалинная циркуляция включает преобразование более теплых и соленых верхних слоев воды в плотные глубоководные воды в северной части Северной Атлантики и вокруг периферии Антарктики в результате процессов атмосферного охлаждения, изменение ее силы может вызвать значительное региональное и глобальное изменение климата. В данный момент ТНС постепенно снижается (за последние 140 лет). Поток из Тихого океана в Арктику через Берингов пролив ослабевает и меняет направление, что указывает на роль Берингова пролива в изменениях глобального климата.

Вместе с тем, собранные российские и американские сейсмологические данные подтверждают движение независимого Берингова блока относительно Североамериканской плиты, что связано с геологическими изменениями прежде всего на территории Аляски: сейсмичность является выраженной от центральной Аляски через Берингов пролив до Чукотки. Сейсмичностью характеризуется большая часть Берингова моря, Чукотский полуостров, полуостров Сьюард и часть западной Аляски. Механизмы очагов, молодой базальтовый вулканизм и разломы на западе Аляски и Чукотки указывают на то, что Берингов пролив расширяется с северо-востока на юго-запад [52]. Именно высокая сейсмичность, а не суровый климат, могла бы стать главной угрозой реализации трансконтинентального проекта.

В последние 5 лет проект ТЕПР-ИЕТС уже получил полное научно-техническое и финансовое обоснование [22, 23, 24, 25, 31, 32, 34]. Его приоритеты и принципы получили широкое обсуждение в научных работах приверженцев и последователей данного проекта [2, 9, 21, 35, 36, 43].

Широко обсуждалась и проблематика международных транспортных коридоров в развитии территорий Сибири и Дальнего Востока, в регулировании миграционных процессов и в целом социальной сферы, а также перспективы создания высокоскоростных железных дорог как в контексте экономического развития, так и в контексте экологизации транспорта [3–6, 10–16, 22–31, 33, 39, 55].

В научных исследованиях проанализированы как Стратегия железнодорожного транспорта [7, 37, 45], так и Транспортная стратегия [1, 8, 17–19, 38, 39, 41, 42, 44, 46]. Указаны их принципиальные и критические, спорные компоненты, в том числе факторы, ограничивающие возможности успешной реализации [1, 8].

Остановимся на отдельных положениях и критериях эффективности Транспортной стратегии.

Несмотря на глубокий анализ состояния транспортной системы и предложенные аргументированные ориентиры ее развития, Транспортная стратегия оказывается ориентированной на локальные проекты, часто – на уже освоенных территориях, на совершенствование системы транспортных узлов и на пассажирские перевозки. При проектировании высокоскоростных железнодорожных путей предполагается их ориентация также на пассажирское, а не на грузовое сообщение, в том числе по таким направлениям, как Москва – Санкт Петербург, Казань – Самара, Москва – Ростов – Адлер. В Транспортной стратегии предусмотрено существенное снижение затрат на финансирование железнодорожного транспорта по сравнению с автомобильным, при увеличении объема перевозок и скоростей перевозок (в том числе грузовых) в сутки почти вдвое. При этом констатируется факт технического износа подвижного состава и снижения количества железнодорожных сетей. Отмечается снижение общей востребованности грузовых же-

лезнодорожных перевозок [41, с. 7], но при этом – более высокая, чем в зарубежных странах, нагрузка на железные дороги в расчете тонна на километр [41, с. 11–12]. В Транспортную стратегию должен быть внесен проект ТЕПР-ИЕТС, как продолжение идеи международных транспортных коридоров, но реализованных за счет в том числе единого вида транспорта, без остановок в доставке грузов и без снижения скоростей в связи со сменой вида транспорта.

Отмечается, что железнодорожный транспорт выполняет 12% общего объема грузовых перевозок и 82% общего грузооборота, осуществляемого всеми видами транспорта (без учета трубопроводного), при этом на автомобильный транспорт приходится 56% общего объема перевозок грузов и 8,6% общего грузооборота, 44% объема коммерческих перевозок грузов, причем «удельный вес перевозок железнодорожным транспортом в последние годы сокращается, а автомобильным транспортом растет, что свидетельствует о повышении конкурентоспособности автомобильного транспорта в определенных сегментах рынка транспортных услуг» [41, с. 7]. Негосударственный сектор транспортных услуг выполняет на железнодорожном транспорте 69,1 % перевозок грузов [41, с. 7].

При международных перевозках доля российских перевозчиков в общем объеме международных перевозок грузов росла и к 2011 году составила 39,4 процента (по автомобильному транспорту) [41, с. 7].

Отмечен факт обновления железнодорожного парка, улучшения железнодорожных подходов к крупнейшим морским портам России. При улучшении связности протяженность участков железных дорог общего пользования с ограничениями пропускной способности все еще, согласно данным середины 2010-х гг., превышала 6,5 тыс. км. Отмечены недостаточные объемы реконструкции и строительства инфраструктурных объектов [47, с. 11–12].

Согласно данным Транспортной стратегии, грузонапряженность на 1 километр эксплуатационной длины железных дорог, превышает 24,9 млн. тонн на километр (в среднем по сети), что существенно выше уровня нагрузки на железнодорожную инфраструктуру дру-

гих стран [47, с. 11–12]. «Уровень густоты железнодорожной сети остается достаточно низким, особенно в регионах Полярного Урала, Сибири и Дальнего Востока, что сдерживает развитие экономики и промышленности отдельных регионов» [47, с. 11–12].

Многие инфраструктурные объекты эксплуатируются, несмотря на истекший срок службы, в том числе используются объекты, построенные по техническим нормативам начала XIX века. Капитальный ремонт на время утверждения Транспортной стратегии не был осуществлен на 20 тыс. км. путей [47, с. 11–12].

Отмечается, что технологическое отставание не может обеспечить растущий спрос на грузовые контейнерные железнодорожные перевозки [47, с. 14].

Определяются «основные общесистемные проблемы развития транспортной отрасли»: «наличие территориальных и структурных диспропорций в развитии транспортной инфраструктуры; недостаточный уровень доступности транспортных услуг и мобильности населения; недостаточно высокое качество транспортных услуг; низкий уровень экспорта транспортных услуг, в том числе использования транзитного потенциала; недостаточный уровень обеспечения транспортной безопасности; усиление негативного влияния транспорта на экологию» [47, с. 19].

Все эти проблемы поможет решить проект ТЕПР-ИЕТС, как и проблему низкой транспортной подвижности и близкой к нулю резидентной мобильности населения, являющуюся одним из основных препятствий к снижению напряженности на региональных рынках труда [47, с. 19].

Важнейшую роль проект ТЕПР-ИЕТС может сыграть также по крайней мере в одном из двух предлагаемых прогнозах и сценарных вариантах социально-экономического развития транспортного комплекса Российской Федерации (а именно – в инновационном). Проект полностью соответствует указанным предпосылкам прогнозирования. А именно – транспортный комплекс в долгосрочном периоде должен быть ключевым фактором экономического роста; развитие транспортной системы должно носить

опережающий характер по сравнению с параметрами социально-экономического развития страны в целом; должен обеспечить качественно иной уровень мобильности населения за счет доступности (пространственной и ценовой) услуг; транспортная система должна рассматриваться как активный фактор формирования конкурентоспособности товаров и услуг национальной экономики; национальная транспортная система и транспортный рынок должен быть открытым для международного сотрудничества и обеспечивать создание новых эффективных рабочих мест с высокой производительностью труда» [47, с. 20].

В части основных направлений внешней транспортной политики проект соответствует всем основным целям, а именно: «международная интеграция и продвижение интересов России в сфере транспорта на целевых рынках по всему миру; создание условий для устойчивого повышения уровня реализации транзитного потенциала страны; поддержка лидерства российских перевозчиков при осуществлении экспортно-импортных перевозок и перевозок грузов между третьими странами» [47, с. 49].

Также проект соответствует такого важнейшему направлению государственной транспортной политики как развитие международного сотрудничества и интеграции в сфере транспорта, прежде всего – реализация мер международной транспортной политики в рамках Единого экономического пространства, Содружества Независимых Государств, Шанхайской организации сотрудничества, Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества и Организации черноморского экономического сотрудничества, а также в рамках развития сотрудничества с Европейским союзом и использования инструментов Всемирной торговой организации [47, с. 49].

В консервативном варианте развития транспортной системы проект ТЕПР-ИЕТС также полностью соответствует целям «реализации крупномасштабных транспортных проектов, обеспечивающих разработку месторождений полезных ископаемых в новых районах добычи» [47, с. 23], внедрения и развития интернет-тех-

нологий и спутниковых технологий [47, с. 58]; совершенствования моделей рынка грузовых железнодорожных перевозок [47, с. 62].

Проект ТЕПР-ИЕТС поможет таким принятым в Транспортной стратегии мерам развития, как расширение полигона обращения тяжеловесных поездов, специализация отдельных линий для преимущественно грузовых или пассажирских перевозок, строительство новых железнодорожных линий для создания инфраструктурных условий для комплексного освоения новых территорий и месторождений, реконструкция и строительство магистральных железнодорожных линий, имеющих принципиальное значение для экономики и безопасности государства [47, с. 53], ликвидации разрывов и «узких мест» транспортной сети, развитие железнодорожной сети с приоритетом Транссиба, БАМа [47, с. 55], развитие автоматизации управления деятельностью в сфере грузовых перевозок на основе интеллектуальных технологий управления движением поездов в сетевом масштабе и на крупных полигонах с использованием возможностей ГЛОНАСС; расширение железнодорожной сети на севере Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов [47, с. 55].

В случае развития транспортной системы по инновационному варианту ТЕПР -ИЕТС будет стимулировать реализации научно-технической политики транспортной отрасли в части инновационных технологий разработки, строительства, реконструкции и содержания транспортной инфраструктуры; создание эффективных моделей и систем прогнозирования и транспортного планирования на основе транспортно-экономического баланса; стимулирование разработки и внедрения инновационных интеллектуальных транспортных систем, развития научных исследований в области повышения безопасности транспортной системы; реализации фундаментальных и прикладных научных исследований в области снижения негативного воздействия транспорта на окружающую среду и повышения энергоэффективности транспорта [47, с. 51].

Проект будет способствовать достижению значений большинства индикаторов успешности Транспортной стратегии по разде-

лу «Железнодорожный транспорт», прежде всего в части «Формирование единого транспортного пространства России на базе сбалансированного опережающего развития эффективной транспортной инфраструктуры». Например, таких индикаторов, как снижение протяженности участков транспортной сети, обслуживающих движение в режиме перегрузки или ограничивающих пропускную способность, густота транспортной сети, протяженность введенных в эксплуатацию скоростных железнодорожных линий, величина контейнерных перевозок в общем объеме перевозок грузов; скорость доставки грузовых отправок железнодорожным транспортом (в случае контейнерных перевозок – до 1 700 м. в сутки), реализация мероприятий по развитию инфраструктуры с использованием принципа комплексных проектов; развитие альтернативных направлений перевозок; строительство новых железнодорожных линий для создания инфраструктурных условий для комплексного освоения новых территорий и др.

Таким образом, проект обеспечит и реализацию целей увеличения пропускной способности и скоростных параметров транспортной инфраструктуры, в том числе за счет создания инфраструктуры скоростного и высокоскоростного движения; обеспечения доступности и качества транспортно-логистических услуг в области грузовых перевозок на уровне потребностей развития экономики страны; создания рынка конкурентоспособных комплексных транспортно-логистических услуг (в том числе на международном уровне). Благодаря реализации проекта может быть обеспечено достижение таких целей, как развитие конкуренции в сегменте перевозочной деятельности в соответствии с соглашениями Единого экономического пространства; снижение затрат межгосударственных транспортных потоков; повышение надежности и ритмичности доставки грузов; ускорение выполнения грузовых операций; оптимизация схем и длин участков обращения локомотивов пассажирского и грузового движения в межгосударственном сообществе; развитие перспективной технологии концентрации контейнеропотоков на регулярных контейнерных поездах между крупными

терминалами; совершенствование системы государственного контроля и управления в области транзитных перевозок в части таможенного контроля транзитных контейнеров; повышение уровня взаимодействия и кооперации с партнерами по реализации логистических технологий и интермодальных схем перевозок; упрощение и ускорение таможенных процедур международного транзита; выработка норм экологического права др.

Наиболее соответствует проект цели «Интеграция в мировое транспортное пространство, реализация транзитного потенциала страны», прежде всего в части создания конкурентоспособных транспортных коридоров на базе технически и технологически интегрированной транспортно-логистической инфраструктуры, а также систем координации бизнес-процессов в цепях поставок, а также в части содействия увеличению участия российских транспортных организаций в перевозках российских экспортных и импортных грузов; содействия развитию экспорта транспортных услуг за счет обслуживания грузов иностранных грузовладельцев; повышению уровня технической и технологической безопасности объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств; повышению доли использования экологически чистых видов топлива, гибридных и электрических двигателей транспортных средств, материалов и технологий, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду; обеспечения экологически безопасного обращения с отходами транспортного комплекса, предупреждения и сокращения их образования [47].

Выводы

Проанализировано содержание и критерии эффективности реализации Транспортной стратегии, принятой в 2008 г. и дополнявшейся в 2014, 2018 гг., по её консервативному и инновационному вариантам, в аспекте развития железнодорожного, в частности грузового, сообщения, развития международного железнодорожного сообщения, обеспечения скорости и пропускной способности существующих железных дорог в части грузопотока, строитель-

ства новых линий, в том числе высокоскоростных, социальной ориентированности реализуемых проектов, развития социальной инфраструктуры, а также актуальных данных Минтранса России о востребованности железнодорожных перевозок на 2020 год. Отмечается недостаточное внимание в Транспортной стратегии к сфере трансконтинентального и транснационального железнодорожного транспорта (несмотря на наличие подобных целей, прежде всего в инновационном прогнозе развития) и отсутствие организующих данную единую транспортную систему мегапроектов, реализация которых могла бы способствовать быстрому росту экономики, обеспечению занятости населения, а также устранению существующих диспропорций в демографической ситуации в регионах Российской Федерации.

Проанализирована имеющаяся опубликованная документация по проекту ТЕПР-ИЕТС, сделаны выводы об исторической, политической, социально-экономической целесообразности проекта и введения мероприятий по его реализации в Транспортную стратегию на ближайшие десятилетия.

Суммированы выводы зарубежных исследователей о принципиальном значении развития дальнейшего развития сети грузовых железных дорог, подтверждаемые и данными по Российской Федерации, где несмотря на пандемию грузовые перевозки с помощью железнодорожного сообщения в 2020 году не снижались, что подчеркивает высокий уровень окупаемости инвестиций в подобные проекты. Одной из центральных тем зарубежной научной прессы является обсуждение технологий и проектов высокоскоростных железных дорог, в том числе минимизации рисков при их проектировании, строительстве и эксплуатации. Высокую популярность имеет тема проектирования и технологического, инфраструктурного обеспечения транснациональных и трансконтинентальных железнодорожных линий, при этом наиболее востребованы и обсуждаются данные проекты в странах Европейского союза и в Китае, в силу чего Российская Федерация может утратить статус технологического лидера в сфере железнодорожного транспорта.

Помимо реализации инновационных мегапроектов, зарубежная наука о транспорте, поддерживаемая государственными и частными источниками финансирования, идет по пути поиска вариантов консолидации имеющихся национальных, внутригосударственных железных дорог в единую международную сеть, а также по пути перепроектирования и изменения исторически сложившихся маршрутов с целью повышения их рентабельности. Идея межгосударственных, межконтинентальных транспортных коридоров с обязательным участием высокоскоростных железных дорог активно лоббируется государствами с быстро развивающимися технологиями и передовой экономической системой, прежде всего Китаем. Не утрачивает актуальности транслируемая уже более ста лет идея организации железнодорожного трансконтинентального сообщения между Россией и США. Разработаны и реализованы высокотехнологичные проекты строительства туннелей (в том числе подводных) высокой протяженности. Исследованы геологические, климатические, экологические условия и обязательные ограничения, учет которых необходим при работах на территории Берингова пролива. Данные свидетельствуют о своевременности и обоснованности возможного внесения мегапроекта ТЕПР-ИЕТС в Транспортную стратегию Российской Федерации, так как на данный момент в ней отсутствуют проекты подобного уровня. В российских научных исследованиях последнего десятилетия данный мегапроект, предложенный и технологически обоснованный академиком Г.В. Осиповым и В.А. Садовничим получил самую активную поддержку, в том числе с точки зрения экономической и политической эффективности, правового обеспечения, социальной и экологической целесообразности.

Обсуждение

В связи с вышесказанным в условиях перехода к шестому технологическому укладу будет уместным внесение в Транспортную стратегию Российской Федерации на период до 2030 года разрабатываемого в России более 130 лет и в последние 15 лет полу-

чившего полное экономическое и технологическое обоснование мегапроекта ТЕПР-ИЕТС.

Анализ перспектив включения мегапроекта ТЕПР-ИЕТС в Транспортную стратегию Российской Федерации на период до 2030 года проведен в рамках Государственного задания ФГБУН «Центр исследования проблем безопасности РАН» на 2019 г. и на плановый период 2020 и 2021 гг. «Исследования проблем обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в современных условиях, в том числе в сферах функционирования государственной системы управления, обеспечения территориальной целостности России, противодействия экстремизму и терроризму, обеспечения экономической и научно-технологической безопасности» (НИР № 0006-2020-0001).

Список литературы

1. Белый О.В. Задачи и проблемы транспортной стратегии Российской Федерации // Транспорт России: Проблемы и перспективы – 2015. Материалы Юбилейной Международной научно-практической конференции. СПб.: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2015. С. 8 -17.
2. Борзунова Т.И., Гришанова А.Г., Макарова Л.В., Маньшин Р.В., Морозова Г.Ф. Проект «Интегральной Евразийской транспортной системы» в свете современных особенностей миграции и развития железнодорожного транспорта в регионах РФ // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2015. № 9 (131). С. 54-57.
3. Борзунова Т.И., Морозова Г.Ф. Формирование населения в территориях Транссибирской магистрали в 2009-2013 гг. // Миграционные процессы в Азиатско-Тихоокеанском регионе: история, современность, практики взаимодействия и регулирования. сборник трудов международной научно-практической конференции / Под общей редакцией: С.В. Рязанцева, Н.М. Пестеревой, М.Н. Храмовой. 2015. С. 72-75.
4. Булатова Н.Н., Тихонова П.В. Международное сотрудничество в транспортной сфере в условиях формирования экономического

- коридора «Россия - Монголия - Китай» // Вестник ВСГУТУ. 2018. № 2 (69). С. 101-108.
5. Гончаренко Е.С. Российские участки международных транспортных коридоров как объект экономического исследования. Автореф. дис... канд. экономич. н. М., 2015. 27 с.
 6. Гришанова А.Г., Макарова Л.В. Актуальность изучения миграционных процессов в России в целом и в координатах Евразийской транспортной системы // Миграционное право. 2012. № 3. С. 2-4.
 7. Дмитренко Д.А. Стратегический подход в развитии ОАО «РЖД» как инструмент эффективного функционирования железнодорожного транспорта России // Вопросы совершенствования системы государственного управления в современной России. Международный сборник научных статей / Под общей ред. Л.В. Фотиной. М.: ООО «МАКС Пресс», 2018. С. 102-107.
 8. Жмылев Н.А. Факторы, препятствующие эффективной реализации транспортной стратегии в Российской Федерации // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. 2020, № 2. С. 138-149. DOI: 10.37691/2311-5351-2020-0-2-138-149.
 9. Заклинская А.П., Карапетянц И.В. Мегапроект «Единая Евразия: ТЕ-ПР-ИЕТС» – Ответ на вызовы современного этапа развития России // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития. Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной ко Дню Экономиста / Под науч. Ред. Т.М. Шпилиной. 2019. С. 213-217.
 10. Зойдов К.Х., Медков А.А. К актуальным проблемам реализации проектов Евразийских скоростных перевозок грузов // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 3. С. 54-64.
 11. Кожевникова Н.И. Транспортные особенности регионов Сибири и Дальнего Востока: Влияние на демографический фактор инновационного развития // Россия: Тенденции и перспективы развития. Материалы XV Международной научной конференции / Отв. ред. Пивоваров Ю.С. 2015. С. 607-609.
 12. Кретов Б.И., Троненкова О.М. Железнодорожный транспорт – геополитический инструмент России // Научно-аналитический журнал Обозреватель - Observer. 2014. № 6 (293). С. 101-108.

13. Лавриненко П.А. Развитие высокоскоростного железнодорожного транспорта - фактор экологизации продукции высокотехнологичной промышленности России // Российский экономический журнал. 2017, № 1. С. 89-97.
14. Лapidус Л., Лapidус Б., Мишарин А. Обеспечение гладкости беспшовной транспортной системы на Евразийском пространстве при реализации инициативы «Один пояс - один путь» // Сотрудничество Китая со странами с переходной экономикой в рамках проекта «Один пояс - один путь» / Под ред. Цуй Чжэн и Цуй Вэньи. М.: МАКС Пресс, 2018. С. 225-238.
15. Лихачева Е.В., Лихачева М.В. Место и роль России в становлении единого транспортного пространства Евразии // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 7-1. С. 178-179.
16. Масаев С.Н. Россия и США – Эффективное строительство железных дорог как задача оптимального управления // Транспорт России: проблемы и перспективы - 2019. Материалы международной-научно-практической конференции / ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук. 2019. С. 154-157.
17. Мишарин А.С. Региональные и общегосударственные задачи реализации транспортной стратегии Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. 2006, Т. 6, № 6. С. 2-5.
18. Мишарин А.С. Транспортная стратегия Российской Федерации: Цели и приоритеты // Инновационный транспорт. 2015, Т. 1, № 15. С.3-7.
19. Мишарин А.С., Евсеев О.В. Актуализация транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года // Транспорт Российской Федерации. 2013, Т. 2, № 45. С. 4-13.
20. Набиуллин А.Ф., Файзуллина С.Х. Стратегия развития железнодорожного транспорта в условиях экономических реформ // Актуальные проблемы экономики и права. 2009, № 3. С. 67-73.
21. Невзоров О.Ю. Интегральная Евразийская транспортная система как драйвер развития регионов ЕАЭС // Теоретико-методологические и практические проблемы интеграции, диверсификации и мо-

- дернизации региональных промышленных комплексов. Сборник материалов Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией Н.М.Тюкавкина. 2017. С. 134-139.
22. Осипов Г.В., Кареева С.Г., Некрасов С.В. Инфраструктурный мегапроект «Транс-Евразийский пояс RAZVITIE (ТЕПР) - Интегральная Евразийская транспортная система (ИЕТС)» // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2019. № 12. С. 394-397.
23. Осипов Г.В., Садовничий В.А. Создание пространственных транспортно-логистических коридоров на территории Российской Федерации, соединяющих Азиатско-Тихоокеанский регион и Европейский союз // Национальное здоровье. 2018. № 3. С. 153-159.
24. Осипов Г.В., Стариков И.В., Литвинцев В.Я., Крылов С.И. Зарубежный опыт реконструкции высокоскоростных магистралей и его использование по оценке капитальных затрат на реконструкцию Транссиба // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2019. № 5. С. 223-230.
25. Осипов Г.В., Стариков И.В., Литвинцев В.Я., Крылов С.И. Транссиб: Реалии и перспективы // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2019. № 6. С. 159-163.
26. Прокофьева Т.А. Развитие логистической инфраструктуры Евроазиатских МТК - Стратегическое направление реализации транзитного потенциала и интенсивного экономического роста регионов России // В центре экономики. 2020. № 1. С. 1-12.
27. Прокофьева Т.А., Адамов Н.А., Клименко В.В. Развитие логистической инфраструктуры - Стратегическое направление реализации транзитного потенциала России в системе Евроазиатских МТК и интенсивного экономического роста регионов Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока // Инновационные и экономические особенности укрепления государственности России в XXI веке. М., 2016. С. 154-173.
28. Прокофьева Т.А., Адамов Н.А., Сергеев В.И. Стратегические аспекты развития транспорта России и формирования интегрированных логистических систем в зоне тяготения к международным

- транспортным коридорам. развитие логистической инфраструктуры в регионах Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока - Стратегическое направление реализации транзитного потенциала России в системе Евроазиатских МТК // Организация и управление предприятием – фундамент развития мировой экономики. М., 2018. С. 86-120.
29. Прокофьева Т.А., Гончаренко С.С. Развитие логистической инфраструктуры – Стратегическое направление реализации транзитного потенциала России в системе Евроазиатских МТК и интенсивного экономического роста регионов Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016. труды девятой международной конференции. 2016. С. 40-48.
30. Прокофьева Т.А., Гончаренко С.С. Строительство Северо-Сибирской магистрали - один из главных приоритетов развития транспортной системы Сибири и экономики России // Россия в современном мире: экономическая оценка. коллективная монография. М., 2017. С. 99-109.
31. Садовничий В.А., Осипов Г.В. Акаев А.А., Малков А.С., Шутьгин С.Г. Социально-экономическая эффективность развития железнодорожной сети Сибири и Дальнего Востока: Математическое моделирование и прогноз // Экономика региона. 2018. Т. 14, Вып. 3. С. 758-777. doi 10.17059/2018-3-6
32. Садовничий В. А., Осипов Г. В. Социальный Мегапроект XXI века «Единая Евразия: Транс-Евразийский Пояс Razvitie (ТЕПР) - Интегральная Евразийская Транспортная Система (ИЕТС)» = Social Megaproject for the 21st century «United Eurasia: Trans-Eurasian Belt of Razvitie (TEBR) - Integrated Eurasian Transport System (IETS)»/ Российская академия наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова. М.-СПб.: Нестор-История, 2019. 66 с.
33. Сотрудничество Китая со странами с переходной экономикой в рамках проекта «Один пояс - один путь» = Cooperation between

- China and Transition Countries under the Framework of «the Belt and Road»: Сборник статей / Центр исследований экономики и политики стран с переходной экономикой Ляонинского университета; под ред. Цуй Чжэн и Цюй Вэньи. М.: МАКС Пресс, 2018. 238 с.
34. Социальный мегапроект XXI века («Единая Евразия: транс-евразийский пояс развития - интегральная евразийская транспортная система») = Social megaproject for the 21st century («United Eurasia: TRANS-Eurasian belt of razvitie (development) - integrated Eurasian transport system») / Научные руководители – акад. РАН В. А. Садовничий, акад. РАН Г. В. Осипов; координатор: В. Я. Литвинцев; сост. С. Г. Кареева и др. М.; СПб.: Нестор-История, 2019. 509 с.
 35. Стариков И.В., Крылов С.И. Единая Евразия: Транс-Евразийский пояс Razvitie - Интегральная Евразийская транспортная система // Национальное здоровье. 2018. № 3. С. 163-168.
 36. Стариков И.В., Крылов С.И. Единая Евразия: Транс-Евразийский пояс Razvitie - Интегральная Евразийская транспортная система. Региональный аспект // Национальное здоровье. 2018. № 4. С. 147-151.
 37. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (Утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 июня 2008 г. N 877-р) [Электронный ресурс]. Министерство транспорта Российской Федерации. URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/1010> (дата доступа: 20.12.2020)
 38. Тарханов О.А. Формирование грузовой транспортно-логистической системы в соответствии с Транспортной стратегией Российской Федерации // Вестник экономики, права и социологии. 2018. Т. 2, № 1. С. 145 – 148.
 39. Тарханов О.А., Саттаров В.Р. Транспортно-логистический каркас стратегического пространственного развития России // Проблемы современной экономики. 2019, Т. 3, № 71. С.85-87.
 40. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень (январь-сентябрь 2020 года). [Электронный ресурс]. М.: Министерство транспорта Российской Федерации, 2020. 41 с. URL: <https://www.mintrans.gov.ru/>

41. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (Распоряжение от 22 ноября 2008 г. N 1734-р; в ред. распоряжений Правительства Российской Федерации от 11.06.2014 N 1032-р, от 12.05.2018 N 893-р). [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/ (дата доступа: 20.12.2020)
42. Халандачѳв Н. П. Анализ механизмов реализации транспортной стратегии Российской Федерации // Синергия наук. 2019, Т. 33. С. 110-126.
43. Цыганов В.В. Инфраструктурная политика мегапроекта «Единая Евразия: ТЕПР - ИЕТС»// ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2019. № 2 (12). С. 58-62.
44. Чередник М.А. Транспорт как сфера экономики. Государственное регулирование железнодорожного транспорта // Вектор экономики. 2018, Т. 4, № 22. С. 28.
45. Шакина А.И. Инновационная стратегия развития железнодорожного транспорта в России // Грани международного взаимодействия: экономика, политика, культура. Материалы межвузовской научно-практической студенческой конференции. М.: Издательство «Перо», 2018. С. 223-225.
46. Эдиев А.М. Ключевые направления развития транспортной системы России до 2030 года // Актуальные вопросы экономики и современного менеджмента. Сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. Самара, 2016. С. 28-34.
47. Bian X., Li W., Hu J., Liu H., Duan X., Chen Y. Geodynamics of high-speed railway // Transportation Geotechnics. 2018, Vol. 17, Part A. pp. 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2018.09.007>
48. Hu A., Meehl G. A. Bering Strait throughflow and the thermohaline circulation // Geophysical Research Letters Oceans. 2005, Vol.32, Issue 24. <https://doi.org/10.1029/2005GL024424>
49. Knapcikova L., Konings R. European railway infrastructure: A review // Acta logistica - International Scientific Journal about Logistics. 2018, Vol. 5, Issue 3. pp. 71-77. doi:10.22306/al.v5i3.97

50. Leitner B. A General Model for Railway Systems Risk Assessment with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis // *Procedia Engineering*. 2017, Vol. 187. pp. 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.361>
51. Lupi M., Pratelli A., Conte D., Farina A. Railway Lines across the Alps: Analysis of Their Usage through a New Railway Link Cost Function // *Applied Sciences*. 2020, Vol. 10, Issue 9. p. 3120. <https://doi.org/10.3390/app10093120>
52. Mackey K. G., Fujita K.; Gunbina L. V., Kovalev V. N., Imaev V. S., Koz'min B/ M., Imaeva L. P. Seismicity of the Bering Strait region: Evidence for a Bering block // *Geology*. 1997, Vol. 25, Issue 11, pp. 979–982. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0979:SOTBSR>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0979:SOTBSR>2.3.CO;2)
53. Ni S., Yang F., Lv M. (2019) Innovation of Networked Railway Transportation Organization in High-Speed Railway // Ni S., Wu TY., Chang TH., Pan JS., Jain L. (eds) *Advances in Smart Vehicular Technology, Transportation, Communication and Applications*. VTCA 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies. 2019, Vol. 129. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04582-1_35
54. Shao Z.Z., Ma, Z.J., Sheu J.B., Gao H.O. Evaluation of large-scale transnational high-speed railway construction priority in the belt and road region // *Transportation research part E-logistics and transportation review*. Special Issue Intelligent Transportation Systems: Beyond Intelligent Vehicles. 2018, Vol. 117. pp. 40-57. doi.org/10.1016/j.tre.2017.07.007
55. Voloshchuk I.A. Functioning of international transport corridors and their included is in a transport system // *East European Scientific Journal*. 2016. T. 6. № 3. pp. 17-24.

References

1. Belyy O.V. Zadachi i problemy transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii [Tasks and problems of the transport strategy of the Russian Federation] *Transport Rossii: Problemy i perspektivy – 2015*. [Transport of Russia: Problems and prospects-2015] Saint-Petersburg: Institut problem transporta im. N.S. Solomenko RAN, 2015. pp. 8-17.

2. Borzunova T.I., Grishanova A.G., Makarova L.V., Man'shin R.V., Morozova G.F. Proekt "Integral'noy Evraziyskoy transportnoy sistemy" v svete sovremennykh osobennostey migratsii i razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v regionakh RF [Project "Integrated Eurasian transport system" in light of current characteristics of migration and the development of railway transport in the Russian Federation]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. [Bulletin of the Samara State University of Economics] 2015. no 9 (131). pp. 54-57.
3. Borzunova T.I., Morozova G.F. Formirovanie naseleniya v territoriyakh Transsibirskoy magistrali v 2009-2013 gg. [Formation of the population in the territories of the Trans-Siberian railway in 2009-2013]. *Migratsionnye protsessy v Aziatsko-Tikhookeanskom regione: istoriya, sovremennost', praktiki vzaimodeystviya i regulirovaniya*. [Migration processes in the Asia-Pacific region: history, modernity, practices of interaction and regulation] 2015. pp. 72-75.
4. Bulatova N.N., Tikhonova P.V. Mezhdunarodnoe sotrudnichestvo v transportnoy sfere v usloviyakh formirovaniya ekonomicheskogo koridora "Rossiya - Mongoliya - Kitay". [International cooperation in the transport sphere in the conditions of formation of the economic corridor "Russia-Mongolia-China"]. *Vestnik VSGUTU*. 2018. no 2 (69). pp. 101-108.
5. Goncharenko E.S. *Rossiyskie uchastki mezhdunarodnykh transportnykh koridorov kak ob'ekt ekonomicheskogo issledovaniya*. [Russian sections of international transport corridors as an object of economic research]. Moscow, 2015. 27 p.
6. Grishanova A.G., Makarova L.V. Aktual'nost' izucheniya migratsionnykh protsessov v Rossii v tselom i v koordinatakh Evraziyskoy transportnoy sistemy. [Topicality of studying migration processes in Russia as a whole and in the coordinates of the Eurasian transport system]. *Migratsionnoe pravo*. [Migration law] 2012. no 3. pp. 2-4.
7. Dmitrenko D.A. Strategicheskii podkhod v razvitiy OAO "RZhD" kak instrument effektivnogo funktsionirovaniya zheleznodorozhnogo transporta Rossii [Strategic approach in the development of JSC

- “Russian Railways” as a tool for the effective functioning of Russian railway transport]. *Voprosy sovershenstvovaniya sistemy gosudarstvennogo upravleniya v sovremennoy Rossii*. [Issues of improving the system of public administration in modern Russia]. Moscow: OOO “MAKS Press”, 2018. pp. 102-107.
8. Zhmylev N.A. Faktory, prepyatstvuyushchie effektivnoy realizatsii transportnoy strategii v Rossiyskoy Federatsii [Factors hindering the effective implementation of the transport strategy in the Russian Federation]. *Vestnik Moskovskogo gumanitarno-ekonomicheskogo instituta* [Bulletin of the Moscow Humanitarian and Economic Institute], 2020, no 2. pp. 138-149. DOI: 10.37691/2311-5351-2020-0-2-138-149.
 9. Zaklinskaya A.P., Karapetyants I.V. Megaproekt “Edinaya Evraziya: TEPR-IETS” - Otvet na vyzovy sovremennogo etapa razvitiya Rossii [Megaproject “United Eurasia: TEPR-IETS” - Response to the challenges of the current stage of Russia’s Development]. *Ekonomika i upravlenie narodnym khozyaystvom: genesis, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya* [Economics and management of the national economy: genesis, current state and prospects of development]. 2019. pp. 213-217.
 10. Zoidov K.Kh., Medkov A.A. K aktual’nym problemam realizatsii proektov Evraziyskikh skorostnykh perezozok gruzov [Actual problems of implementation of projects of Eurasian high-speed cargo transportation]. *Problemy rynochnoy ekonomiki*. [Problems of the market economy]. 2019. no 3. pp. 54-64.
 11. Kozhevnikova N.I. Transportnye osobennosti regionov Sibiri i Dal’nego Vostoka: Vliyanie na demograficheskiy faktor innovatsionnogo razvitiya [Transport features of the regions of Siberia and the Far East: Influence on the demographic factor of innovative development]. *Rossiya: Tendentsii i perspektivy razvitiya*. [Russia: Trends and prospects of development]. 2015. pp. 607-609.
 12. Kretov B.I., Tronenkova O.M. Zheleznodorozhnyy transport - geopoliticheskiy instrument Rossii [Railway transport - a geopolitical tool of Russia]. *Observer*. 2014. no 6 (293). pp. 101-108.
 13. Lavrinenko P.A. Razvitie vysokoskorostnogo zheleznodorozhnogo transporta - faktor ekologizatsii produktsii vysokotekhnologichnoy

- promyshlennosti Rossii [Development of high-speed railway transport-a factor of ecologization of high-tech industry products in Russia]. *Rossiyskiy ekonomicheskii zhurnal* [Russian Economic Journal]. 2017, no 1. pp. 89-97.
14. Lapidus L., Lapidus B., Misharin A. Obespechenie gladkosti besshovnoy transportnoy sistemy na Evraziyskom prostranstve pri realizatsii initsiativy “Odin poyas - odin put” [Ensuring the smoothness of a seamless transport system in the Eurasian space during the implementation of the “One Belt - One Road” initiative]. *Sotrudnichestvo Kitaya so stranami s perekhodnoy ekonomikoy v ramkakh proekta “Odin poyas - odin put”*. [Cooperation of China with countries with transition economies within the framework of the “One Belt - One Road” project]. Moscow: MAKS Press, 2018. pp. 225-238.
 15. Likhacheva E.V., Likhacheva M.V. Mesto i rol' Rossii v stanovlenii edinogo transportnogo prostranstva Evrazii. [The place and role of Russia in the formation of a single transport space of Eurasia]. *Sovremennyye naukoemkie tekhnologii* [Modern high-tech technologies] 2014. no 7-1. pp. 178-179.
 16. Masaev S.N. Rossiya i SShA – Effektivnoe stroitel'stvo zheleznykh dorog kak zadacha optimal'nogo upravleniya [Russia and USA-Effective construction of railways as an optimal management problem]. *Transport Rossii: problemy i perspektivy - 2019*. [Transport of Russia: Problems and prospects-2019] Moscow. 2019. pp. 154-157.
 17. Misharin A.S. Regional'nye i obshchegosudarstvennyye zadachi realizatsii transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii [Regional and national tasks of implementing the transport strategy of the Russian Federation]. *Transport Rossiyskoy Federatsii* [Transport of the Russian Federation]. 2006, vol. 6, no 6. pp. 2-5.
 18. Misharin A.S. Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii: Tseli i priority [Transport strategy of the Russian Federation: Goals and priorities]. *Innovatsionnyy transport* [Innovative transport]. 2015, vol. 1, no 15. pp.3-7.
 19. Misharin A.S., Evseev O.V. Aktualizatsiya transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [Updating of the transport

- strategy of the Russian Federation for the period till 2030]. *Transport Rossiyskoy Federatsii*. [Transport of the Russian Federation]. 2013, vol. 2, no 45. pp. 4-13.
20. Nabiullin A.F., Fayzullina S.Kh. Strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v usloviyakh ekonomicheskikh reform [Strategy for the development of railway transport in the context of economic reforms]. *Aktual'nye problemy ekonomiki i prava* [Current problems of economics and law]. 2009, no 3. pp. 67-73.
21. Nevzorov O. Yu. Integral'naya Evraziyskaya transportnaya sistema kak drayver razvitiya regionov EAES [Integral Eurasian transport system as a driver of development of the EAEU regions]. *Teoretiko-metodologicheskie i prakticheskie problemy integratsii, diversifikatsii i modernizatsii regional'nykh promyshlennykh kompleksov* [Theoretical, methodological and practical problems of integration, diversification and modernization of regional industrial complexes]. 2017. pp. 134-139.
22. Osipov G.V., Karepova S.G., Nekrasov S.V. Infrastrukturnyy megaproekt "Trans-Evraziyskiy poiyas RAZVITIE (TEPR) - Integral'naya Evraziyskaya transportnaya sistema (IETS)" [Infrastructure megaproject "Trans-Eurasian belt RAZVITIE (TEBR) - Integral Eurasian Transport System (IETS)"]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki* [Humanities, socio-economic and Social Sciences]. 2019. no 12. pp. 394-397.
23. Osipov G.V., Sadovnichiy V.A. Sozdanie prostranstvennykh transportnologicheskikh koridorov na territorii Rossiyskoy Federatsii, soedinyayushchikh Aziatsko-Tikhookeanskiy region i Evropeyskiy soyuz [Creation of spatial transport and logistics corridors on the territory of the Russian Federation connecting the Asia-Pacific region and the European Union]. *Natsional'noe zdorov'e* [National Health]. 2018. no 3. pp. 153-159.
24. Osipov G.V., Starikov I.V., Litvintsev V.Ya., Krylov S.I. Zarubezhnyy opyt rekonstruktsii vysokoskorostnykh magistralei i ego ispol'zovanie po otsenke kapital'nykh zatrat na rekonstruktsiyu Transsiba [Foreign experience of reconstruction of high-speed highways and its use in assessing capital costs for the reconstruction of the Trans-Siberian Rail-

- way]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskije i obshchestvennye nauki* [Humanities, socio-economic and social sciences]. 2019. no 5. pp. 223-230.
25. Osipov G.V., Starikov I.V., Litvintsev V.Ya., Krylov S.I. Transsib: Realii i perspektivy [Transsib: Realities and prospects]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskije i obshchestvennye nauki* [Humanities, socio-economic and social sciences]. 2019. no 6. pp. 159-163.
26. Prokof'eva T.A. Razvitie logisticheskoy infrastruktury Evroaziatskikh MTK - Strategicheskoe napravlenie realizatsii tranzitnogo potentsiala i intensivnogo ekonomicheskogo rosta regionov Rossii [Development of the logistics infrastructure of the Euro-Asian International Transport Corridors is a strategic direction for realizing the transit potential and intensive economic growth of the Russian regions]. *V tsentre ekonomiki* [At the center of the economy]. 2020. no 1. pp. 1-12.
27. Prokof'eva T.A., Adamov N.A., Klimenko V.V. Razvitie logisticheskoy infrastruktury - Strategicheskoe napravlenie realizatsii tranzitnogo potentsiala Rossii v sisteme Evroaziatskikh MTK i intensivnogo ekonomicheskogo rosta regionov Evropeyskogo Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka [Development of logistics infrastructure - the Strategic direction of realization of transit potential of Russia in the system of Eurasian International Transport Corridors and intensive economic growth of the regions of the European North, Siberia and Far East of Russia]. *Innovatsionnye i ekonomicheskie osobennosti ukrepleniya gosudarstvennosti Rossii v XXI veke* [Innovation and economic features of strengthening of statehood of Russia in XXI century]. Moscow., 2016. pp. 154-173.
28. Prokof'eva T.A., Adamov N.A., Sergeev V.I. Strategicheskie aspekty razvitiya transporta Rossii i formirovaniya integrirovannykh logisticheskikh sistem v zone tyagoteniya k mezhdunarodnym transportnym koridoram. razvitie logisticheskoy infrastruktury v regionakh Evropeyskogo Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka - Strategicheskoe napravlenie realizatsii tranzitnogo potentsiala Rossii v sisteme Evroaziatskikh MTK [Strategic aspects of the development of transport in Russia and the formation of integrated logistics systems in the zone of attraction

- to international transport corridors. development of logistics infrastructure in the regions of the European North, Siberia and the Far East - a strategic direction for implementing the transit potential of Russia in the system of Euro-Asian International Transport Corridors]. *Organizatsiya i upravlenie predpriyatiem - fundament razvitiya mirovoy ekonomiki* [Organization and management of an enterprise-the foundation for the development of the world economy]. Moscow, 2018. pp. 86-120.
29. Prokof'eva T.A., Goncharenko S.S. Razvitie logisticheskoy infrastruktury – Strategicheskoe napravlenie realizatsii tranzitnogo potentsiala Rossii v sisteme Evroaziatskikh MTK i intensivnogo ekonomicheskogo rosta regionov Evropeyskogo Severa, Sibiri i Dal'nego Vostoka [Development of logistics infrastructure - the Strategic direction of realization of transit potential of Russia in the system of Eurasian International Transport Corridors and intensive economic growth of the regions of the European North, Siberia and the Far East]. *Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnykh system-2016* [Managing the development of large-scale systems – 2016]. 2016. pp. 40-48.
30. Prokof'eva T.A., Goncharenko S.S. Stroitel'stvo Severo-Sibirskoy magistrali - odin iz glavnykh prioritetov razvitiya transportnoy sistemy Sibiri i ekonomiki Rossii [Construction of the North Siberian Railway is one of the main priorities for the development of the transport system of Siberia and the Russian economy]. *Rossiya v sovremennom mire: ekonomicheskaya otsenka. kollektivnaya monografiya* [Russia in the Modern World: an economic assessment]. Moscow, 2017. pp. 99-109.
31. Sadovnichiy V.A., Osipov G.V. Akaev A.A., Malkov A.S., Shul'gin S.G. Sotsial'no-ekonomicheskaya effektivnost' razvitiya zheleznodorozhnoy seti Sibiri i Dal'nego Vostoka: Matematicheskoe modelirovanie i prognoz [Socio-economic efficiency of the development of the railway network of Siberia and the Far East: Mathematical modeling and forecast]. *Ekonomika regiona* [The region's economy]. 2018. vol. 14, no. 3. pp. 758-777. doi 10.17059/2018-3-6
32. Sadovnichiy V.A., Osipov G.V. *Sotsial'nyy Megaproekt XXI veka "Edinaya Evraziya: Trans-Evraziyskiy Poyas Razvitie (TEPR) - In-*

- tegral'naya Evraziyskaya Transportnaya Sistema (IETS)*" [Social Megaproject for the 21st century "United Eurasia: Trans-Eurasian Belt of Razvitie (TEBR) - Integrated Eurasian Transport System (IETS)"]. Moscow-Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, 2019. 66 p.
33. *Sotrudnichestvo Kitaya so stranami s perekhodnoy ekonomikoy v ramkakh proekta «Odin poyas - odin put'»* [Cooperation between China and Transition Countries under the Framework of "the Belt and Road"]. Moscow: MAKS Press, 2018. 238 p.
 34. *Sotsial'nyy megaproekt XXI veka ("Edinaya Evraziya: trans-evraziyskiy poyas razvitiya - integral'naya evraziyskaya transportnaya sistema")* [Social megaproject for the 21st century ("United Eurasia: TRANS-Eurasian belt of razvitie (development) - integrated Eurasian transport system")]. Moscow-Saint-Petersburg: Nestor-Istoriya, 2019. 509 p.
 35. Starikov I.V., Krylov S.I. *Edinaya Evraziya: Trans-Evraziyskiy poyas Razvitie - Integral'naya Evraziyskaya transportnaya Sistema* [United Eurasia: Trans-Eurasian belt Razvitie-Integral Eurasian transport System]. *Natsional'noe zdorov'e* [National Health]. 2018. no 3. pp. 163-168.
 36. Starikov I.V., Krylov S.I. *Edinaya Evraziya: Trans-Evraziyskiy poyas Razvitie - Integral'naya Evraziyskaya transportnaya sistema. Regional'nyy aspekt* [United Eurasia: Trans-Eurasian Belt Razvitie-Integral Eurasian Transport System. The regional dimension]. *Natsional'noe zdorov'e* [National Health]. 2018. no 4. pp. 147-151.
 37. *Strategiya razvitiya zhelezнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (Utv. Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 17 iyunya 2008 g. N 877-r)* [Strategy for the development of railway transport in the Russian Federation until 2030 (Approved by the Order of the Government of the Russian Federation of June 17, 2008 N 877-r)]. Ministerstvo transporta Rossiyskoy Federatsii. URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/1010>
 38. Tarkhanov O.A. *Formirovanie gruzovoy transportno-logisticheskoy sistemy v sootvetstvii s Transportnoy strategiyey Rossiyskoy Federatsii* [Formation of the cargo transport and logistics system in accordance

- with the Transport Strategy of the Russian Federation]. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii* [Bulletin of Economics, Law and Statistics]. 2018. vol. 2, no 1. pp. 145-148.
39. Tarkhanov O.A., Sattarov V.R. Transportno-logisticheskii karkas strategicheskogo prostranstvennogo razvitiya Rossii [Transport and logistics framework of strategic spatial development of Russia]. *Problemy sovremennoy ekonomiki*. [Problems of the modern economy]. 2019, vol. 3, no 71. pp.85-87.
40. *Transport Rossii. Informatsionno-statisticheskii byulleten' (yanvar'-sentyabr' 2020 goda)*. [Transport of Russia. Information and Statistical Bulletin (January-September 2020)]. Moscow: Ministerstvo transporta Rossiyskoy Federatsii, 2020. 41 p. URL: <https://www.mintrans.gov.ru/>
41. *Transportnaya strategiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda (Rasporyazhenie ot 22 noyabrya 2008 g. N 1734-r; v red. rasporyazheniy Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 11.06.2014 N 1032-r, ot 12.05.2018 N 893-r)* [Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 (Order No. 1734-r of November 22, 2008; as amended by Orders of the Government of the Russian Federation No. 1032-r of 11.06.2014, No. 893-r of 12.05.2018)]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/
42. Khalandachev N. P. Analiz mekhanizmov realizatsii transportnoy strategii Rossiyskoy Federatsii [Analysis of mechanisms for implementing the transport strategy of the Russian Federation]. *Sinergiya nauk*. [Synergy of Sciences]. 2019, vol. 33. pp. 110-126.
43. Tsyganov V.V. Infrastrukturnaya politika megaproekta "Edinaya Evraziya: TEPR - IETS" [Infrastructure policy of the United Eurasia megaproject: TEPR - IETS]. *ITNOU: Informatsionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. [ITSEM: Information technologies in science, education and management]. 2019. vol. 2, no 12. pp. 58-62.
44. Cherednik M.A. Transport kak sfera ekonomiki. Gosudarstvennoe regulirovanie zheleznodorozhnogo transporta [Transport as a sphere of economy. State regulation of railway transport]. *Vektor ekonomiki* [Vector of the economy]. 2018, vol. 4, no 22. p. 28.

45. Shakina A.I. Innovatsionnaya strategiya razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossii [Innovative strategy for the development of railway transport in Russia]. *Grani mezhdunarodnogo vzaimodeystviya: ekonomika, politika, kul'tura* [Facets of international interaction: economy, politics, culture]. Moscow: Izdatel'stvo "Pero", 2018. pp. 223-225.
46. Ediev A.M. Klyucheveye napravleniya razvitiya transportnoy sistemy Rossii do 2030 goda [Key directions of development of the transport system of Russia until 2030]. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i sovremennoy menedzhmenta* [Actual issues of economics and modern management]. Samara, 2016. pp. 28-34.
47. Bian X., Li W., Hu J., Liu H., Duan X., Chen Y. Geodynamics of high-speed railway. *Transportation Geotechnics*. 2018, vol. 17, Part A. pp. 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2018.09.007>
48. Hu A., Meehl G. A. Bering Strait throughflow and the thermohaline circulation. *Geophysical Research Letters Oceans*. 2005, vol.32, Issue 24. <https://doi.org/10.1029/2005GL024424>
49. Knapcikova L., Konings R. European railway infrastructure: A review. *Acta logistica - International Scientific Journal about Logistics*. 2018, vol. 5, Issue 3. pp. 71-77. doi:10.22306/al.v5i3.97
50. Leitner B. A General Model for Railway Systems Risk Assessment with the Use of Railway Accident Scenarios Analysis. *Procedia Engineering*. 2017, vol. 187. pp. 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.361>
51. Lupi M., Pratelli A., Conte D., Farina A. Railway Lines across the Alps: Analysis of Their Usage through a New Railway Link Cost Function. *Applied Sciences*. 2020, Vol. 10, Issue 9. p. 3120. <https://doi.org/10.3390/app10093120>
52. Mackey K. G., Fujita K.; Gunbina L. V., Kovalev V. N., Imaev V. S., Koz'min B/ M., Imaeva L. P. Seismicity of the Bering Strait region: Evidence for a Bering block. *Geology*. 1997, vol. 25, Issue 11, pp. 979–982. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1997\)025<0979:SOTBSR>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1997)025<0979:SOTBSR>2.3.CO;2)
53. Ni S., Yang F., Lv M. (2019) Innovation of Networked Railway Transportation Organization in High-Speed Railway. In: Ni S., Wu TY.,

Chang TH., Pan JS., Jain L. (eds) *Advances in Smart Vehicular Technology, Transportation, Communication and Applications. VTCA 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2019, Vol. 129. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04582-1_35

54. Shao Z.Z., Ma, Z.J., Sheu J.B., Gao H.O. Evaluation of large-scale transnational high-speed railway construction priority in the belt and road region. *Transportation research part E-logistics and transportation review. Special Issue Intelligent Transportation Systems: Beyond Intelligent Vehicles*. 2018, Vol. 117. pp. 40-57. doi.org/10.1016/j.tre.2017.07.007
55. Voloshchuk I.A. Functioning of international transport corridors and their included is in a transport system. *East European Scientific Journal*. 2016. vol. 6. no 3. pp. 17-24.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Осипов Геннадий Васильевич, академик, доктор философских наук, профессор, руководитель Объединённого центра социологии и экономики знания.

Институт социально-политических исследований Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук
ул. Фотиевой, 6к1, г. Москва, 119333, Российская Федерация
isprras@gmail.com

Кубрин Алексей Александрович, ведущий научный сотрудник
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр исследования проблем безопасности РАН
ул. Гарибальди, 21Б, г. Москва, 119335, Российская Федерация
askubrin@gmail.com

Кузина Наталья Владимировна, ведущий научный сотрудник, кандидат филологических наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр исследования проблем безопасности РАН

*ул. Гарибальди, 21Б, г. Москва, 119335, Российская Федерация
nvkuzina@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Osipov Gennady Vasilievich, academic, doctor of philosophy, professor, head of the Joint center for sociology and economics of knowledge

Institute of socio-political research – branch of the federal center of theoretical and applied sociology of the Russian academy of sciences

6k1, Fotieva Str., Moscow, 119333, Russian Federation

isprras@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4142-2333

ResearcherID: E-6081-2017

Scopus Author ID: 56669481000

Kubrin Alexey Alesandrovich, leading research worker

Center of research of problems of safety of the Russian academy of sciences

21-b, Garibaldi Str., Moscow, 119335, Russian Federation

askubrin@gmail.com

Kuzina Natalia Vladimirovna, leading research worker, candidate of philological sciences, docent

Center of research of problems of safety of the Russian academy of sciences

21-b, Garibaldi Str., Moscow, 119335, Russian Federation

nvkuzina@mail.ru

SPIN-code: 2069-8510

ORCID: 0000-0001-9094-7182

ResearcherID: AAF-2726-2019

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-123-138

УДК 004.93

ПРИМЕНЕНИЕ QR-КОДОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОГО ПУНКТА

*Хамидуллин М.Р., Емельянов Д.В.,
Мустафин А.Ф., Исавнин А.Г.*

Сегодня большинство компаний имеют автоматизированную систему пропусков, в которой работник подносит карточку, по которой регистрируется время его входа и выхода. Но зачастую в компаниях, использующих такой метод работы, отсутствуют устройства, изготавливающие данные карты и поэтому их необходимо заказывать у других организаций, что требует дополнительных затрат. Это может стать поводом отложить прием сотрудника на работу, что может быть критично в некоторых ситуациях. На сегодняшний день задача автоматизации контрольно-пропускного пункта является одной из самых важных задач, так необходимо вести учет времени прихода сотрудников на работу, разгрузить очередь, обеспечить безопасность работы предприятия.

Цель – разработка компонентов автоматизированного программного обеспечения по учёту рабочего времени персонала.

Метод или методология проведения работы: в статье рассмотрен проект по учёту рабочего времени персонала и учёта кадров с использованием среды программирования C#, Xamarin, SQL.

Результаты: разработано приложение для компьютеров и мобильных устройств, регистрирующая пользователей для регистрации прохода, и генерирующая уникальные для каждого пользователя коды доступа, которые тут же конвертируются в QR-коды и сравнивающие их с кодами, поданными на считыватель.

Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять предприятиям для организации контрольно-пропускного пункта с целью учета времени рабочих.

Ключевые слова: QR-код; язык программирования; шифрование; считыватель; микроконтроллер.

USING QR -CODES TO ORGANIZE A CHECKPOINT

***Khamidullin M.R., Emelyanov D.V.,
Mustafin A.F., Isavnin A.F.***

Today, most companies have an automated pass system in which an employee presents a card that records the time of his entry and exit. But often in companies using this method of work, there are no devices that produce these cards and therefore they must be ordered from other organizations, which requires additional costs. This can be a reason to postpone the hiring of an employee, which can be critical in some situations. Today, the task of automating a checkpoint is one of the most important tasks, so it is necessary to keep track of the time employees arrive at work, unload the queue, and ensure the safety of the enterprise.

Purpose – development of automated software components for staff time tracking.

Method or methodology of work: the article considers a project for recording staff time and personnel accounting using the C#, Xamarin, SQL programming environment.

Results: an application for computers and mobile devices was developed that registers users to register a passage and generates access codes unique for each user, which are immediately converted into QR codes and comparing them with the codes submitted to the reader.

Scope of the results: the results obtained are advisable to apply to enterprises to organize a checkpoint in order to track the time of workers.

Keywords: QR code; programming language; encryption; reader; microcontroller.

Введение

В данной статье рассматривается одно из возможных решений проблемы организации пропускного пункта. Подходы, изложенные в данной работе, описывают механизм реализации проходного

пункта в организации с применением QR -кодов и шифрования. Данная система необходима для разгрузки очередей работников на проходной, ликвидации любой возможности человеческой ошибки при пропуске человека на территорию предприятия, а также для облегчения труда бухгалтеров, т.к. система выводит точное количество часов, проведенных работником на рабочем месте за заранее указанный промежуток времени.

Данной статьей мы надеемся призвать улучшить уже существующую схему работы, описав механизм реализации проходного пункта в организации с применением QR-кодов и шифрования. Также разработанное решение позволит небольшим предприятиям, которые не используют автоматизированные системы пропускного контроля.

Ранее [1] мы уже описывали ситуацию с языками программирования на рынке, поэтому в данной статье продолжим использовать преимущества языка программирования C#, ведь он все так же имеет огромное сообщество программистов по всему миру.

После языка программирования необходимо определиться с турникетом. Обычно турникеты не оборудованы механизмами, для работы с ними через отдельно разрабатываемую программу, хотя на рынке и представлены решения [2], позволяющие контролировать турникет не только при помощи стандартного оборудования, данное решение все также потребует присутствия дополнительного микроконтроллера, а, в некоторых случаях и закупки нового турникета. Поэтому в данной задаче лучше всего сразу определиться с микроконтроллером. Неоспоримым лидером на рынке микроконтроллеров является Arduino, которая позволит наладить диалог между турникетом и компьютером. Пользователи, желающие максимально полно и эффективно использовать возможности микроконтроллера, могут без ограничений использовать любые сторонние компиляторы и внутрисхемные программаторы [3].

Материалы и методы

Рассмотрим устройство желаемой системы. В существующую систему вместо пульта управления турникетом подключается микроконтроллер Arduino. Сам микроконтроллер подключается к

компьютеру, у которого есть подключение к базе данных сотрудников и к считывателю QR-кодов.

Итоговая схема (представлена на рисунке 1) включает в себя шесть элементов: сервер с базой данных, вычислительный центр (в нашем случае персональный компьютер на проходной), мобильный телефон (должен быть у проходящего), микроконтроллер, устройство считывания QR-кодов (например, камера) и турникет.

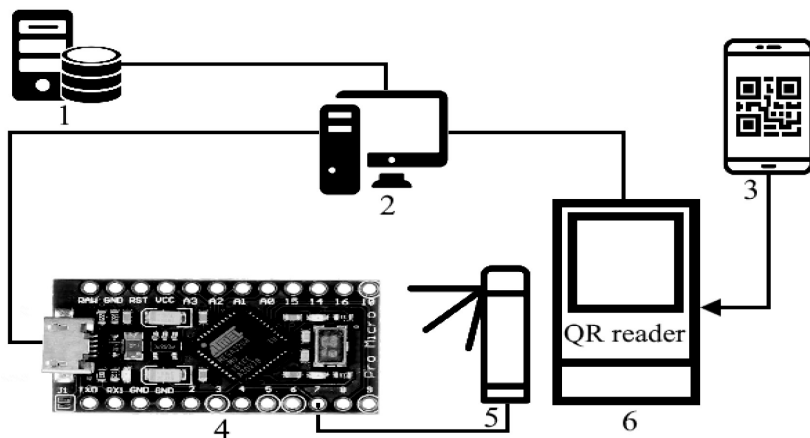


Рис. 1. Схема подключения компонентов в системе
(1 – сервер с базой данных), 2 – компьютер вахтёр, 3 – телефон работника,
4 – микроконтроллер, 5 – турникет, 6 – сканер QR-кодов)

Программа на компьютере имеет несколько функций:

- создание авторотационного QR-кода, необходимого для авторизации в мобильном приложении;
- запрос идентификационного номера и уникального ключа пользователя с сервера;
- генерация кода, с определённым интервалом, для сверки со сгенерированным QR-кодом на мобильном телефоне работника;
- отправка сигнала, при успешной сверки QR-кода, на контроллер;
- приём видеопотока и захват QR-кодов с устройства считывания QR-кодов;

- отправка записей о прошедших людях в базу данных на сервере.

Считыватель QR-кодов отправляет на компьютер видеопоток, к которому сотрудники поднося телефоны с QR-кодами. Турникет принимает сигнал открытия/закрытия с микроконтроллера. Контроллер принимает сигнал с компьютера и отправляет сигнал, согласно запрошенному действию, на турникет.

Программа на телефоне выполняет следующие действия:

- одноразово, при первом входе, считывает авторотационный QR-код;
- генерирует QR-код с определённым интервалом, необходимый для прохода через турникет.

Итоговый цикл работы, при устройстве работника на предприятие, выглядит так:

- работника заносят в базу данных на сервере;
- работник устанавливает мобильное приложение на телефон;
- отдел кадров выдаёт сотруднику уникальный авторотационный код в виде QR-кода;
- после считывания авторотационного кода, мобильное приложение начинает генерировать QR-код, необходимый для прохода через турникет, с определённым интервалом;
- работник подносит телефон с открытым приложением к считывателю;
- компьютер захватывает QR-код с видеопотока, передаваемого со считывателя;
- компьютер расшифровывает QR-код и сверяет его со своим сгенерированным кодом;
- в случае, если коды совпали, компьютер подаёт сигнал на контроллер, а контроллер подаёт сигнал открытия на турникет;
- компьютер отправляет в базу данных на сервере данные о дате и времени прохода работника.

Алгоритм создания одноразовых паролей для защищенной аутентификации существует уже не первый год и используются мно-

жеством крупных компаниях. Данный алгоритм является довольно распространённым способом дополнительной защиты аккаунта в сети Интернет [8].

Для создания ключа, а также кода, согласно ключу, не нужно погружаться в структуру работы данного алгоритма, ведь для решения задачи можно использовать, открытый для интеграции в проект, репозиторий «Отр.NET», доступный на GitHub и NuGet [9]. Для начала на компьютере создается код, а также указывается время существования данного кода. Иногда может потребоваться создать предыдущий или последующий ключ. Для этого необходимо выполнять (в данном случае генерируется предыдущий ключ):

```
byte[] key = KeyGeneration.GenerateRandomKey(n);  
Totp totp = new Totp(key, step: k);  
var totpCode = totp.ComputeTotp(DateTime.UtcNow);  
var totpCode = totp.ComputeTotp(DateTime.UtcNow.AddSeconds(-k));
```

Рис. 2. Код по генерации ключей

В качестве основного инструмента для аутентификации пользователей был выбран QR-код, как самый лёгкий и недорогой инструмент.

Была создана база данных для SQL, содержащая необходимое и достаточное для работоспособности системы количество таблиц. Схему можно увидеть на рисунке 3.

Генерация QR-кода на телефоне может быть произведена с помощью библиотек «ZXing.Net.Mobile.Forms» и «ZXing.Net.Mobile» [10]. Они могут быть интегрированы в проект с помощью система управления пакетами NuGet. Их исходный код и примеры доступны на GitHub.

Заранее создаем строковую переменную (qrcodetext). С помощью подключенных библиотек библиотеки выполним сканирование и дешифровку QR-кода по нажатии кнопки.

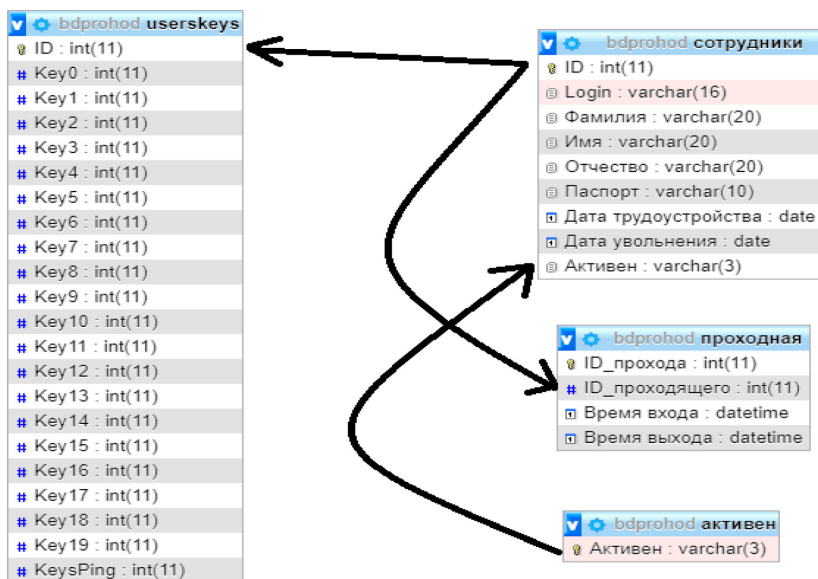


Рис. 3. Схема базы данных на SQL

```

scanPage = new ZXingScannerPage();
scanPage.OnScanResult += (result) =>
{
    scanPage.IsScanning = false;
    Device.BeginInvokeOnMainThread(() =>
    {
        Navigation.PopModalAsync();
        qrcodetext = result.Text; });
    };
await Navigation.PushModalAsync(scanPage);

```

Рис. 4. Сканирование и дешифровка QR-кода по нажатию кнопки

Таким образом по завершении сканирования QR-кода в переменной `qrnodetext` будет содержаться информация, находившаяся в QR-коде. Далее программный код аналогичен коду на компьютере [11, 12].

Результаты

Для полноценного функционирования приложения необходимо устройство, которое было бы у каждого работника. В наше время таким устройством обладает каждый человек – мобильное устройство (смартфон). Однако к мобильному устройству, для использования его в качестве пропуска, предъявляются требования, такие как наличие камеры для считывания QR-кода.

Можно сделать вывод, что такими характеристиками обладает каждое мобильное устройство, поэтому проблем с недоступностью быть не должно.

Приложение было разработано на Xamarin Forms – интерфейс для создания приложений на мобильные устройства на языке C#.

Схему работы Xamarin Forms можно видеть на рисунке 5.

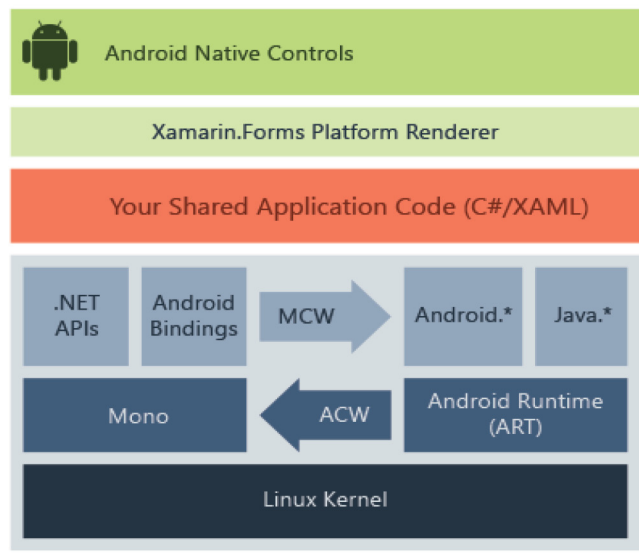


Рис. 5. Схема работы Xamarin Forms.

Суть этого интерфейса в том, что он конвертирует элементы приложения, созданные для системы на Windows или Macintosh в элементы для мобильных систем, таких как Android или IOS.

Такое приложение будет полноценно работать на телефонах, поддерживая все внешние библиотеки для C#.

Для создания мобильного приложения использовались следующие библиотеки:

1. AForge – необходима для того, чтобы подключать IP камеры или телефоны, используемые в качестве IP камер к приложению через указание IP источника изображения.
2. Zen.Barcode – используется для генерации QR-кода из определённой строки.
3. ZXing – библиотека, используемая для декодирования QR-кодов.
4. OtpNet – необходима для генерации кодов пропуски. Коды генерируются в зависимости от ключа, уникального для каждого пользователя, и текущего времени.
5. System.IO.Ports – библиотека, необходимая для вывода сигнала на микроконтроллер.

При первом запуске пользователю будет предложено авторизоваться. Для этого необходимо нажать кнопку «Войти» и отсканировать QR-код, генерируемый на ПК приложении. QR-код содержит Логин и 20 символов уникального ключа, необходимого для генерации TOTP ключа. Также на главной странице имеется QR-код, ведущий на интернет страницу производства. Увидеть изображение формы авторизации можно на рисунке 6.



Рис. 6. Форма авторизации

После нажатия кнопки «Войти» на телефоне активируется камера, а в приложении будет показано изображение, передаваемое с камерой. Так же можно включить вспышку, а по центру изображения есть центрирующая полоска красного цвета для более удобного считывания QR-кода. Увидеть изображение с окна считывания кода в приложении можно на рисунке 7.

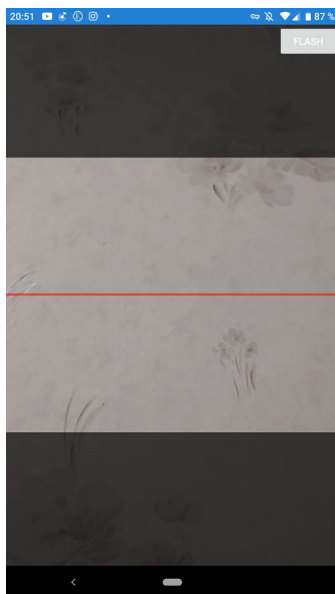


Рис. 7. Считывание кода для авторизации

После того, как QR-код, необходимый для авторизации, будет считан, на экране останется лишь генерируемый через TOTP код авторизации для считывания через считыватель на проходной. Сам код, генерируемый через TOTP зависит от секретного ключа, уникального для каждого пользователя и текущего времени. Во время авторизации вместе с логином на устройство также передаётся и уникальный код, необходимый для генерации. Поэтому устройство на телефоне не требует подключения к интернету для того, что система функционировала правильно.



Рис. 8. Окно с кодом считывания

Выводы

Большинство предприятий на сегодняшний день оборудовано устаревшей технологией пропуска работников на предприятие и учёта их рабочего времени. Такой метод – один из самых неэффективных методов пропуска работников. Все действия в нём выполняются человеком, что создаёт очереди на проходной. Отдельно стоит сказать про учёт рабочего времени на большинстве предприятий. В основном никакого учёта нету, а работнику просто «начисляют» 8 часов времени каждый день, если он не прогулял и не находился на больничном, либо в отпуске. Такой метод работает только в случае, если человек работает по определённому графику, и определённое количество времени в день. Даже с учётом этого бухгалтерам требуется подавать запросы, чтобы узнать отработанное каждым работником время за месяц для того, чтобы корректно начислить зарплату. Данные технологии позволят не только многократно удешевить анализируемую систему, но и не оттягивать прием работников из-за отсутствия возможности быстро сделать электронный пропуск. Итогом разработки системы был спроектирован аппаратно-программный комплекс, позволяющих регистрировать пользователей, их входы и выходы с предприятия,

и рассчитывать общее время работы на предприятии. Учитывая всё вышеизложенное, можно сделать вывод, что система, которая была бы избавлена от многих недостатков, полностью автоматизированная, значительно улучшила бы ситуацию в этой области.

Список литературы

1. Акмаров П.Б. Кодирование и защита информации : учебное пособие. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. 136 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/133975> (дата обращения: 28.02.2020).
2. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 345 с. URL: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=350082> (дата обращения: 28.02.2020).
3. Гарибов А.И. Основы разработки приложений для мобильных устройств на платформе Windows Phone: учебное пособие. Москва: ИНТУИТ, 2016. 459 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/100344> (дата обращения: 28.02.2020).
4. Иванова Г.С. Технология программирования : учебник. М.: КНОРУС, 2011. 336 с.
5. Подбельский В.В. Язык декларативного программирования XAML. Москва: ДМК Пресс, 2018. 336 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/111428> (дата обращения: 28.02.2020).
6. Пономаренко В.И., Караваев А.С. Использование платформы Arduino в измерениях и физическом эксперименте // Известия Вузов. ПНД. 2014. Т. 22, №4. С. 77–90. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-platformy-arduino-v-izmereniyah-i-fizicheskom-eksperimente> (дата обращения: 28.02.2020).
7. Рудинский И.Д. Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Москва: Горячая линия-Телеком, 2011. 304 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/5191> (дата обращения: 28.02.2020).
8. Соколова В.В. Разработка мобильных приложений: учебное пособие. Томск: ТПУ, 2014. 176 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/82830> (дата обращения: 28.02.2020).
9. Тугов В.В. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие / В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров.

- Санкт-Петербург: Лань, 2019. 172 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/123695> (дата обращения: 28.02.2020).
10. Чикалов А.Н. Схемотехника телекоммуникационных устройств: Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Чикалов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. Москва: Горячая линия-Телеком, 2016. 322 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/94634>
 11. Шаньгин, В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях [Электронный ресурс] : учеб. Пособие. Москва: ДМК Пресс, 2012. 592 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/3032>
 12. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации: учебник / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. М.: ИЦ «Академия», 2007. 368 с. С. 358.
 13. Шишмарёв В.Ю. Основы автоматического управления: учебное пособие. М.: Академия, 2008. 352 с. С. 343–344.
 14. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR-Codes in Production Processes // Journal of Environmental Treatment Techniques. 2019, Special Issue on Environment, Management and Economy, pp. 1097–1100.
 15. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement // Life Science Journal , 2014, №11 (6), pp. 704-706.

References

1. Akmarov P. B. *Kodirovanie i zashchita informatsii* [Encoding and protection of information]. Izhevsk, 2016. 136 p.
2. Bogachev K.Yu. *Osnovy parallel'nogo programmirovaniya* [Parallel programming basics]. Moscow: BINOM, 2015. 345 p.
3. Garibov A.I. *Osnovy razrabotki prilozheniy dlya mobil'nykh ustroystv na platforme Windows Phone* [Fundamentals of developing applications for mobile devices on the Windows Phone platform]. Moscow: INTUIT, 2016. 459 p.
4. Ivanova G.S. *Tekhnologiya programmirovaniya* [Programming technology]. Moscow: KRONUS, 2011. 336 p.
5. Podbel'skiy V.V. *Yazyk deklarativnogo programmirovaniya XAML* [XAML Declarative Programming Language]. Moscow: DMK Press, 2018. 336 p.

6. Ponomarenko V. I., Karavaev A. S. Ispol'zovanie platformy Arduino v izmereniyakh i fizicheskom eksperimente [Using the Arduino Platform in Measurements and Physics Experiment]. *Izvestiya Vuzov PND*, 2014. V. 22, №4. P. 77–90.
7. Rudinskiy I.D. *Tekhnologiya proektirovaniya avtomatizirovannykh sistem obrabotki informatsii i upravleniya* [Design technology for automated information processing and control systems]. Moscow: Telekom, 2011. 304 p.
8. Sokolova V.V. *Razrabotka mobil'nykh prilozheniy* [Development of mobile applications]. Tomsk: TPU, 2014. 176 p.
9. Tugov V.V., Sergeev A.I., Sharov N.S. *Proektirovanie avtomatizirovannykh sistem upravleniya* [Design of automated control systems]. Saint-Petersburg: Lan, 2019. 172 p.
10. Chikalov A.N. *Skhemoskhnika telekommunikatsionnykh ustroystv* [Circuitry of telecommunication devices]. Moscow: Telekom, 2016. 322 p.
11. Shan'gin V.F. *Zashchita informatsii v komp'yuternykh sistemakh i setyakh* [Information security in computer systems and networks]. Moscow: DMK Press, 2012. 592 p.
12. Shandrov B.V., Chudakov A.D. *Tekhnicheskie sredstva avtomatizatsii* [Technical means of automation]. Moscow: IT Academy, 2007. 368 p.
13. Shishmarev V.Yu. *Basics of automatic control*. Moscow: IT Academy, 2008. 352 p.
14. Khamidullin M.R., Mardanshin R.G., Prozorov A.V., Karimov R.I. The Introduction of QR-Codes in Production Processes. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 2019, pp. 1097–1100.
15. Isavnin A.G., Khamidullin M.R. Determining of total expenses for the objective of equipment replacement. *Life Science Journal*, 2014, no 11 (6), pp. 704–706.

ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

Хамидуллин Марат Раисович, доцент, кандидат экономических наук
Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева

*ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
наука_prom@mail.ru*

Емельянов Дмитрий Владимирович, доцент, кандидат технических наук

*Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
bk_18@mail.ru*

Мустафин Азат Филькатович, доцент, кандидат педагогических наук

*Набережночелнинский филиал Казанского национального исследовательского технического университета им.А.Н.Туполева
ул. Академика Королева, 1, г. Набережные Челны, 423814,
Российская Федерация
maf0808@mail.ru*

Исавнин Алексей Геннадьевич, профессор, доктор физико-математических наук

*Набережночелнинский филиал Казанского государственного (Приволжского) Федерального университета
проспект Мира, 68/19, г. Набережные Челны, 423812, Российская Федерация
isavnin@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Khamidullin Marat Raisovich, PhD in Economics

Kazan National Research Technical University, Naberezhnye Chelny Branch

1, Akademik Korolev Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian Federation

_prom@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3326-0955

Emelyanov Dmitry Vladimirovich, PhD in Technics

*Kazan National Research Technical University, Naberezhnye
Chelny Branch*

*1, Akademik Korolev Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian
Federation*

bk_18@mail.ru

Mustafin Azat Filkatovich, PhD in Pedagogic

*Kazan National Research Technical University, Naberezhnye
Chelny Branch*

*1, Akademik Korolev Str., Naberezhnye Chelny, 423814, Russian
Federation*

maf0808@mail.ru

Isavnin Alexei Gennadyevich, Doctor of Physical and Mathematical
Sciences

Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny Branch

*68/19, Prospekt Mira Str., Naberezhnye Chelny, 423812, Russian
Federation*

isavnin@mail.ru

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-139-144
УДК 656.1

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Агапова Е.Г., Попова Т.М.

Исследование научной статьи направлено на решение проблемы дорожных заторов и оптимизацию движения потоков транспортных средств. После анализа проблемы дорожных заторов была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности. Результаты проведения экспериментов показали, что регулирование рассмотренного перекрестка является, в целом, эффективным, с незначительными недочетами, которые можно исправить для улучшения транспортной ситуации.

Ключевые слова: транспортная сеть; дорожные заторы; имитационная модель; теория сетевого планирования; теория графов.

SIMULATION MODEL OF TRANSPORT NETWORK SECTION

Agapova E.G., Popova T.M.

The research of the scientific article is aimed at solving the problem of traffic congestion and optimizing the movement of vehicle flows. After analyzing the problem of road congestion, a simulation model of a section of the transport network of the city of Khabarovsk was developed, as close as possible to reality. The results of the experiments

showed that the regulation of the considered intersection is, in general, effective, with minor shortcomings that can be corrected to improve the transport situation.

Keywords: *transport network; traffic congestion; simulation model; network planning theory; graph theory.*

Современное общество нуждается в постоянном увеличении объемов транспортного обслуживания, повышении надежности, безопасности и качества перевозок. Транспортные проблемы, как правило, являются комплексными и распространяются в различные области регулирования управления. Поэтому измерения, наблюдения и моделирование отдельно взятых процессов в транспортном секторе важны для разработки стратегии развития инфраструктуры города [1, с. 83].

В научных статьях Владимирова С.Н., Кадырова А.С., Токашева Н.С. приведен обзор разработанных методов борьбы с дорожными заторами в мире [2, с. 77–78], [3, с. 70].

Исходя из причин возникновения дорожных заторов, можно сказать, что в ряде случаев снизить вероятность их возникновения позволяют мероприятия, носящие локальный характер, например, выбор оптимального способа организации движения на перекрестке, правильная настройка светофоров и централизованное управление движением. В данном случае каждый перекресток рассматривается не автономно, а как часть всей уличной дорожной сети.

Наиболее сложными с точки зрения управления элементами транспортной сети являются перекрестки, в частности перекрестки с Т-образным движением. Для работы был выбран участок транспортной сети в городе Хабаровск. Участок содержит регулируемый Т-образный перекресток, три нерегулируемых Т-образных перекрестка, и один нерегулируемый Х-образный перекресток. Также на данном участке находятся три пешеходных перехода, два из которых являются регулируемыми. Данный участок находится в активном районе, в котором расположено большое количество магазинов, жилых домов и других зданий, а также направления

движения, проходящие через регулируемый Т-образный перекресток, они ведут к центру города Хабаровск, к аэропорту и к выезду из города. Направление движения на нерегулируемых перекрестках ведут к жилым домам и к южной части города. Таким образом, данный участок транспортной сети характеризуется большой интенсивностью движения, из-за чего на нем часто возникают заторы и дорожно-транспортные происшествия. На рисунке 1 представлен выбранный участок.

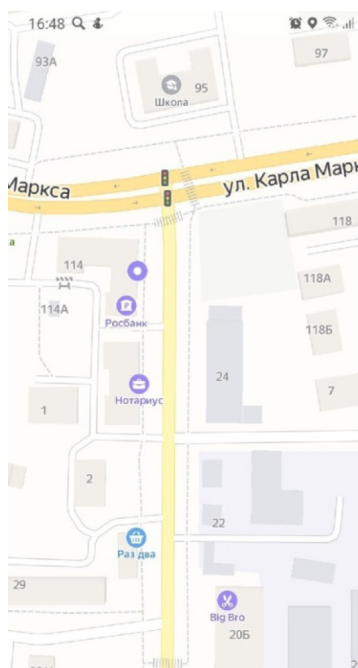


Рис. 1. Участок транспортной сети, выбранный для моделирования

В данной статье исследована имитационная модель участка транспортной сети г. Хабаровска. Математическое моделирование в связке с современными информационными технологиями позволяет создать программную среду, с помощью которой можно конструировать схемы дорожной сети, изменять параметры све-

тофоров и следить (в реальном времени), как это отражается на пропускной способности сети [1, с. 83].

В основе имитационной модели лежит один из двух наиболее распространенных способов привязки транспортной модели к улично-дорожной сети (УДС) – граф-модель. В этом случае на электронной географической подоснове (карте УДС) строится граф/орграф, вершины которого отображают узлы УДС, соединенными ребрами. При этом определяются правила обхода графа или, иными словами, организация дорожного движения [1, с. 84].

Итак, рассмотрим модель физической транспортной сети и ее описание на языке теории графов. Представим транспортную сеть как ориентированный взвешенный граф $G(V, E)$, где V – множество вершин, а E – множество ребер. Каждое ребро графа $e \in E$ характеризуется некоторым набором количественных атрибутов, называемых весами ребра.

Модель была реализована с применением среды моделирования GPSS Studio с использованием языка GPSS World. Необходимо отметить, что работа в среде моделирования, никоим образом не изменяет спецификации языка моделирования. Тексты моделей на языке GPSS World, написанные ранее, будут полностью совместимы с GPSS Studio. Важно и то, что среда моделирования позволит использовать все отладочные окна и интерактивные средства стандартного языка GPSS World, если это удобно пользователю и он привык с ними работать. Доступ к ним обеспечен с помощью специальной команды в окне моделирования.

Для получения данной информации был выбран способ непосредственного частичного наблюдения. Подсчет количества транспорта и количество пешеходов было подсчитано на месте с помощью наблюдения.

При использовании данного метода получения информации собираются недостаточно подробные данные. Замеры обычно производят на небольшом числе транспортных узлов и в короткий период времени.

Тем не менее, данный метод является наиболее распространенным во всем мире, благодаря следующим факторам: дешевизна (не

требуется дорогостоящая аппаратура); мобильность (не приходится ожидать установки и настройки аппаратуры).

Управление движением транспортных средств с помощью имитационного моделирования является эффективным, позволяющее без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать оптимальные решения по настройке регулируемых параметров транспортной сети. В качестве доказательства этого была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности.

Одной из основных сложностей на пути реализации модели является трудоемкость сбора данных о транспортных потоках и потоках пешеходов на каждом участке сети. Но эта проблема может быть решена с помощью использования детекторов транспорта.

Список литературы

1. Ветрогон А.А., Крипак М.Н. Транспортное моделирование как инструмент для эффективного решения задач в области управления транспортными потоками // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. № 3 (59). С. 82–91.
2. Владимиров С. Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // Известия МГТУ. 2014. №1 (19). С. 77–84.
3. Кадыров А.С., Токашева Н.С. Анализ и предложения по проблеме устранения автомобильных пробок (дорожных заторов) // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-2 (22). С. 69–72.

References

1. Vetrogon A.A., Kripak M.N. Transportnoe modelirovanie kak instrument dlja jeffektivnogo reshenija zadach v oblasti upravlenija transportnymi potokami // Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie. 2018. № 3 (59). S. 82–91.
2. Vladimirov S.N. Transportnye zatory v uslovijah megapolisa // Izvestija MGTU. 2014. №1 (19). S. 77-84.

3. Kadyrov A.S., Tokasheva N.S. Analiz i predlozhenija po probleme us-tra-nenija avtomobil'nyh probok (dorozhnyh zatorov) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 3-2 (22). S. 69–72.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Агапова Елена Григорьевна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000614@pnu.edu.ru

Попова, Татьяна, Михайловна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000511@pnu.edu.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Agapova Elena Grigoryevna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000614@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0002-2824-6294

Popova Tatyana Mikhajlovna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000511@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0003-4759-9500

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-145-151

УДК 656.1

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В GPSS STUDIO

Агапова Е.Г., Попова Т.М.

В научной статье представлено проектирование и создание модели участка транспортной сети (на примере участка сети города Хабаровска), позволяющей без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать эффективные решения по настройке регулируемых параметров. После анализа проблемы дорожных заторов была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности.

Ключевые слова: транспортная сеть; дорожные заторы; имитационная модель; теория сетевого планирования; теория графов.

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF A TRANSPORTATION NETWORK SECTION IN GPSS STUDIO

Agapova E.G., Popova T.M.

The scientific article presents the design and creation of a model of a section of the transport network (using the example of a section of the network of the city of Khabarovsk), which allows making effective decisions on adjusting the regulated parameters without experiments on a real section of the transport network. After analyzing the problem of road congestion, a simulation model of a section of the transport network of the city of Khabarovsk was developed, as close as possible to reality.

Keywords: transport network; traffic congestion; simulation model; network planning theory; graph theory.

Повышение эффективности регулирования городской транспортной сети является менее затратным решением. Оно заключается в перенастройке параметров регулирования транспортной сети, например, светофорных фаз. Современные технологии позволяют автоматизировать процесс перенастройки параметров регулирования. В научных статьях Владимирова С.Н., Кадырова А.С., Токашева Н.С. приведен обзор разработанных методов борьбы с дорожными заторами в мире [1, с. 77–78], [2, с. 70].

Управление движением транспортных средств с помощью имитационного моделирования является эффективным, позволяющее без экспериментов на реальном участке транспортной сети принимать оптимальные решения по настройке регулируемых параметров транспортной сети. Авторами была разработана имитационная модель участка транспортной сети города Хабаровска, максимально приближенная к реальности. Модель была реализована с применением среды моделирования GPSS Studio с использованием языка GPSS World. Необходимо отметить, что работа в среде моделирования, никоим образом не изменяет спецификации языка моделирования. Тексты моделей на языке GPSS World, написанные ранее, будут полностью совместимы с GPSS Studio. Важно и то, что среда моделирования позволит использовать все отладочные окна и интерактивные средства стандартного языка GPSS World, если это удобно пользователю и он привык с ними работать. Доступ к ним обеспечен с помощью специальной команды в окне моделирования.

Для разработки модели был выбран участок транспортной сети в городе Хабаровск. Участок содержит регулируемый Т-образный перекресток, три нерегулируемых Т-образных перекрестка, и один нерегулируемый Х-образный перекресток. Также на данном участке находятся три пешеходных перехода, два из которых являются регулируемыми. Данный участок находится в активном районе, в котором расположено большое количество магазинов, жилых домов и других зданий, а также направления движения, проходящие через регулируемый Т-образный перекресток, они ве-

дут к центру города Хабаровск, к аэропорту и к выезду из города. Направление движения на нерегулируемых перекрестках ведут к жилым домам и к южной части города. Таким образом, данный участок транспортной сети характеризуется большой интенсивностью движения, из-за чего на нем часто возникают заторы и дорожно-транспортные происшествия. На рисунке 1 представлен выбранный участок.

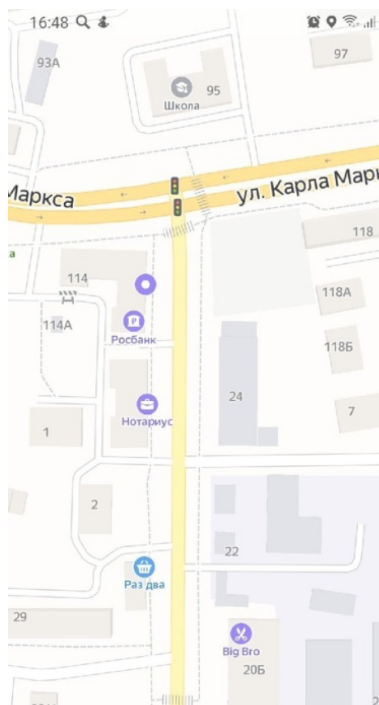


Рис. 1. Участок транспортной сети, выбранный для моделирования

В среде моделирования GPSS Studio был создан проект. В процессе создания структуры модели данной задачи разбили на 28 сегментов (типовых элементарных блоков – ТЭБов). При разработке каждого ТЭБа было определено число входов и выходов, было дано его текстовое описание, заданы параметры и написан на

GPSS World текст модели этого ТЭБа. После создания всех ТЭБов получилась схема, представленная на рисунке 2.

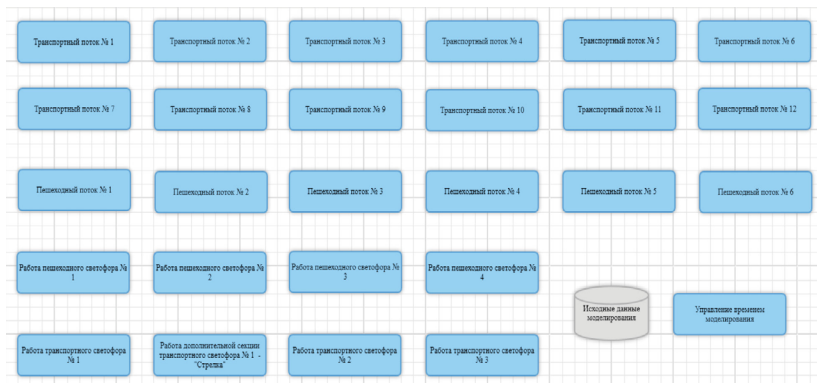


Рис. 2. Структурная схема модели.

На рисунках 2-5 представлены отчеты имитации процесса работы модели.

Модель участка транспортной сети...	Модель участка транспортной сети... *	Модель участка транспортной сети... X	Модель участка транспортной сети...		
Стандартный отчет GPSS World	Начальное время	Конечное время	Кол-во блоков	Кол-во устройств	Кол-во мн.канал. устройств
Общая информация	0	604800	1771	56	16
Имена					
Блоки					
Устройства					
Очереди					
Многоканальные устройства					
Сохраняемые величины					
Будущие события					

Рис. 3. Вкладка «Общая информация» отчета

Модель участка транспортной сети...	Модель участка транспортной сети... *	Модель участка транспортной сети... X	Модель участка транспортной сети...			
Стандартный отчет GPSS World	Метка	Позиция блока	Тип блока	Кол-во тран. вошедших в блок	Кол-во тран. в блоке в конце моделирования	Кол-во тран. ожидающих выполнения спец. условия
Общая информация						
Имена						
Блоки	1	GENERATE	50016	0	0	0
Устройства	2	PRIORITY	50016	0	0	0
Очереди	3	QUEUE	50016	0	0	0
Многоканальные устройства	4	TEST	50016	0	0	0
Сохраняемые величины	5	TEST	50016	0	0	0
Будущие события	6	TEST	50016	0	0	0
	7	TEST	50016	0	0	0
	8	SEIZE	50016	0	0	0
	9	DEPART	50016	0	0	0

Рис. 4. Вкладка «Блоки» отчета

Модель участка транспортной сети...		Модель участка транспортной сети...		Модель участка транспортной сети... X	
Стандартный отчёт GPSS World					
Общая информация		Имя / номер		Кол-во тран. ожидающих выполнения спец. условия	
Имена				Значение сохраняемой величины в конце моделирования	
Блоки					
Устройства		PESHEHOD_SVETOFOR_1		0	
Очереди		PESHEHOD_SVETOFOR_2		0	
Многоканальные устройства		PESHEHOD_SVETOFOR_3		0	
Сохраняемые величины		PESHEHOD_SVETOFOR_4		3.000	
Будущие события		STRELKA_SVETOFOR_1		0	
		AVTO_SVETOFOR_1		0	
		AVTO_SVETOFOR_2		0	
		AVTO_SVETOFOR_3		3.000	

Рис. 5. Вкладка «Сохраняемые величины» отчета

В ходе испытания, над моделью было проведено несколько экспериментов по настройке регулируемых параметров. Поскольку на реальном участке транспортной сети невозможно регулировать количество транспортных средств и пешеходов, а также из-за плотной застройки участка транспортной сети (т.е. невозможностью добавления полос движения), были приведены эксперименты с пешеходными переходами, транспортными и пешеходными светофорами. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Испытание модели

Испытание	Результат	Причина испытания
Увеличение зеленого светофорного цикла для транспортных светофоров № 1 и № 2	Образуются значительные пробки со стороны улицы Промышленной	На данном участке большой поток транспортных средств, который образует продолжительные пробки
Увеличение зеленого светофорного цикла для транспортного светофора № 3	Транспортные средства незначительно задерживаются со стороны улицы Промышленной, а также незначительно увеличились заторы со стороны улицы Карла Маркса	Т.к. со стороны улицы промышленной идет большой поток транспортных средств, то для сокращения заторов было решено увеличить зеленый светофорный цикл

Окончание табл. 1.

Добавление нерегулируемого пешеходного перехода на улице Промышленной между перекрестком № 2 и перекрестком № 3	Транспортные средства незначительно задерживаются на данном участке, пропуская пешеходов	В процессе сбора статистической информации было обнаружено, что некоторым пешеходам необходимо переходить дорогу в данном месте, но из-за отсутствия поблизости пешеходного перехода им приходится проходить большое расстояние. Так как пешеходов на данном участке было замечено не много, то было решено добавить нерегулируемый пешеходный переход
Увеличение зеленого светофорного цикла для пешеходных светофоров № 1 и № 2	Образуются пробки с обеих сторон от пешеходного перехода	На данном участке большой поток пешеходов, поэтому было решено увеличить время

В дальнейшем модель может быть расширена, с помощью добавления других участков сети. Это позволит проводить анализ транспортной ситуации, выявлять проблемные места и принимать решения по их устранению.

Результаты проведения экспериментов показали, что регулирование рассмотренного перекрестка является, в целом, эффективным, с незначительными недочетами, которые можно исправить для улучшения транспортной ситуации.

Список литературы

1. Владимиров С. Н. Транспортные заторы в условиях мегаполиса // Известия МГТУ. 2014. №1 (19). С. 77–84.
2. Кадыров А.С., Токашева Н.С. Анализ и предложения по проблеме устранения автомобильных пробок (дорожных заторов) // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-2 (22). С. 69–72.

References

1. Vladimirov S. N. Transportnye zatory v uslovijah megapolisa // Izvestija MGTU. 2014. №1 (19). S. 77–84.

2. Kadyrov A.S., Tokasheva N.S. Analiz i predlozhenija po probleme ustraneniya avtomobil'nyh probok (dorozhnyh zatorov) // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 3-2 (22). S. 69–72.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Агапова Елена Григорьевна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000614@pnu.edu.ru

Попова, Татьяна, Михайловна, доцент, кандидат физико-математических наук, доцент

Тихоокеанский государственный университет

ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Федерация

000511@pnu.edu.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Agapova Elena Grigoryevna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000614@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0002-2824-6294

Popova Tatyana Mikhajlovna, associate professor, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Pacific National University

136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Federation

000511@pnu.edu.ru

ORCID: 0000-0003-4759-9500

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-152-161

УДК 625.7/.8:697.329:662.997

ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Востриков А.Г., Подольский Вл.П.

В рамках программ энергосбережения наиболее важным является применение энергии солнца и ветра непосредственно на месте установки уличных светильников, однако и такой вид энергии требует экономного потребления, т.к. всем известно, что солнце это звезда, которая может погаснуть из-за большого расхода ее энергии. Приводится краткая характеристика и анализ по освещению домов, офисов и дорог общего пользования. Рассматриваются как отечественные достижения и открытия, так и зарубежные. Обсуждаются вопросы по применению различных светильников на основе светодиодов, солнечных батарей, пьезогенераторов для повышения освещенности дорог. Предложена идея разумного энергопотребления, чтобы с помощью разработки технологий автомобильная дорога представляла собой позитивную энергию, т.е. чтобы дорога стала поставщиком энергии.

***Ключевые слова:** освещение; солнечная энергия; светодиод; пьезогенератор; автомобильные дороги.*

EVOLUTION OF TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES APPLIED TO LIGHTING AUTOMOBILE ROADS

Vostrikov A.G., Podolsky V.I.P.

In the framework of energy saving programs, the most important is the use of solar and wind energy, however, this type of energy requires the economical use of energy, that is, we all know that this may be a

loss of energy due to the high consumption of its energy. A brief description and analysis of the lighting of homes. Both domestic and foreign achievements are considered. Discusses the use of various lamps based on LEDs, solar panels, piezogenerators to increase the illumination, expensive. The proposed idea of rational energy consumption so that the road becomes real energy.

Keywords: *lighting; solar energy; LED; piezogenerator; highways.*

Введение

В современных условиях интенсивного движения уже немислимы автомобильные дороги без освещения. Освещение автомобильной дороги имеет большое влияние на безопасность дорожного движения [1, с. 59]. На первый взгляд задачи с освещением дорог различного назначения давно уже решены, однако необходимо понимать, что освещение за счет применения электрической энергии является не только экономически невыгодным для человечества, но и затратным мероприятием энергоресурсов.

Материалы и методы исследования

Если говорить про освещение дорог, в частности о светотехнике, как о прикладной науке, то она сейчас переживает очень важный период своего развития, который связан с появлением нового источника света – светодиода. Светильники на основе светодиодов более экономичны, экологичны и обеспечивают большую безопасность движения. Задача российских специалистов состоит в необходимости учесть специфические особенности нового источника света и получить на выходе качественный светильник и качественную осветительную установку [2, с. 20].

В статье В.А. Пионкевича (Иркутский национальный исследовательский технический университет) рассмотрена система автоматизированного проектирования освещения автомобильных дорог Light-In-Night Road, в которой присутствует возможность использовать в качестве подложки спутниковые снимки местности, на которой может быть расположена будущая автодорога, с

целью выполнить расчет новой осветительной установки. Данная возможность позволяет упростить проработку основы для будущего дорожного полотна [3, с. 105].

В последние годы автономные системы освещения на солнечных батареях появляются активно наряду с линиями, имеющими питание от внешних сетей. Как правило, это освещение небольших участков, куда протягивать отдельную питающую линию нецелесообразно. Также необходимо отметить, что с 1995 года в Индии начали реализовывать программу по выработке энергии с помощью ветра. Самый большой оффшорный парк ветрогенераторов London Aagaу располагается в Великобритании в устье Темзы. Электростанция мощностью 630 МВт включает в себя 341 ветроустановку Siemens SWT-3.6. Первый ветряной электрогенератор был разработан в 90-е годы XIX в. в Дании. К 1910 году на территории этой страны функционировало уже несколько сотен мелких установок. Спустя ещё некоторое время промышленность обеспечивала 25% необходимой ей энергии ветровыми генераторами, с общей мощностью 150-200 МВт [4, с. 474]. Известно, что в США находится очень мощная наземная ветряная электростанция Alta Wind Energy Center мощностью 1320 МВт. Ветропарк располагается в Калифорнии, состоит он из 100 турбин General Electric, каждая мощностью по 1,5 МВт [5, с. 37]. Если рассмотреть нашу страну, то Камчатка, Чукотка, Якутия, Сахалин, Магаданская область, Бурятия и другие удалённые от основных энергопотоков страны, являются наиболее «богатými на ветер». Россия, обладая огромной территорией, несомненно имеет самый мощный потенциал в мире ветровой энергии, который оценивается в 260 млрд кВт/ч электрической энергии в год (около 30% от существующего на данный момент производства электрической энергии всеми электростанциями страны). В 2002 году в Калининградской области был построен самый крупный ветропарк в России, который называется Куликовской (Зеленоградской) ветряной электростанцией. Состоит из 20 агрегатов по 225 кВт, полученных от компании SEAS Energi Service A. S. в качестве гранта правительства Дании [6, с. 55].

Требования к яркости, освещенности и равномерности распределения яркости наружного электроосвещения на автомобильных дорогах могут достигаться также различными конструктивными решениями. Различия в конструкциях, в местоположении на автомобильной дороге требует использования разных технологий, а также машин для выполнения работ по содержанию и различную организацию движения в местах производства работ.

Обсуждение

Энергетический переход заставляет по-новому оценить все составляющие автомобильной дороги: технологическую, экологическую и социально-экономическую. Основные цели энергетического перехода связаны с четырьмя главными проблемами, включая энергетическую эффективность, возобновляемые виды энергии, новые технологии и др. Идея дорожного покрытия, вырабатывающего электричество, существует уже давно и является актуальной, но пока имеет ряд недостатков и не дает тех результатов, которые ждет все человечество. Суть ее состоит в том, что под асфальт на автобан или под рельсы на железной дороге на определенном расстоянии друг от друга устанавливаются генераторы, способные превращать энергию давления проезжающего транспорта в электроэнергию. Эти генераторы работают по пьезопринципу. В случае «дорожного» генератора тем самым внешним воздействием оказывается сила, с которой автомобиль давит на покрытие шоссе. По расчетам исследователей, наиболее эффективным является давление, создаваемое машиной, едущей со скоростью пять-десять километров в час, что является большим недостатком, т.к. такая скорость присуща только автомобилям, ползущим по пробкам. Тем не менее, разработчики надеются разработать такие генераторы, которые смогут вырабатывать достаточное количество электроэнергии и на свободной дороге.

Первый эксперимент по подобному использованию автодороги был осуществлен в Окленде (Новая Зеландия). Однако он окончился неудачей – для выработки альтернативной энергии было затра-

чено много традиционного топлива. Американские разработчики попытались ликвидировать этот недостаток, поставив под покрытие пьезоэлектрические генераторы. Причем в качестве основного элемента в них предполагается использовать нановолокна из полимера *поливинилиденфторида*. В экспериментах было показано, что в устройствах с подобной «начинкой» эффективность преобразования энергии доходила до 21,8 процента (это очень высокий показатель), обычно такая эффективность не дотягивает и до десяти процентов [7, с. 105].

Итак, похоже, ученые не только нашли способ вырабатывать дешевую безопасную электроэнергию, но и наконец-то ответили на вопрос, что же делать с автомобильными пробками. Ничего не надо с ними делать. Пускай послужат людям, снабжая их необходимой электроэнергией [8, с. 148].

В настоящее время известно, что несколько корпораций по всему миру уже объявили о разработке и выпуске первых элементов пьезоэлектрического покрытия. Например: PavegenSystems – разработчик, который продвинулся в создании «умных напольных плит» дальше всех. Одна плитка Pavegen генерирует 4 Вт энергии при каждом шаге. В целом подсчитано, что 12 плиток, установленных на лондонской станции метро Вест-Хэм, за день вырабатывают столько электроэнергии, что ее хватает для освещения станции на протяжении ночи. Лондонские власти уже применяют их в школах и на вокзалах, где плитка является источником электроэнергии для светодиодных ламп [9, с. 20].

Отметим, что применение современных комплексных подходов к экономии энергоресурсов актуально не только с целью экономии денежных средств, но и в экологических аспектах. В работах [10, с. 200; 11, с. 172] для проектирования систем электроснабжения широко применяются современные информационные технологии. В частности, с развитием смарт технологий есть возможность реализовать все это для получения экономии электрической энергии в освещении, путем применения комплекса SHS-RICSD. Существует возможность управлять оборудованием из любой точки,

где есть Интернет. Безопасность и разграничение права доступа обеспечиваются системой паролей.

Следует отметить, что вопросом по выработке энергии с помощью пьезогенераторов в России занимается профессор Тимофей Лупейко, который разработал прибор, способный от низкочастотной вибрации вырабатывать электроэнергию мощностью до десяти ватт за одну генерацию. Это шаг к разработке пьезогенераторов, имеющих большой срок службы и способных вырабатывать, например, альтернативную энергию для освещения труднодоступной местности. В Израиле уже пробовали встраивать под дорожное полотно пьезоэлементы, но пока это пробные эксперименты и стоимость такой энергии в 5–7 раз выше стоимости энергии, получаемой от ТЭЦ [12, с. 96].

Заключение

История развития электрического освещения в данной работе озвучена далеко не полностью. Необходимо отметить, что в Российской Федерации и за рубежом по вопросу различных источников энергии, энергетика находится ещё в начальной стадии – зарождения, нормативная база по данному вопросу крайне мала, а непосредственно по использованию данных источников энергии для обеспечения нужд автомобильных дорог – отсутствует.

Список литературы

1. Павлова А. И. Использование альтернативных источников энергии для освещения опасных участков автомобильных дорог // Молодой ученый. 2015. №20. С. 58–61.
2. Востриков А.Г., Подольский Вл. П. Современные взгляды на освещение автомобильных дорог // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2019 г., г. Уфа. НИЦ Аэтерна. С. 19–21.
3. Энергосберегающий проект освещения автомобильной дороги. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road

- lighting lamp. Zhang Hang, Chen Guofu, Kaiwei. Zhaoming gongcheng xuebao = China Pium. Eng. J. 2015. N6, pp. 103–107.
4. Бердиев Г. И., Мусурмонкулов М. У. Горизонты использования альтернативных источников энергии // Молодой ученый. 2014. №4. С. 473–475.
 5. Тарасов А.С. Возможности развития ветроэнергетики как альтернативного источника энергии в России. // Технические науки - от теории к практике. 2014. №32. С. 35–41.
 6. Андриенко В.В. Альтернативная энергетика России // Здания высоких технологий. 2014, весна. С. 50–57.
 7. Петренко Д.А., Субботин С.А. BIM - решения «ИндорСофт» для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2 (5). С. 100-107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15.
 8. Пионкевич В.А. Разработка и исследование модели для выполнения светотехнического расчета освещения автомобильных дорог в комплексе Light-In-Night Road // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. Т. 20. № 10. С. 142 - 153. DOI: 10.21285/1814-3520-2016-10-142-153.
 9. Скворцов А.М. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С.16-23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2.
 10. Левин М.А., Подшивалов Р.С. Энергия ветра – как источник питания для бытовых и технических нужд // Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы III Международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Павлова, Саратов, 2012. С. 198–2011.
 11. Маркин И.М., Левин М.А. Применение современных энергосберегающих систем управления уличным освещением // Актуальные проблемы энергетики АПК Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Под редакцией В. А. Трушкина, Саратов: ООО «ЦеСАин» 2017. С. 171–174.
 12. Овчинников М.А., Вершаков А.А. Проектирование развязок в программном комплексе «ТопоматикRobur» // САПР и ГИС ав-

томобильных дорог. 2015. № 2 (5). С. 94–98. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.14

References

1. Pavlova A.I. Ispol'zovaniye al'ternativnykh istochnikov energii dlya osveshcheniya opasnykh uchastkov avtomobil'nykh dorog [Use of alternative energy sources for illumination of dangerous sections of highways]. *Molodoy uchenyy*. 2015. №20, pp. 58–61.
2. Vostrikov A.G., Podol'skiy V.I. P. Sovremennyye vzglyady na osveshcheniye avtomobil'nykh dorog [Modern views on road lighting]. *Nauchnyye issledovaniya vysshey shkoly po prioritetnym napravleniyam nauki i tekhniki. Sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2019, g. Ufa. NITS Aeterna, pp.19–21.
3. Energosberegayushchiy proyekt osveshcheniya avtomobil'noy dorogi. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road lighting lamp. Zhang Hang, Chen Guofu, Sushch Kaiwei. *Zhaoming gongcheng xuebao* [Energy-saving road lighting project. Tests and analysis of energy-saving renown project of LED road lighting lamp.]. *China Illum. Eng. J.* 2015. N6, pp. 103–107.
4. Berdiyev G.I., Musurmonkulov M.U. Gorizonty ispol'zovaniya al'ternativnykh istochnikov energii [Horizons of using alternative energy sources]. *Molodoy uchenyy*. 2014. №4, pp. 473–475.
5. Tarasov A.S. Vozmozhnosti razvitiya vetroenergetiki kak al'ternativnogo istochnika energii v Rossii. [Possibilities of wind energy development as an alternative energy source in Russia]. *Tekhnicheskkiye nauki – ot teorii k praktike*. 2014. №32, pp. 35–41.
6. Andriyenko V.V. Al'ternativnaya energetika Rossii. [Alternative energy in Russia]. *Zdaniya vysokikh tekhnologiy*. 2014, pp. 50–57.
7. Petrenko D.A., Subbotin S.A. VIM – resheniya «IndorSoft» dlya proyektirovaniya i ekspluatatsii avtomobil'nykh dorog [BIM – IndorSoft solutions for the design and operation of highways]. *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2015. № 2 (5), pp. 100–107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15
8. Pionkevich V.A. Razrabotka i issledovaniye modeli dlya vypolneniya svetotekhnicheskogo rascheta osveshcheniya avtomobil'nykh

- dorog v komplekse Light-In-Night Road [Development and study of a model for performing the lighting calculation of road lighting in the Light-In-Night Road complex]. Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2016. T. 20. № 10. pp. 142–153. DOI: 10.21285/1814-3520-2016-10-142-153.
9. Skvortsov A.M. Modeli dannykh BIM dlya infrastruktury [BIM Data Models for Infrastructure // CAD and GIS for Highways]. SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog. 2015. № 1(4). pp. 16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2.
 10. Levin M.A., Podshivalov R.S. Energiya vetra – kak istochnik pitaniya dlya bytovykh i tekhnicheskikh nuzhd [Wind energy as a power source for household and technical needs]. Aktual'nyye problemy energetiki APK Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaktsiyey A.V. Pavlova, Saratov, 2012, pp. 198–2011.
 11. Markin I.M., Levin M.A. Primeneniye sovremennykh energosberegayushchikh sistem upravleniya ulichnym osveshcheniyem [Application of modern energy-saving control systems for street lighting]. Aktual'nyye problemy energetiki APK Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Pod redaktsiyey V. A. Trushkina, Saratov: OOO «TseSAin» 2017, pp. 171–174.
 12. Ovchinnikov M.A., Vershakov A.A. Proyektirovaniye razvyazok v programmnom komplekse «TopomatikRobur» [Design of interchanges in the software package “TopomaticRobur”]. SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog. 2015. № 2 (5). pp. 94-98. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.14.

ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

Востриков Александр Геннадьевич, аспирант кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Российская Федерация
vostr95@mail.ru

Подольский Владислав Петрович, доктор техн. наук, проф. кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
ул. Московский проспект, 14, г. Воронеж, 394026, Российская Федерация

DATA ABOUT THE AUTHORS

Vostrikov Alexander Gennadievich, post-graduate student of the Department of Construction and Operation of Highways
Voronezh State Technical University
14, Moskovsky prospect, Voronezh, 394026, Russian Federation
vostr95@mail.ru

Podolsky Vladislav Petrovich, Doctor of Engineering sciences, prof. Department of Construction and Operation of Highways
Voronezh State Technical University
14, Moskovsky prospect, Voronezh, 394026, Russian Federation

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-162-169

УДК 656.02

ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Кузьминых Т.С., Берман Н.Д.

Городской пассажирский транспорт играет важную роль в жизни населения города и в обеспечении эффективной, бесперебойной работы всей городской системы в целом. Однако в настоящее время в сфере городского пассажирского транспорта во многих городах России накопился ряд серьезных проблем. В частности, это проблемы развития городской маршрутной сети, показатели эффективности которой определяют уровень качества транспортных услуг для населения и экономический эффект от эксплуатации городского пассажирского транспорта. В связи с этим актуальным становится изучение перспектив развития методов оптимизации городской маршрутной сети.

Ключевые слова: *общественный транспорт; транспортная система; пассажирские перевозки; городской пассажирский транспорт; кольцевой маршрут; мобильность пассажиров.*

PROBLEMS IN ORGANIZATION OF PASSENGER TRANSPORT

Kuzminykh T.S., Berman N.D.

Urban passenger transport plays an important role in the life of the city population and in ensuring the efficient, uninterrupted operation of the entire city system as a whole. However, at present, in the field of urban passenger transport in many cities of Russia, a number of serious problems have accumulated. In particular, these are the problems of the development of the urban route network, the efficiency indica-

tors of which determine the level of quality of transport services for the population and the economic effect of the operation of urban passenger transport. In this regard, it becomes relevant to study the prospects for the development of methods for optimizing the urban route network.

Keywords: *public transport; transport system; Passenger Transportation; urban passenger transport; circular route; passenger mobility.*

Транспорт играет центральную роль в обществе и экономике. Транспортные сети необходимы для ежедневного движения сотен миллионов личных автомобилей, пассажирского и грузового транспорта, кораблей, самолетов и поездов, чтобы удовлетворять как личные, так и коммерческие потребности. Эти сети огромны и сложны. Транспортные системы, от которых зависит экономика и образ жизни, сталкиваются с серьезными проблемами, которые необходимо изучать и анализировать: возможности развития транспорта для удовлетворения растущих потребностей и адаптации к изменениям в обществе, технологии, воздействие на окружающую среду и государственную транспортную политику.

Автомобильный транспорт является одним из основных видов пассажирского транспорта страны. Учитывая, что доля населения, проживающая в городах, постоянно растет, вопросы городского транспорта имеют первостепенное значение для поддержания мобильности пассажиров [1]. Транспортная система в городах очень сложена из-за разнообразия используемых видов транспорта, множества пунктов отправления и назначения, а также количества транспортных потоков. Традиционно в центре внимания городского транспорта находились пассажиры, поскольку города рассматриваются как места максимального взаимодействия людей со сложными схемами движения, связанными с поездками на работу, учебу, коммерческими операциями, культурными мероприятиями. Однако города также являются местами производства, потребления и распределения, что связано с мобильностью грузопотоков. За последние несколько десятилетий наблюдается рост автомобильного транспорта, что приводит к множеству проблем, включая

серьезные пробки на дорогах и загрязнение окружающей среды.

Сфера городских пассажирских перевозок – сложная система, ошибки в которой могут нанести существенный ущерб развитию социально-экономических городов. Поэтому система организации движения пассажирского транспорта имеет стратегическое значение, которому следует уделять особое внимание. Пространственная мобильность между локациями – неотъемлемая часть городских систем. Понимание реальных затрат времени в пути и расстояний между объектами является ключом к анализу структуры города с функциональной точки зрения. Время в пути и расстояния также формируют основу для показателей доступности, которые часто используются в качестве концептуальных и методологических инструментов в процессах пространственного планирования и принятия решений. Доступность связывает, например, землепользование, транспорт, социально-экономические факторы воедино понятным образом. Следовательно, оценка доступности стала одним из «базовых» анализов и частью процесса принятия решений при планировании новой инфраструктуры или услуг в городах. Доступность, которую можно определить как «потенциал взаимодействия» [2], можно измерить разными способами в зависимости от подхода и поставленного вопроса [3]. Однако время и расстояние являются наиболее широко используемыми показателями доступности.

Также одной из основных проблем пассажирского автомобильного транспорта является изношенность и несвоевременное обслуживание подвижного состава. Данная проблема, неизбежно приводит к неисправности транспортного средства и конечно же самое главное, снижается безопасность пассажирского транспорта. Возрастают затраты на облуживание и как следствие повышается провозная стоимость. В часы «пик» увеличивается транспортная подвижность населения и неверная организация движения пассажирского транспорта, приводит к перенаполнению салонов транспорта, которое превышает максимально разрешенные нормативы в два, а зачастую и в три раза [4].

Рассмотрим кольцевой маршрут, с заданным пассажиропотоком, длиной маршрута, интервалом движения и средним временем простоя в начальном и конечном пункте. Кольцевым маршрутом в транспортной городской сети называется такое движение транспортного средства, при котором путь следования представляет замкнутый контур [5].

Для построения графика распределения пассажиропотоков по времени суток проведем требуемые расчеты и построим диаграмму потребности пассажирских автобусов по времени суток (рисунок 1).



Рис. 1. Потребность автобусов времени суток

Далее необходимо построить диаграмму «Максимум», используя графоаналитический метод расчёта исходных данных. Основой графоаналитического расчета является количество необходимого транспорта (автобусов) на маршруте по времени суток. Первой строится суточная почасовая диаграмма количества необходимых транспортных единиц, затем диаграмма требуемого количества автобусов в зависимости от, продолжительности маршрутов, режиму работы и количеству смен (рисунки 2–3).

Исходя из диаграммы можно определить необходимый объем транспортной работы автобусов при обслуживании маршрута, выраженный в авточасах.

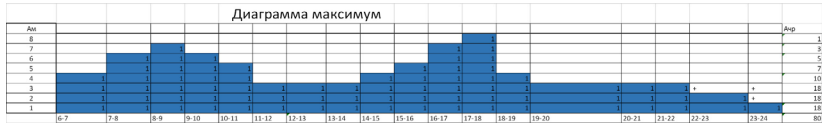


Рис. 2. Суточная почасовая диаграмма количества необходимых транспортных единиц

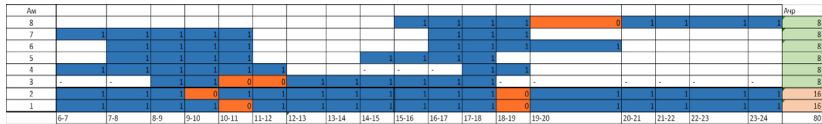


Рис. 3. Диаграмма требуемого количества автобусов в зависимости от продолжительности маршрутов, режима работы и количества смен

На основе данных диаграммы потребности в автобусах по сменности разрабатывается сводное расписание движения автобусов для конкретного маршрута. Расписание движения автобусов – это важнейший документ при организации движения пассажирского транспорта, определяющий: режим движения, путевое и стояночное время, организацию труда экипажей и главные эксплуатационные показатели.

Регулярность работы на маршруте является основной задачей и важнейшим показателем качества работы пассажирского авто-транспорта, за выполнение этого показателя отвечает диспетчерская служба.

Анализ показывает, что повышение регулярности движения автобусов на маршруте, влияет на увеличение общего объема перевозимых пассажиров. Жесткий контроль диспетчерской службы за регулярностью движения подвижного состава, прямо влияет на потери времени пассажирами и, как следствие, на качество обслуживания [7]. Для сокращения потерь времени пассажирами на ожидание автобусов должен усиливаться контроль регулярности их движения диспетчерской службой.

Организация движения пассажирского транспорта очень важный и трудоемкий процесс, от которого зависит выбор и доверие пассажиров данного вида транспорта. Значимость пассажирских

перевозок зависит от мобильности населения, расположение расселения жителей. Если рассматривать динамику цен и тарифов на перевозку, то видно, как они увеличиваются, в связи с экономической нестабильностью. Развитие пассажирских перевозок слабо развиваются, из-за некачественного дорожного полотна и их низкими эксплуатационными характеристиками.

Необходимо создавать доступность, комфорт, точность расписания. В современных условиях проблема качества перевозок пассажиров актуальна для любого населенного пункта. Для этого общественный транспорт должен удовлетворять меняющимся потребностям современных пассажиров и привлекать новых [8]. Одним из решением проблемы является построение оптимизированной, непрерывной логистической системы, которая автоматизирует управление движением пассажирского транспорта.

Список литературы

1. Берман Н.Д. К вопросу о городской мобильности // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 1-2. С. 32–37.
2. Silva, C., Bertolini, L., te Brömmelstroet, M., Milakis, D. & Papa, E. Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap. Transp. Policy 53, 135–145 (2017).
3. Широкопад О.А., Урбановский М.Б. Доступность общественного транспорта в городе Владивостоке // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. 2016. № 1. С. 337–340.
4. Горбунова С.Г. Обзор современных возможностей по планированию маршрутов городского пассажирского транспорта // В сборнике: Проблемы функционирования систем транспорта. 2018. С. 122–125.
5. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками. М.: Транспорт, 1997.
6. Мулеев Е.Ю. Обзор методик по оценке качества перевозок пассажирским транспортом // Транспорт: наука, техника, управление. 2016. № 8. С. 35–43.

7. Липенков А.В. О модели городского пассажирского транспорта: моделирование логики пассажира // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2011. №3. с. 347-352.
8. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. С. 7-13.

References

1. Berman N.D. K voprosu o gorodskoj mobil'nosti [Towards urban mobility] // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 1-2. S. 32–37.
2. Silva, C., Bertolini, L., te Brömmelstroet, M., Milakis, D. & Papa, E. Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap. *Transp. Policy* 53, 135–145 (2017).
3. Shirokorad O.A., Urbanovskij M.B. Dostupnost' obshhestvennogo transporta v gorode Vladivostoke [Public transport availability in Vladivostok] // *Avtomobil'nyj transport Dal'nego Vostoka*. 2016. № 1. S. 337–340.
4. Gorbunova S.G. Obzor sovremennyh vozmozhnostej po planirovaniyu marshrutov gorodskogo passazhirskogo transporta [Overview of modern possibilities for planning urban passenger transport routes] // V sbornike: *Problemy funkcionirovaniya sistem transporta*. 2018. S. 122–125.
5. Gudkov V.A., Mirotin L.B. Tehnologija, organizacija i upravlenie passazhirskimi avtomobil'nymi perevozkami. M.: Transport, 1997.
6. Muleev E.Ju. Obzor metodik po ocenke kachestva perevozkop passazhirskim transportom [Review of methods for assessing the quality of passenger transport] // *Transport: nauka, tehnika, upravlenie*. 2016. № 8. S. 35–43.
7. Lipenkov A.V. O modeli gorodskogo passazhirskogo transporta: modelirovanie logiki passazhira [Urban Passenger Transport Model: Modeling Passenger Logic] // *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva*. 2011. №3. s. 347–352.
8. Berman N.D., Belov A.M. Obshhestvennyj transport i innovacii [Public transport and innovation] // *International Journal of Advanced Studies*. 2019. Т. 9. № 2. S. 7–13.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Кузьминых Татьяна Сергеевна, магистрант

*Тихоокеанский государственный университет
ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Фе-
дерация
kuzminyh.tanya@mail.ru*

Берман Нина Демидовна, старший преподаватель

*Тихоокеанский государственный университет
ул. Тихоокеанская, 136, г. Хабаровск, 680035, Российская Фе-
дерация
nina.berman@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Kuzminykh Tatyana Sergeevna, Master's student

*Pacific National University
136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Fede-
ration
kuzminyh.tanya@mail.ru
ORCID: 0000-0001-7336-4874*

Berman Nina Demidovna, senior teacher

*Pacific National University
136, Tikhookeanskaya Str., Khabarovsk, 680035, Russian Fede-
ration
nina.berman@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3573-048X*

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-170-178

УДК 004.94

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕВОЗОК В РЕГИОНЕ

Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.

В статье рассматривается задача, связанная с прогнозированием систем перевозок в регионе. Проведен анализ прогностических моделей, позволяющих оценить развитие транспортных процессов. Даны результаты прогнозирования.

Ключевые слова: *система перевозок; прогнозирование; управление.*

ABOUT THE POSSIBILITY OF FORECASTING TRANSPORTATION SYSTEMS IN THE REGION

Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.

The paper deals with the problem associated with forecasting transportation systems in the region. The analysis of prognostic models allowing to evaluate the development of transport processes is carried out. The forecasting results are given.

Keywords: *transportation system; forecasting; management.*

Введение

Выбор эффективных механизмов организации системы перевозок (СП) сейчас связан с анализом тенденций реформирования транспортных систем. Подобный анализ базируется на системном методе. На его основе будет осуществляться поддержка единого подхода относительно разных аспектов работы организаций, связанных с перевозками. Эффективность для разных компонентов организаций будет расти в зависимости от того, какой будет уровень ресурсного обеспечения [1, 2].

Представляет интерес формирование инновационной системы, в которой оценивается эффективность и качество процесса перевозок. При этом основываются на многоканальном ресурсном обеспечении [3].

Когда будут рационализироваться функции управления центров перевозок, подобную систему можно рассматривать как определяющую.

На деятельность центров перевозок оказывает влияние экономическая сфера. Ее можно рассматривать в виде важной компоненты в структурах управления процессами обеспечения транспортными услугами людей [4].

Многоканальная система финансирования для своего формирования требует анализа современных способов, чтобы организовать эффективное управление по характеристикам перевозок [5].

Должны применяться инновационные формы учета значений по макро- и микропоказателям функционирования транспортных предприятий, когда принимаются управленческие решения [6].

Об использовании информационных технологий и математических способов для поддержки на высоком уровне процессов перевозок. В ходе различных экономических преобразований при процедурах децентрализации управления процессами перевозок стало делегирование прав относительно принятия решений к тем органам управления, которые будут располагаться ниже по уровню. В результате будет осуществляться перераспределение ресурсов и функций управления. Это можно рассматривать как причину переориентации субъектов в региональных перевозках к собственным, присущим им целям. Они всегда будут соответствовать общим задачам систем региональных перевозок [7, 8].

Задачу по оценке различных ситуаций и определению критических точек при рассмотрении больших объемов информации, которые циркулируют в транспортных системах, мы можем решать лишь на базе информационных технологий [9, 10].

С тем, чтобы сеть транспортных учреждений эффективным образом функционировала для условий компьютеризации, требуется решать такие проблемы:

- разрабатывать методологию информационных коммуникаций среди разных транспортных областей, относительно горизонтали и вертикали, исходя из того, какая организационно-функциональная иерархия;
- определять структуру информационной среды;
- осуществлять стандартизацию понятийного аппарата.

Прогностические модели, позволяющие оценить развитие транспортных процессов в регионе. Прогностические модели получают, когда экстраполируется временной ряд (ВР) по тренду. Возможности их применения определяется: общими условиями, которые будут определять тенденции развития в прошлых периодах, не ведут к существенным изменениям в будущих периодах; аналитическое уравнение позволяет охарактеризовать тенденцию ряда. Ограничения, вытекающие из таких условий, будут вести к уменьшению точности прогнозных оценок и определяют сужение возможностей применения методов прямого прогнозирования.

Чтобы построить прогноз, нам необходимо было применять экстраполяцию временного ряда. Для статистических исследований происходит подсчет стандартной ошибки оценок параметра или формируется доверительный интервал при заданном уровне значимости.

Предположим, что мы рассматриваем ряд весов $1, \alpha, \alpha^2, \alpha^3, \dots$, по ним $\sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j = \frac{1}{\alpha}, |\alpha| < 1$.

Предлагаем рассматривать процесс $y(t)$, соответствующий моментам времени t и $(t-1)$:

$$y(t) = \alpha \{x_t + (1-\alpha)x_{t-1} + \dots\} = \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j x_{t-j}; \quad (1)$$

$$y(t-1) = \alpha \{x_{t-1} + (1-\alpha)x_{t-2} + \dots\}. \quad (2)$$

Отсюда вытекает, что $y(t) = \alpha x(t) + (1-\alpha)y(t-1)$, тогда

$$\begin{aligned} y(t) &= \alpha x(t) + (1-\alpha) [\alpha \{x_{t-1} + (1-\alpha)x_{t-2} + \dots\}] = \\ &= \alpha x(t) + (1-\alpha) \left\{ \sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j x_{t-j-1} \right\}; \quad (3) \end{aligned}$$

В качестве первичных значений для временных рядов считаем $x(t)$.

В случае известного коэффициента α расчет оценки $y(t)$ мы можем осуществлять, основываясь на том, какая будет оценка, связанная с временным моментом $(t-1)$, а также полученное из наблюдений значение $x(t)$.

Модель экспоненциального сглаживания может быть использована для того, чтобы осуществлять формирование краткосрочных прогнозов. Чтобы прогнозировать нестационарные временные ряды можно опираться на указанный способ. Они характеризуются случайными изменениями уровней и углов наклона. Исследователи такой подход называют методом Брауна.

Полином, имеющий невысокую степень, лежит в основе модели ряда. При этом наблюдается медленное изменение со временем коэффициентов:

$$y(t) = \alpha x(t) + (1 - \alpha)y(t-1), \quad (4)$$

В указанном выражении α является параметром сглаживания.

Тип тренда оказывает влияние на то, каким в нем будет начальное значение:

если тренд экспоненциальный

$$s(0) = x(2)/x(1); y(0) = x(1)/\sqrt{s(0)}, \quad (5)$$

если тренд линейный

$$s(0) = (x(n) - x(1)) / (n - 1); y(0) = x(1) - s(0)/2, \quad (6)$$

если тренд демпфированный (затухающий)

$$s(0) = (1/\phi) * (x(n) - x(1)) / (n - 1); y(0) = x(1) - s(0)/2. \quad (7)$$

При этом ϕ - является параметром сглаживания.

Математической основой метода является проведение локальной аппроксимации рядов полиномами. При этом для них коэффициенты будут определяться в рамках метода наименьших квадратов, когда есть экспоненциально убывающие веса.

Результаты

Для того, чтобы исследовать дальнейшую тенденцию развития транспортных предприятий в рамках Воронежской области были осуществлены процессы краткосрочного прогнозирования на 2021

и 2022 годы. Иллюстрация результатов прогнозирования показана на рис. 1, 2 количества транспортных предприятий в рамках Воронежской области и города Воронежа.

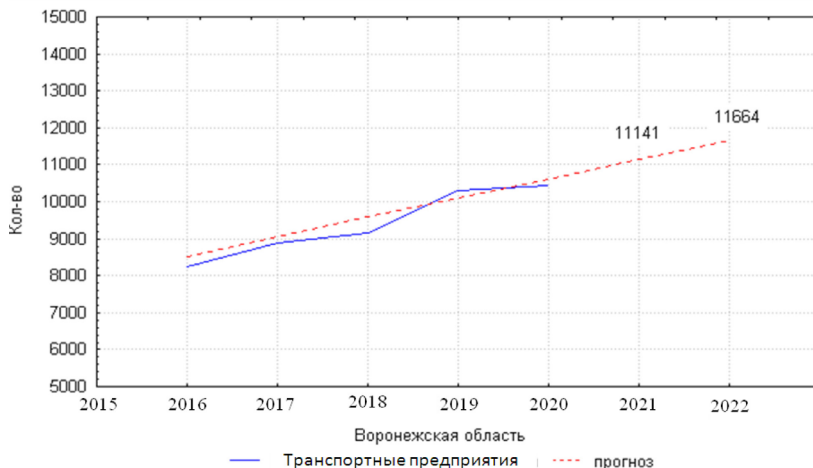


Рис. 1. Иллюстрация краткосрочного прогноза по числу транспортных предприятий Воронежской области

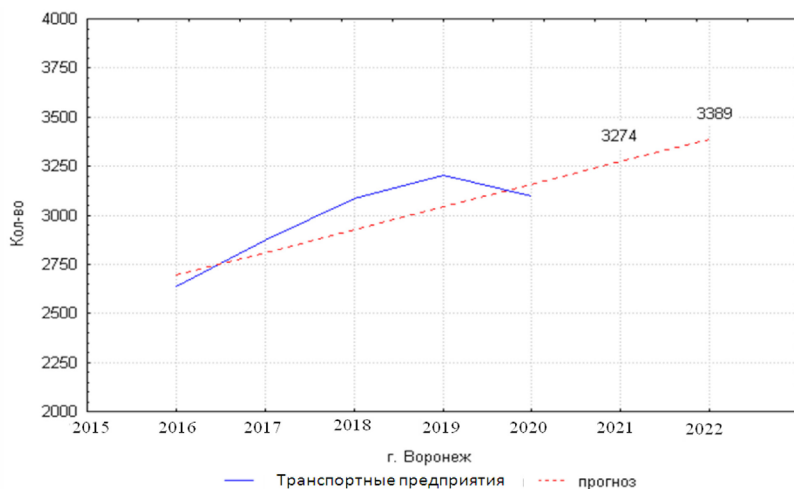


Рис. 2. Иллюстрация краткосрочного прогноза по числу транспортных предприятий Воронежа

Представленные результаты прогнозирования, в общем, относительно области и города Воронежу показывают прогноз по росту транспортных предприятий. Таблица 1 позволяет обобщить оптимальные параметры по прогностическим моделям и результаты, связанные с краткосрочным прогнозированием.

Таблица 1.

**Результаты краткосрочного прогнозирования
транспортных предприятий по Воронежской области и городу Воронежу**

Территория	Тренд	Y(0)	X(0)	α	Прогноз на	
					2021 г.	2022 г.
Воронежская область	Лин.	7961	553	0,035	11141	11664
г. Воронеж	Лин.	2579	115,8	0	3274	3389

Выводы

Дан статистический анализ динамики по транспортным предприятиям Воронежской области, его можно использовать для того, чтобы осуществлять информационную поддержку принятия управленческих решений. Проведено построение прогностических моделей на базе методов прямых и адаптивных краткосрочных прогнозирований. Сформированы прогнозные оценки относительно транспортных предприятий на 2021 и 2022 годы по Воронежской области и городу Воронежу.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело финансовой поддержки.

Список литературы

1. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Задачи оптимального управления многостадийными технологическими процессами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 77–80.
2. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43–46.

3. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87–90.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. Анализ подходов к формированию рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 88–90.
5. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75–79.
6. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. С. 7–13.
7. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 27–31.
8. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 19–42.
9. Лысанов Д.М., Бикмухаметова Л.Т. Анализ показателей качества и конкурентоспособности оборудования // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. С. 50–55.
10. Преображенский Ю.П. Построение складской структуры предприятия // Молодежь и системная модернизация страны. Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 286–290.

References

1. Panevin R. Yu., Preobrazhenskij Yu. P. Zadachi optimal'nogo upravleniya mnogostadijnymi tekhnologicheskimi processami // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2010. № 6. S. 77–80.
2. Preobrazhenskij Yu. P. Informacionnye tekhnologii, ispol'zuemye v sfere menedzhmenta // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2018. № 2 (25). S. 43–46.

3. Ermolova V.V., Preobrazhenskij Yu.P. Metodika postroeniya semanticheckoj ob»ektnoj modeli // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2012. № 9. S. 87–90.
4. Preobrazhenskij Yu.P., Konovalov V.M. Analiz podhodov k formirovaniyu rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 88–90.
5. Preobrazhenskij YU.P., Konovalov V.M. O metodah sozdaniya rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 75–79.
6. Berman N.D., Belov A.M. Obshchestvennyj transport i innovacii // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 2. S. 7–13.
7. Shakirov A.A., Zaripova R.S. Osobennosti modelirovaniya logisticheskikh sistem // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 4. S. 27–31.
8. Sapozhnikova S.M. Korporativnoe upravlenie v zheleznodorozhnom transporte // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 4. S. 19–42.
9. Lysanov D.M., Bikmuhametova L.T. Analiz pokazatelej kachestva i konkurentosposobnosti oborudovaniya // International Journal of Advanced Studies. 2018. T. 8. № 4-2. S. 50–55.
10. Preobrazhenskij Yu.P. Postroenie skladskoj struktury predpriyatiya // Molodezh' i sistemnaya modernizaciya strany Sbornik nauchnyh statej 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh. V 4-h tomah. Otvetstvennyj redaktor A.A. Gorohov. 2018. S. 286–290.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук,
профессор
*Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, Российская Фе-
дерация
Komkovvivi@yandex.ru*

Преображенский Андрей Петрович, профессор, доктор технических наук, доцент

Воронежский институт высоких технологий

ул. Ленина, 73а, Воронеж, 394043, Российская Федерация

Чопоров Олег Николаевич, профессор, доктор технических наук, профессор

Воронежский государственный технический университет

ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, Российская Федерация

Komkovvvt@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lvovich Yakov Yevseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor

Voronezh State Technical University

84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation

Komkovvvt@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-7051-3763

Preobrazhenskiy Andrey Petrovich, Professor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Voronezh Institute of High Technologies

73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation

Komkovvvt@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-6911-8053

Choporov Oleg Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor

Voronezh State Technical University

84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation

Komkovvvt@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-3176-499X

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-179-188

УДК 004.94

**О СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ
ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ**

Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.

В статье рассматривается задача, связанная с оценкой качества транспортного предприятия. Дано описание модели управления. Указан критерий ее применения.

Ключевые слова: система перевозок; алгоритм; ресурс; управление.

**ABOUT THE SYSTEM
FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE WORK
OF THE TRANSPORTATION COMPANY
FOR MANAGING ITS FUNCTIONING**

Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.

The paper deals with the problem associated with assessing the quality of a transport company. The description of the control model is given. The criterion for its application is indicated.

Ключевые слова: transportation system; algorithm; resource; control.

Введение

Необходимо на практике учитывать особенности фундаментальных процессов при функционировании систем транспортных предприятий, которые связаны с последовательным применением разных ресурсов [1, 2].

Есть возможности для того, чтобы определять базовые объекты оценок и управления в виде формирующихся структур качества

транспортных систем, которые работают в рамках определенного q -го направления.

Модель управления транспортной системой

Ниже приведена общая модель. На ее основе происходит описание транспортной системы с точки зрения ее оценки и управления. Что позволяет реализовать такая модель?

Есть возможности для того, чтобы определять связи среди той структуры качества транспортной системы, которая будет создаваться относительно i -го работника по q -му направлению – $Y_q^{(i)}$, а также целями его работы – $\Pi_q^{(i)}$ и множеством средств, обеспечивающих возможности достижению подобных целей – $X_q^{(i)}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_{lq}^{(i)} = F_{lq}^{(i)}(Y_{(l-1)q}^{(i)}, \Pi_{lq}^{(i)}, X_{lq}^{(i)}, \omega_{lq}), \\ Y_{lq}^{(i)} = \{Y_{llq}^{(i)}, Y_{llq}^{(i)}\}, \\ Y_{llq}^{(i)} = F_{llq}^{(i)}(Y_{l(l-1)q}^{(i)}, Y_{ll(l-1)q}^{(i)}, \Pi_{lq}^{(i)}, X_{lq}^{(i)}, W_{lq}), \\ Y_{llq}^{(i)} = F_{llq}^{(i)}(Y_{ll(l-1)q}^{(i)}, Y_{ll(l-1)q}^{(i)}, \Pi_{lq}^{(i)}, X_{lq}^{(i)}, Q_{lq}), \\ Y_{llq}^{(i)} = \{Y_{lmq}^{(i)}, m = \overline{1,4}\}, \\ Y_{lmq}^{(i)} = \{K_{mslq}^{(i)}, K_{mcdq}^{(i)}, K_{m\beta lq}^{(i)}, K_{m\pi lq}^{(i)}\}, \\ Y_{lq}^{(i)} = \{Y_{llnq}^{(i)}, n = \overline{1, N}\}, \quad Y_{llnq}^{(i)} = \{K_{nrq}^{(i)}\}, \end{array} \right. \quad (1)$$

здесь:

l – этап работы сотрудника в транспортной компании ($l = \overline{l_0, l_B, l_0}$ – начальный шаг, l_B – конечный шаг; m и n – показывают обозначения компонентов, которые относятся к структуре качества в транспортной системе; $Y_{l(l-1)q}^{(i)}, Y_{llq}^{(i)}$ – множество, которое сформировано фундаментальными знаниями и интеллектуальными умениями. В нем есть основная часть $Y_{lq}^{(i)}$ до и после l -го шага функционирования i -го работника; $Y_{ll(l-1)q}^{(i)}, Y_{llq}^{(i)}$ – множество, которое сформировано при помощи знаний и умений, являющихся базовыми. В нем есть часть $Y_{lq}^{(i)}$ до и после l -го шага работы i -го сотрудника; $K^{(i)}$ – показатели того, насколько сформированы разные составляющие для структуры качества транспортной системы по i -му сотруднику [3, 4]; ω, W и Q – представляют собой случайные факторы.

Таблица 1.

**Иллюстрация компонентов в модели (1) относительно объекта,
который касается оценок и управления**

Обозначение	Описание содержательных характеристик
1	2
$Y_{l(l-1)q}^{(i)}, Y_{llq}^{(i)}$	Иллюстрация множества, в которое входят четыре ($m=4$) свойства, которые являются интегральными. Формируется оно при помощи знаний и умений i -го сотрудника в начале и конце l -го шага действий, когда рассматривается q -е направление;
$Y_{ll(l-1)q}^{(i)}, Y_{lllq}^{(i)}$	Иллюстрация множества, которое формируется при помощи знаний и умений i -го сотрудника в начале и конце l -го шага действий, когда рассматривается q -е направление;
$Y_{lml}^{(i)}$, при $m=1, l=l_B$, l_B – конечный этап работы	сформированность у i -го сотрудника – картины работы транспортного предприятия;
$Y_{lmlq}^{(i)}$, при $m=2, l=l_B$.	сформированность у i -го сотрудника системных представлений о структуре производства, когда рассматривается q -е направление;
$Y_{lmlq}^{(i)}$, при $m=3, l=l_B$	сформированность у i -го сотрудника представлений о перспективах работы, когда рассматривается q -е направление;
$Y_{lmlq}^{(i)}$, при $m=4, l=l_B$	сформированность у i -го сотрудника структуры фундаментальных научных знаний, когда рассматривается q -е направление;
$K_{mslq}^{(i)}$	Степень использования i -м сотрудником m -й компоненты в Y_{ll} после l -го этапа работы, когда рассматривается q -е направление;
$K_{malq}^{(i)}$	Степень использования i -м сотрудником m -й компоненты в Y_{ll} после l -го этапа работы, когда рассматривается q -е направление; $K_{malq}^{(i)} \in \Omega_{ka} -$ конечное множество уровней использования;
$K_{m\beta lq}^{(i)}$	степень научности использования i -м сотрудником m -й компоненты в Y_{ll} после l -го этапа работы, когда рассматривается q -е направление;
$K_{mtlq}^{(i)}$	степень автоматизма навыков использования i -м сотрудником m -й компоненты в Y_{ll} после l -го этапа работы, когда рассматривается q -е направление;
$Y_{llm}^{(i)}, n=1, \bar{N}$	Множество умений и свойств i -го сотрудника, которые связаны с тем, насколько быстро происходит восприятие информации, ее обработка, синтез, установка взаимосвязей
K_n	У i -го сотрудника степень развития n -го умения после l -го этапа работы;

Можно провести переход от базового процесса управления (БПУ) (1) к обобщенному процессу управления (ОПУ). Тогда необходимо вести анализ по тому, какая общая качественная структура [5, 6] по всем сотрудникам в рамках q -го направления: $i = \overline{1, I} - Y_q^{(I)}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_{lq}^{(I)} = (F_{(l-)q}^{(I)}, U_{lq}^{(I)}, X_{lq}^{(I)}, \omega_{lq}), \\ Y_{lq}^{(I)} = \{Y_{lq}^{(I)}, Y_{lq}^{(I)}\}; \quad Y_{lq}^{(I)} = \left\{ 1/N_I * \sum_{i \in \Omega_I} Y_{lq}^{(i)} \right\}, \\ Y_{lq}^{(I)} = 1/(N_I - 1) * \sum_{i \in \Omega_I} (Y_{lq}^{(i)} - Y_{lq}^{(I)}) \\ \dots \dots \dots \end{array} \right. \quad (2)$$

При этом важно отметить, что нет изменений по общему виду модели в БПУ (1). Тогда не один (i -й) сотрудник описывается переменными. На их базе идет формирование «коллективного портрета» по всему множеству сотрудников.

Исходя из того, какая структура БПУ, есть возможности для формирования структуры целей работы [7, 8]. Ее можно рассматривать в виде качественной структуры в транспортной компании i -го сотрудника в рамках q -го направления, когда рассматривается l -й этап работы

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{lq}^{(i)} = \{U_{lq0}^{(I)}, \Delta U_{lq}^{(i)}\}, \quad U_{lq}^i = \{U_{llq}^{(i)}, U_{llq}^{(i)}\}, \\ U_{llq}^{(i)} = \{U_{llq0}^{(I)}, \Delta U_{llq}^{(i)}\}, \quad U_{llq}^i = \{U_{llq0}^{(I)}, \Delta U_{llq}^{(i)}\}, \\ U_{llq}^{(i)} = \{U_{lmlq}^{(i)}, \quad m = \overline{1,4}\}, \\ U_{lmlq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{mslq}^{(I)}, \overline{K}_{mcdq}^{(i)}, \overline{K}_{m\beta lq}^{(i)}, \overline{K}_{m\alpha lq}^{(i)} \right\}, \\ \overline{K}_{mslq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{mslq0}^{(I)}, \Delta \overline{K}_{mslq}^{(i)} \right\}, \quad \overline{K}_{mcdq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{mcdq0}^{(I)}, \Delta \overline{K}_{mcdq}^{(i)} \right\}, \\ \overline{K}_{m\beta lq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{m\beta lq0}^{(I)}, \Delta \overline{K}_{m\beta lq}^{(i)} \right\}, \quad \overline{K}_{m\alpha lq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{m\alpha lq0}^{(I)}, \overline{K}_{m\alpha lq}^{(i)} \right\}, \\ U_{lllq}^{(i)} = \{U_{lllq}^{(i)}, \quad n = \overline{1, N}\}, \quad U_{lllq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{nrlq}^{(i)} \right\}, \\ \overline{K}_{nrlq}^{(i)} = \left\{ \overline{K}_{nrlq0}^{(I)}, \Delta \overline{K}_{nrlq}^{(i)} \right\}, \end{array} \right. \quad (3)$$

где $\overline{D}_0^{(i)}$ и $\Delta D^{(i)}$ – инвариантная и индивидуальная части цели работы i -го сотрудника;

m и n – компоненты качества работы сотрудника;

$\overline{K}_0^{(i)}$ и $\Delta K^{(i)}$ – нормативные показатели компонент качества работы i -го сотрудника;

Множество ресурсов, которые требуются для того, чтобы достигать i -ым сотрудником целей работы относительно q -го направления $\{D_q^{(i)} - Y_q^{(i)}\}$:

$$X_{lq}^{(i)} = \{C_{lq}^{(i)}, D_{lq}^{(i)}, \Gamma_{lq}^{(i)}, O_{lq}^{(i)}, \acute{O}_{lq}^{(i)}, \hat{I}_{lq}^{(i)}\} \quad (4)$$

где $C^{(i)}$ – содержание работы i -го сотрудника, представленное в плане:

$$C_{lq}^{(i)} = \{C_{lq0}^{(i)}, \Delta C_{lq}^{(i)}\}, \quad C_{lq}^{(i)} = \{C_{llq}^{(i)}, C_{lllq}^{(i)}, C_{lllq}^{(i)}\},$$

$$C_{lllq}^{(i)} = \{C_{lll\mu q}^{(i)}, \mu = \overline{1, M}\},$$

$C_{lllq}^{(i)}$ – содержание моделей работы;

$D^{(i)}$ – совокупность средств оценки достижения i -ым сотрудником целей работы $\{D_q^{(i)}\}$:

$$D_{lq}^{(i)} = \{D_{lq0}^{(i)}, \Delta D_{lq}^{(i)}\}, \quad D_{lq}^{(i)} = \{D_{llq}^{(i)}, D_{lllq}^{(i)}\};$$

$\Gamma^{(i)}$ – совокупность характеристик работы i -го сотрудника:

$$\Gamma_{lq}^{(i)} = \{\Gamma_{lq0}^{(i)}, \Delta \Gamma_{lq}^{(i)}\}, \quad \Gamma_{lq}^{(i)} = \{\Gamma_{llq}^{(i)}, \Gamma_{lllq}^{(i)}, \Gamma_{lllq}^{(i)}\},$$

$$\Gamma_{lllq}^{(i)} = \{Ч_{lm}^{(i)}, m = \overline{1, 4}\}, \quad \Gamma_{llq}^{(i)} = \{Ч_{llm}^{(i)}, m = \overline{1, N}\},$$

$$\Gamma_{lllq}^{(i)} = \{Ч_{lll\mu}^{(i)}, \mu = \overline{1, M}\}, \quad \Gamma_{llq}^{(i)} = \{\Gamma_{Alq}^{(i)}, \Gamma_{Blq}^{(i)}\},$$

$Ч$ – количество часов на обеспечение работы,

$\Gamma_{Alq}^{(i)}$ и $\Gamma_{Blq}^{(i)}$ – совокупность работ с непосредственным взаимодействием сотрудников и без непосредственного взаимодействия;

$O^{(i)}$ – множество ресурсов для работы i -го сотрудника:

$$O_{lq}^{(i)} = \{O_{lq0}^{(i)}, \Delta O_{lq}^{(i)}\}, \quad O_{lq}^{(i)} = \{O_{\hat{A}llq}^{(i)}, \hat{I}_{\hat{A}llq}^{(i)}, \hat{I}_{\hat{A}lllq}^{(i)}\},$$

$$\hat{I}_{lq}^{(i)} = \{\hat{I}_{\hat{A}llq}^{(i)}, \hat{I}_{\hat{A}lllq}^{(i)}\},$$

$U^{(i)}$ – условие среды работы i -го сотрудника:

$$\acute{O}_{lq}^{(i)} = \{\acute{O}_{lq}^{(i)}, \Delta \acute{O}_{lq}^{(i)}\}, \quad \acute{O}_{lq}^{(i)} = \{\acute{O}_{\acute{a}llq}^{(i)}, \acute{a} = \overline{1, E}\},$$

$Y_{elq}^{(i)}$ – совокупность значимых компонентов среды работы;

$\Pi^{(i)}$ – состав более опытных сотрудников, обеспечивающий взаимодействие с i -м сотрудником:

$$\Pi_{lq}^{(i)} = \left\{ \Pi_{plq}^{(i)}, p = \overline{1, P} \right\}, \quad \Pi_{\Pi plq}^{(i)} = \left\{ M_{\Pi plq}, KB_{\Pi plq} \right\},$$

$M_{\Pi p}$ – мотивация p -го опытного сотрудника к своей деятельности,

$KB_{\Pi p}$ – квалификация p -го опытного сотрудника.

Построение формализованной модель сравнительной оценки БПУ (1) – $Z_q^{(i)}$ происходит таким образом:

$$\begin{aligned} Z_{lq}^{(i)} &= H_{lq}^{(i)} \left(Y_{lq}^{(i)}, C_{lq}^{(i)}, B_{lq}^{(i)}, D_{lq}^{(i)}, V_{lq} \right), \\ Z_{llq}^{(i)} &= \left\{ Z_{lq}^{(i)}, Z_{llq}^{(i)} \right\}, \end{aligned} \quad (5)$$

Здесь $Z^{(i)}$ – результаты оценки параметров сформированной у i -го сотрудника структуры качества работы; $B^{(i)}$ – множество субъектов, которые связаны с оценками; $D^{(i)}$ – множество ресурсов для проведения оценок оценки [9, 10]; V – случайные факторы.

Критерий эффективности модели

Критерий эффективности работы транспортной системы необходимо рассматривать с точки зрения БПУ (1). Если проводить анализ детерминированным упрощенным способом, тогда он может быть записан так:

$$J_{llq}^{(i)}(C_{lq}^{(i)}) = \{ f_{llq\gamma}(Y_{lq}^{(i)}, C_{lq}^{(i)}) \geq f_{llq\gamma}^{зад}(C_{lq}^{(i)}), \gamma = 1, Y_{llq}(C_{lq}^{(i)}) \}. \quad (6)$$

При этом рассматриваются результаты $Z^{(i)(l-1)q}$, связанные с оценкой параметров наблюдаемых у i -го сотрудника характеристик качества функционирования.

Критерий эффективности с точки зрения своего содержания в ходе рассмотрения БПУ определяется в соответствии с тем, как в (6) будут выполняться все неравенства. Этот анализ проводится, когда есть фиксированные результаты по оценке качества функционирования i -го сотрудника. Такая оценка осуществляется с учетом информации по всем предыдущим шагам его работы. В указанных неравенствах: в виде функции $f_{llq\gamma}(\bullet)$ и числе неравенств $\gamma_{llq}(C_{lq}^{(i)})$ происходит отражение компонентов соответствующих

квалификационных требований для сотрудников по l -ому шагу работы. При этом анализируется q -е направление, когда рассматривается $U_{lq}^{(i)}$ -я цель работы.

Выводы

При управлении функционированием транспортного предприятия можно использовать разработанную модель. Она связана с характеристиками работников, направлениями их работы. Критерий эффективности модели связан с квалификационными требованиями сотрудников.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело финансовой поддержки.

Список литературы

1. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Задачи оптимального управления многостадийными технологическими процессами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 77–80.
2. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43–46.
3. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87–90.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. Анализ подходов к формированию рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 88–90.
5. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75–79.
6. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. С. 7–13.

7. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 27–31.
8. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 19–42.
9. Лысанов Д.М., Бикмухаметова Л.Т. Анализ показателей качества и конкурентоспособности оборудования // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. С. 50–55.
10. Преображенский Ю.П. Построение складской структуры предприятия // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 286–290.

References

1. Panevin R. Yu., Preobrazhenskij Yu.P. Zadachi optimal'nogo upravleniya mnogostadijnymi tekhnologicheskimi processami // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2010. № 6. S. 77–80.
2. Preobrazhenskij Yu.P. Informacionnye tekhnologii, ispol'zuemye v sfere menedzhmenta // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2018. № 2 (25). S. 43–46.
3. Ermolova V.V., Preobrazhenskij Yu.P. Metodika postroeniya semanticheskoy ob»ektnoj modeli // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2012. № 9. S. 87–90.
4. Preobrazhenskij Yu.P., Konovalov V.M. Analiz podhodov k formirovaniyu rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 88–90.
5. Preobrazhenskij YU.P., Konovalov V.M. O metodah sozdaniya rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 75–79.
6. Berman N.D., Belov A.M. Obshchestvennyj transport i innovacii // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. S. 7–13.

7. Shakirov A.A., Zaripova R.S. Osobennosti modelirovaniya logisticheskikh sistem // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. S. 27–31.
8. Sapozhnikova S.M. Korporativnoe upravlenie v zheleznodorozhnom transporte // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. S. 19–42.
9. Lysanov D.M., Bikmuhametova L.T. Analiz pokazatelej kachestva i konkurentosposobnosti oborudovaniya // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. S. 50–55.
10. Preobrazhenskij Yu.P. Postroenie skladskoj struktury predpriyatiya // V sbornike: Molodezh' i sistemnaya modernizaciya strany Sbornik nauchnyh statej 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh. V 4-h tomah. Otvetstvennyj redaktor A.A. Gorohov. 2018. S. 286–290.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук,
профессор

*Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, Российская Фе-
дерация
Komkovvivi@yandex.ru*

Преображенский Андрей Петрович, профессор, доктор техни-
ческих наук, доцент

*Воронежский институт высоких технологий
ул. Ленина, 73а, Воронеж, 394043, Российская Федерация*

Чопоров Олег Николаевич, профессор, доктор технических
наук, профессор

*Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, Российская Фе-
дерация
Komkovvivi@yandex.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lvovich Yakov Yevseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Voronezh State Technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7051-3763

Preobrazhenskiy Andrey Petrovich, Professor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Voronezh Institute of High Technologies
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6911-8053

Choporov Oleg Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Voronezh State Technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Komkovvvt@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-3176-499X

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-189-196

УДК 004.94

**ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ
НА ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.

В статье рассматриваются особенности формирования информационно-советующей системы транспортного предприятия. Показано, каким образом можно использовать систему поддержки принятия решений.

Ключевые слова: система перевозок; автоматизация; управление; система.

**THE PROBLEMS OF AUTOMATION
OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT
IN A TRANSPORTATION COMPANY**

Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.

The paper discusses the features of the formation of an information-advising system of a transport company. It is shown how the decision support system can be used.

Ключевые слова: transportation system; automation; control; system.

Введение

Поскольку в настоящее время существуют требования, связанные с функциональностью объектов управления персоналом внутри транспортных предприятий. При этом должно быть полное соответствие современных автоматизированных систем самым разным запросам пользователей [1, 2].

Исходя из осуществленного анализа по задачам, которые решаются на основе систем управления персоналом, можно сделать вывод о том, что весьма многие из них могут анализироваться на базе систем поддержки принятия решений (СППР). Это относится к разным практическим приложениям в сфере оперативного управления персоналом [3, 4].

Среди задач, которые востребованы с точки зрения решений можно указать определение характеристик конфликта на основе целей управления. Анализируются социальные и производственные конфликты внутри транспортного предприятия [5, 6].

Каким образом можно анализировать конфликт? Как условный признак сложности ситуации. Тогда будут выводиться меры и средства, которые требуются с тем, чтобы осуществлять решение и устранение конфликтов. Руководители организации в ходе рассмотрения характеристик конфликтов исходят из того, какой у них опыт подобных конфликтных ситуаций. Будет происходить определение формы конфликта на базе соответствующих факторов, которые характеризуют ситуацию. Но, в результате анализа статистических данных можно убедиться, что достаточно большое значение вероятности ошибки руководителей, когда определяется форма конфликта. При этом ориентируются на рамки субъективных предпочтений. При определении характеристик по конфликтам на производстве с тем, чтобы осуществить снижение вероятностей ошибок и уменьшить время по принятию решений, в данной работе даются предложения по разработке СППР по определению форм конфликта. Она базируется на том, чтобы использовать знания руководителей компании или служб управления персоналом, которые характеризуются большим опытом в ходе разрешении конфликтов.

Особенности формирования информационно-советующей системы транспортного предприятия.

Можно представлять функциональную структуру информационно-советующей системы, связанной с поддержкой принятия ре-

шений как совокупность нескольких ключевых модулей, которые приведены на рис. 1.

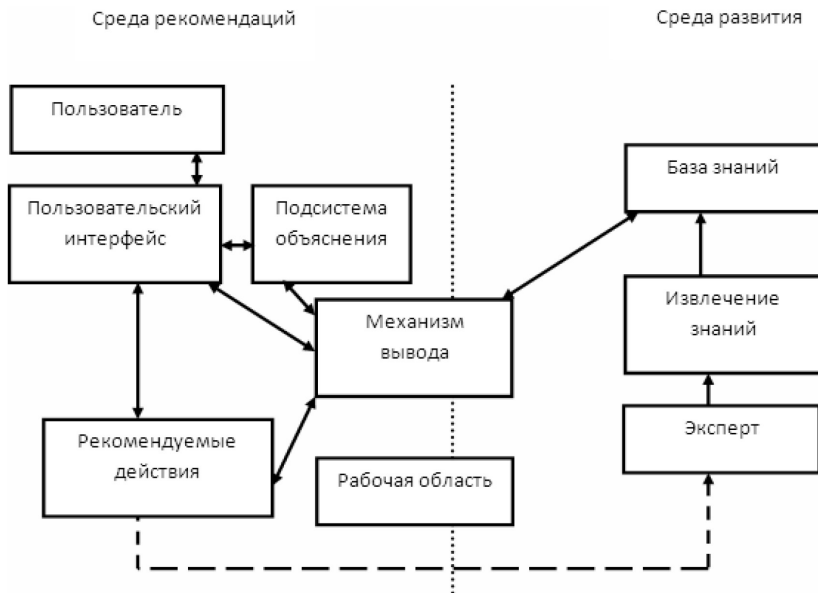


Рис. 1. Иллюстрация структуры СППР и ее окружения

Среди модулей можно указать подсистему, связанную с извлечением знаний. Также есть база знаний. Предусмотрен механизм вывода. Разработан пользовательский интерфейс. Есть рабочая область. Создана подсистема объяснения. Первая подсистема связана с тем, что накапливаются, передаются и преобразуются экспертизы решения задачи. Они идут от экспертов или документированных источников знаний [7, 8]. Это осуществляется при помощи компьютерной программы. При этом важно вести конструирование или расширения базы знаний. В базах знаний содержатся знания. Их формируют с тем, чтобы понимать, формулировать и решать задачи. В нее входят два ключевых компонента. Они являются фактами, а также специальными эвристиками. Механизмы вывода, характеризуются при помощи стандартных правил реше-

ния задач. Выражение неформальных знаний происходит на базе эвристик. Глобальные стратегии существуют в базах знаний. Они могут рассматриваться как эвристики. Внутри экспертных систем как первоначальный необработанный материал анализируются знания. Механизм вывода рассматривается как центр СППР. Он считается в виде управляющей структуры. Базирование происходит при помощи правил. Это наблюдается во многих компьютерных программах. В результате можно оценить характеристики информации. Из этого вытекают условия по применению знаний системы. На чем базируется механизм вывода? Он связан с интерпретатором и планировщиком. В пользовательском интерфейсе СППР содержится языковой процессор. Процесс общения основывается на естественном языке. Рабочая область располагается отдельным образом. В подсистеме объяснения есть возможности для отслеживания ответственности по соответствию заключений их источникам.

Использование СППР на транспортном предприятии

Основываясь на вышесказанном, схему работы можно СППР в ходе процессов управления социальными и производственными конфликтами описать при помощи такой блок-схемы (рис. 2):

В качестве важной исходной информации, когда разрабатывается СППР можно считать модели объекта. В существующих условиях все применяемые подходы в области моделирования объектов относятся к одному множеству методов, позволяющих моделировать сложные информационные системы [9, 10]. Укажем те подходы, которые являются достаточно известными.

1) Проведение структурного анализа и структурного проектирования.

2) Использование методики IDEF.

3) Использование методики SADT.

4) Применение элементов объектно-ориентированного подхода (ООП).

5) Применение интегрированных подходов в ходе разработок моделей.

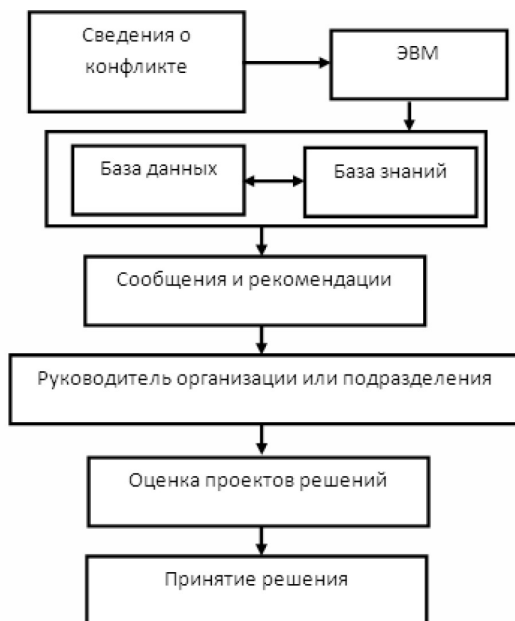


Рис. 2. Иллюстрация блок-схемы функционирования СППР в ходе управления конфликтами

Выводы

Из проведенного анализа было установлено, что существующие системы не в полной мере могут считаться удовлетворяющими современным требованиям. Достаточно четким способом формулировка есть по подходам для формирования современных систем управления персоналом. При этом плодотворным считается использование подходов по созданию интеллектуальных систем, внутри которых есть СППР. В работе показаны возможности применения СППР для управления конфликтами.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело финансовой поддержки.

Список литературы

1. Паневин Р.Ю., Преображенский Ю.П. Задачи оптимального управления многостадийными технологическими процессами // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 77–80.
2. Преображенский Ю.П. Информационные технологии, используемые в сфере менеджмента // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2018. № 2 (25). С. 43–46.
3. Ермолова В.В., Преображенский Ю.П. Методика построения семантической объектной модели // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 87–90.
4. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. Анализ подходов к формированию рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 88–90.
5. Преображенский Ю.П., Коновалов В.М. О методах создания рекомендательных систем // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2019. № 4 (31). С. 75–79.
6. Берман Н.Д., Белов А.М. Общественный транспорт и инновации // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 2. С. 7–13.
7. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Особенности моделирования логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 27–31.
8. Сапожникова С.М. Корпоративное управление в железнодорожном транспорте // International Journal of Advanced Studies. 2019. Т. 9. № 4. С. 19–42.
9. Лысанов Д.М., Бикмухаметова Л.Т. Анализ показателей качества и конкурентоспособности оборудования // International Journal of Advanced Studies. 2018. Т. 8. № 4-2. С. 50–55.
10. Преображенский Ю.П. Построение складской структуры предприятия // В сборнике: Молодежь и системная модернизация страны Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2018. С. 286–290.

References

1. Panevin R.Yu., Preobrazhenskij Yu.P. Zadachi optimal'nogo upravleniya mnogostadijnymi tekhnologicheskimi processami // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2010. № 6. S. 77–80.
2. Preobrazhenskij Yu.P. Informacionnye tekhnologii, ispol'zuemye v sfere menedzhmenta // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2018. № 2 (25). S. 43–46.
3. Ermolova V.V., Preobrazhenskij Yu.P. Metodika postroeniya semanticheskoy ob»ektnoj modeli // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2012. № 9. S. 87–90.
4. Preobrazhenskij Yu.P., Konovalov V.M. Analiz podhodov k formirovaniyu rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 88–90.
5. Preobrazhenskij YU.P., Konovalov V.M. O metodah sozdaniya rekomendatel'nyh sistem // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij. 2019. № 4 (31). S. 75–79.
6. Berman N.D., Belov A.M. Obshchestvennyj transport i innovacii // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 2. S. 7–13.
7. Shakirov A.A., Zaripova R.S. Osobennosti modelirovaniya logisticheskikh sistem // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 4. S. 27–31.
8. Sapozhnikova S.M. Korporativnoe upravlenie v zheleznodorozhnom transporte // International Journal of Advanced Studies. 2019. T. 9. № 4. S. 19–42.
9. Lysanov D.M., Bikmuhametova L.T. Analiz pokazatelej kachestva i konkurentosposobnosti oborudovaniya // International Journal of Advanced Studies. 2018. T. 8. № 4-2. S. 50–55.
10. Preobrazhenskij Yu.P. Postroenie skladskoj struktury predpriyatiya // V sbornike: Molodezh' i sistemnaya modernizaciya strany Sbornik nauchnyh statej 3-j Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh. V 4-h tomah. Otvetstvennyj redaktor A.A. Gorohov. 2018. S. 286–290.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Львович Яков Евсеевич, профессор, доктор технических наук
Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, РФ
Komkovvivi@yandex.ru

Преображенский Андрей Петрович, профессор, доктор технических наук, доцент
Воронежский институт высоких технологий
ул. Ленина, 73а, Воронеж, 394043, РФ

Чопоров Олег Николаевич, профессор, доктор технических наук
Воронежский государственный технический университет
ул. 20 лет Октября, 84, Воронеж, 394006, РФ
Komkovvivi@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Lvovich Yakov Yevseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Voronezh State Technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Komkovvivi@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-7051-3763

Preobrazhenskiy Andrey Petrovich, Professor, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Voronezh Institute of High Technologies
73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation
Komkovvivi@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-6911-8053

Choporov Oleg Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor
Voronezh State Technical University
84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation
Komkovvivi@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-3176-499X

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-4-197-202

УДК 656.611.2

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ

Швецова А.Ф.

Данный доклад посвящен рассмотрению процесса моделирования движением судов. Подробно раскрывается значение термина судопоток в теории и практики судовождения. Особое внимание обращается на создание компьютерной программы, с помощью которой можно смоделировать поток на линейном фарватере.

Ключевые слова: зона навигационной безопасности; судовождение; судопоток; моделирование; система.

DEVELOPMENT OF A VESSEL TRAFFIC SIMULATION SYSTEM

Shvetsova A.F.

This report is devoted to the consideration of the process of modeling vessel traffic. The meaning of the term traffic flow in the theory and practice of navigation is revealed in detail. Particular attention is paid to the creation of a computer program with which it is possible to simulate the flow on a linear fairway.

Keywords: navigation security zone; navigation; traffic flow; modeling; system.

В наше время водные пути остаются основным средством осуществления мировой торговли: по ним перевозится около 80% грузов. До последнего времени объем мировой торговли и объем грузоперевозок морем увеличивались в среднем на 8% ежегодно. И в дальнейшем значение морских перевозок будет только

возрастать. Кроме того, ежегодно сотни миллионов людей совершают морские путешествия на океанских лайнерах и местных судах, на моторных катерах и парусных яхтах. Сотни тысяч рыболовных судов круглый год находятся на промысле. С помощью плавучих и стационарных установок и платформ добывается нефть, газ и другие полезные ископаемые, в связи с чем создаются специализированные суда. Корабли военно-морских сил, пограничной и таможенной служб пользуются теми же морскими дорогами, что и другие суда. На морских просторах становится все теснее и теснее, происходит все больше столкновений на морских просторах и большее значение приобретает проблема управления движением судов.

1. Понятие судопотока

В определении «управление движением судов» ключевым является словосочетание «движение судов». Поэтому, чтобы формализовать термин «управление движением судов», необходимо определить процесс движения судов таким образом, чтобы его можно было бы идентифицировать как в качественных категориях, так и в количественных. Таким определением процесса движения судов может быть понятие «судопотока».

При этом судопоток обладает характеристиками (функциональными параметрами), которые имеют чёткое количественное определение, как то: плотность, интенсивность, средняя скорость, закон распределения, пространственное расположение. Следовательно, можно предположить, что управление движением судов может быть сведено к тому, чтобы путем внешних управляющих воздействий добиться установленных значений параметров функционирования судопотока. К примеру, если регулировать безопасные кильватерные расстояния между судами, то можно изменить плотность судопотока (движения судов), или, если установить системы разделения движения, то можно обеспечить необходимое пространственное распределение судопотоков в обозначенном районе. При этом процедуры управления движением судов име-

ют финальную цель – повышение безопасности мореплавания и эффективности работы морского флота.

Судопоток – это совокупность или множество судов движущихся на определенном участке водного пути в одном направлении. Резкий и количественный рост состава и размеров судов мирового флота обозначил качественные и количественные изменения, повлиявшие на условия судоходства. В частности во многих районах, особенно в местах пересечения и слияния морских торговых путей: проливах, узкостях, подходных зонах, на фарватерах, каналах, сформировались постоянно функционирующие мощные потоки судов. В таких условиях особую остроту приобрели проблемы сопутствующие мореплаванию. В их числе высокая аварийность, а так же необходимость в решении задач связанных с оптимальным регулированием потоков судов. Таким образом, возникла целесообразность выделения теории судопотоков из общей теории транспортных потоков. Это обусловлено тем, что судопоток имеет слишком много характерных признаков, хотя и сохраняет главные свойства транспортного потока. Объектом изучения теории судопотоков являются характеристики движения судов на водных путях и возникающие при этом внутренние закономерности и их зависимость от внешних факторов. Изменения каких-либо параметров судопотоков путем внешнего воздействия, например, введения систем разделения движения преследуется при разработке практических мероприятий по регулированию движения судов. Однако, эти вопросы и составляют круг такого научного направления как теория управления судопотоками. Теория судопотоков, как отдельная область научных знаний в настоящее время находится в стадии формирования.

2. Моделирование судопотока

Продолжая изучение теории судопотоков, появилась идея создания моделирования судопотока, а так же системы моделирования процесса движения судов. Для этого был выбран метод изучения процесса движения судов на фарватере. Цель первого этапа модели-

рования заключается в определении зависимостей количества (или вероятности) ситуаций опасного сближения от различных параметров, характеризующих навигационные условия плавания. Под ситуацией опасного сближения имеется в виду ситуация, когда расстояние между соседними судами уменьшается до такой величины, при которой возникает необходимость в маневрировании или для избежания столкновения, либо для выполнения обгона. Именно количество таких ситуаций в единицу времени определяет степень напряженности движения на водном пути. Моделируемая система может быть формализована следующим образом. На линейном фарватере длина (D) которого задается в промежутке от 500 до 500000 и ширина (W) в промежутке от 100 до 5000 метров, функционирует судопоток с односторонним движением, определяемый интенсивностью (λ) от 1 до 16 судов в час и средней скоростью (m). Моменты появления судов на входе в фарватер образуют случайный поток событий, интервалы между которыми Δt распределены по экспоненциальному закону с параметром λ . После того, как i -е судно появилось на входе в фарватер, ему присваиваются следующие параметры: номер судна, скорость фактическая V_{now} , и скорость в результате задержки V_{ini} , длина L_i , ширина B_i , зона навигационной безопасности (ЗНБ) прямо по носу судна r_i , (форму ЗНБ можно выбрать: круг или прямоугольник). Параметры V , L – случайные величины, закон распределения которых можно изменять. На рисунке 1 показаны суда в виде объектов с соответствующими ЗНБ, как они видны на экране монитора, а также расшифровка некоторых параметров. Ситуация опасного сближения идентифицировалась как касание ЗНБ двух близлежащих судов. В разработанной программе реализована возможность:

- выбора размеров фарватера;
- выбора параметров распределения скорости и длины судна и его координат;
- подсчета количества ситуаций опасного сближения;
- построения графиков зависимости количества опасных ситуаций от изменяемых параметров моделирования;
- ведения и просмотра журнала событий.

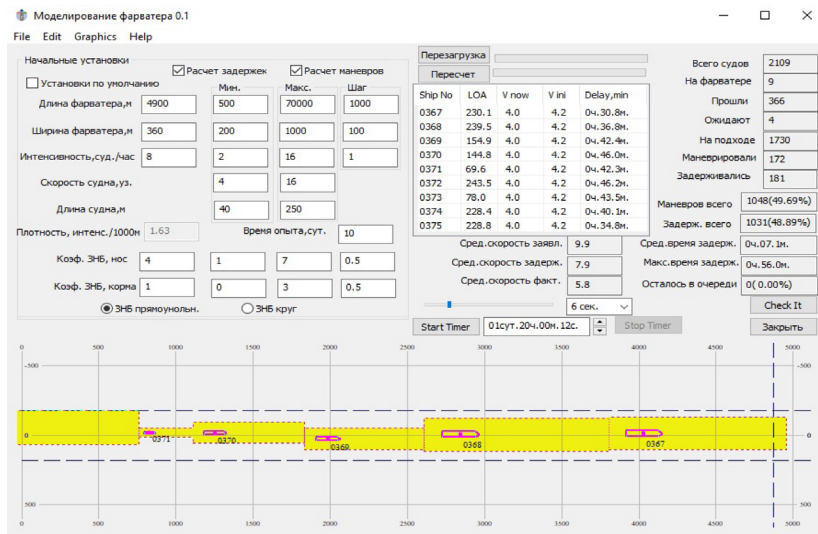


Рис. 1. Пример моделирования судопотока

В программе заложены широкие возможности для её развития и совершенствования путем добавления, например, блока маневрирования, блока взаимодействия судопотоков и другие. Представленная программа позволяет получать разнообразные результаты, однако на этом этапе основная цель заключалась в получении зависимостей количества ситуаций опасного сближения от различных параметров, характеризующих навигационные условия плавания.

Благодарности

Автор выражает признательность научному руководителю: Лентареву Александру Андреевичу, профессору кафедры судовождения МГУ им. адм. Г.И. Невельского, за помощь в создании данной работы.

Информация о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело финансовой поддержки.

Список литературы

1. Лентарев А.А. Безопасность мореплавания – проблема системного анализа // Тез докл. Всесоюзной научной конференции «Безопасность на море». Николаев, 1992.
2. Баскин А.С., Пересыпкин В.И. Некоторые вопросы регламентации движения судов в портах и узкостях // Гидрография и гидрометеорология: Тр. ЛВВИМУ. 1972. Вып.1. С. 18–21.

References

1. Lentarev A.A. Safety of navigation – the problem of systems analysis: Abstracts of the report. All-Union scientific conference “Safety at sea”. Nikolaev, 1992.
2. Baskin A.S., Peresyppkin V.I. Some issues of regulation of the movement of ships in ports and narrowness. Hydrography and hydrometeorology: Tr. LVVIMU, 1972. Issue 1. P. 18–21.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ

Швецова Анастасия Федоровна, аспирант

*ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им.
адм. Г.И. Невельского»*

*ул. Верхнепортовая, 50а, г. Владивосток, 690003, Россий-
ская Федерация*

shvecos69@yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHOR

Shvetsova Anastasia Fedorovna, Graduate Student

Maritime State University G.I. Nevelskogo

*50A, Verkhneportovaya Str., Vladivostok, 690003, Russian Fe-
deration*

shvecos69@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-9704-2095

AUTHOR GUIDELINES

<http://ijournal-as.com/en/>

Volume of the manuscript: 7-24 pages A4 format, including tables, figures, references; for post-graduates pursuing degrees of candidate and doctor of sciences – 7-10.

Margins all margins – 20 mm each

Main text font Times New Roman

Main text size 14 pt

Line spacing 1.5 interval

First line indent 1,25 cm

Text align justify

Automatic hyphenation turned on

Page numbering turned off

Formulas in formula processor MS Equation 3.0

Figures in the text

References to a formula (1)

Article structure requirements

TITLE (in English)

Author(s): surname and initials (in English)

Abstract (in English)

Keywords: separated with semicolon (in English)

Text of the article (in English)

1. Introduction.

2. Objective.

3. Materials and methods.

4. Results of the research and Discussion.

5. Conclusion.

6. Conflict of interest information.

7. Sponsorship information.

8. Acknowledgments.

References

References text type should be Chicago Manual of Style

DATA ABOUT THE AUTHORS

Surname, first name (and patronymic) in full, job title, academic degree, academic title

Full name of the organization – place of employment (or study) without compound parts of the organizations' names, full registered address of the organization in the following sequence: street, building, city, postcode, country

E-mail address

SPIN-code in SCIENCE INDEX:

ORCID:

ResearcherID:

Scopus Author ID:

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

<http://ijournal-as.com/>

Объем статей: 7-12 страницы формата А4, включая таблицы, иллюстрации, список литературы; для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук – 7-9. Рукописи большего объема принимаются по специальному решению Редколлегии.

Поля все поля – по 20 мм.

Шрифт основного текста Times New Roman

Размер шрифта основного текста 14 пт

Межстрочный интервал полуторный

Отступ первой строки абзаца 1,25 см

Выравнивание текста по ширине

Автоматическая расстановка переносов включена

Нумерация страниц не ведется

Формулы в редакторе формул MS Equation 3.0

Рисунки по тексту

Ссылки на формулу (1)

Обязательная структура статьи

УДК

ЗАГЛАВИЕ (на русском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на русском языке)

Аннотация (на русском языке)

Ключевые слова: отделяются друг от друга точкой с запятой (на русском языке)

ЗАГЛАВИЕ (на английском языке)

Автор(ы): фамилия и инициалы (на английском языке)

Аннотация (на английском языке)

Ключевые слова: отделяются другот друга точкой с запятой (на английском языке)

Текст статьи (на русском языке)

1. Введение.
2. Цель работы.
3. Материалы и методы исследования.
4. Результаты исследования и их обсуждение.
5. Заключение.
6. Информация о конфликте интересов.
7. Информация о спонсорстве.
8. Благодарности.

Список литературы

Библиографический список по ГОСТ Р 7.05-2008

References

Библиографическое описание согласно требованиям журнала

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна (на русском языке)

Электронный адрес

SPIN-код в SCIENCE INDEX:

DATA ABOUT THE AUTHORS

Фамилия, имя, отчество полностью, должность, ученая степень, ученое звание

Полное название организации – место работы (учебы) в именительном падеже без составных частей названий организаций, полный юридический адрес организации в следующей последовательности: дом, улица, город, индекс, страна (на английском языке)

Электронный адрес

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ УМНОГО ТРЕКИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ <i>Биков Д.И., Хамидуллин М.Р.</i>	7
АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА МЕЖДУ СПОСОБАМИ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ <i>Литвинов А.В.</i>	18
ОЦЕНКА ЭЛАСТИЧНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ ВЫБОРА СПОСОБА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ <i>Литвинов А.В., Донченко В.В.</i>	40
МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН НА ПРИМЕРЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГРУЗОЧНОЙ МАШИНЫ 2ПНБ-2 <i>Макева Е.И., Ракитина И.С., Мирославская М.Д.</i>	58
О ПЕРСПЕКТИВАХ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРОЕКТА «ЕДИНАЯ ЕВРАЗИЯ: ТРАНС-ЕВРАЗИЙСКИЙ ПОЯС RAZVITIE (ТЕПР) – ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЕВРАЗИЙСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА (ИЕТС) КАК МЕГАПРОЕКТА В ТРАНСПОРТНУЮ СТРАТЕГИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА <i>Осипов Г.В., Кубрин А.А., Кузина Н.В.</i>	75
ПРИМЕНЕНИЕ QR-КОДОВ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-ПРОПУСКНОГО ПУНКТА <i>Хамидуллин М.Р., Емельянов Д.В., Мустафин А.Ф., Исавнин А.Г.</i>	123

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ И СООБЩЕНИЯ

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ <i>Агапова Е.Г., Попова Т.М.</i>	139
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ В GPSS STUDIO <i>Агапова Е.Г., Попова Т.М.</i>	145
ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ <i>Востриков А.Г., Подольский Вл.П.</i>	152
ПРОБЛЕМЫ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА <i>Кузьминых Т.С., Берман Н.Д.</i>	162
О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПЕРЕВОЗОК В РЕГИОНЕ <i>Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.</i>	170
О СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ <i>Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.</i>	179
ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ <i>Львович Я.Е., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.</i>	189
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ <i>Швецова А.Ф.</i>	197
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	203

CONTENTS

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A REAL-TIME SMART TRACKING SYSTEM <i>Bikov D.I., Khamidullin M.R.</i>	7
ANALYSIS OF APPROACHES TO ESTIMATE THE TRAVEL MODE SHARES IN CITIES <i>Litvinov A.V.</i>	18
ESTIMATION OF ELASTICITIES OF TRAVEL DEMAND BASED ON URBAN TRAVEL MODE CHOICE MODELS <i>Litvinov A.V., Donchenko V.V.</i>	40
METHODOLOGY OF INCREASING THE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL MACHINES ON THE EXAMPLE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE LOADING MACHINE 2PNB-2 <i>Makeeva E.I., Rakitina I.S., Miroslavskaya M.D.</i>	58
ON THE PROSPECTS FOR THE PROJECT “UNITED EURASIA: TRANS-EURASIAN RAZVITIE BELT (TEBR) – INTEGRAL EURASIAN TRANSPORT SYSTEM (IETS)» INCLUSION AS A MEGAPROJECT INTO THE RUSSIAN FEDERATION TRANSPORT STRATEGY FOR THE PERIOD UP TO 2030 <i>Osipov G.V., Kubrin A.A., Kuzina N.V.</i>	75
USING QR -CODES TO ORGANIZE A CHECKPOINT <i>Khamidullin M.R., Emelyanov D.V., Mustafin A.F., Isavnin A.F.</i>	123

SCIENTIFIC REVIEWS AND REPORTS

SIMULATION MODEL OF TRANSPORT NETWORK SECTION <i>Agapova E.G., Popova T.M.</i>	139
--	-----

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF A TRANSPORTATION NETWORK SECTION IN GPSS STUDIO	
<i>Agapova E.G., Popova T.M.</i>	145
EVOLUTION OF TECHNIQUES AND TECHNOLOGIES APPLIED TO LIGHTING AUTOMOBILE ROADS	
<i>Vostrikov A.G., Podolsky V.I.</i>	152
PROBLEMS IN ORGANIZATION OF PASSENGER TRANSPORT	
<i>Kuzminykh T.S., Berman N.D.</i>	162
ABOUT THE POSSIBILITY OF FORECASTING TRANSPORTATION SYSTEMS IN THE REGION	
<i>Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.</i>	170
ABOUT THE SYSTEM FOR ASSESSING THE QUALITY OF THE WORK OF THE TRANSPORTATION COMPANY FOR MANAGING ITS FUNCTIONING	
<i>Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.</i>	179
THE PROBLEMS OF AUTOMATION OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT IN A TRANSPORTATION COMPANY	
<i>Lvovich Ya.E., Preobrazhenskiy A.P., Choporov O.N.</i>	189
DEVELOPMENT OF A VESSEL TRAFFIC SIMULATION SYSTEM	
<i>Shvetsova A.F.</i>	197
RULES FOR AUTHORS	203

Доступ к журналу

Доступ ко всем номерам журнала –
постоянный, свободный и бесплатный.
Каждый номер содержится в едином файле PDF.

Open Access Policy

All issues of the ‘International Journal
of Advanced Studies’ are always open and free access.
Each entire issue is downloadable as a single PDF file.

<http://ijournal-as.com/>

Подписано в печать 28.12.2020. Дата выхода в свет 28.12.2020.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 15,10. Тираж 999 экз. Свободная цена.
Заказ 104/020. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
«Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии:
ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.