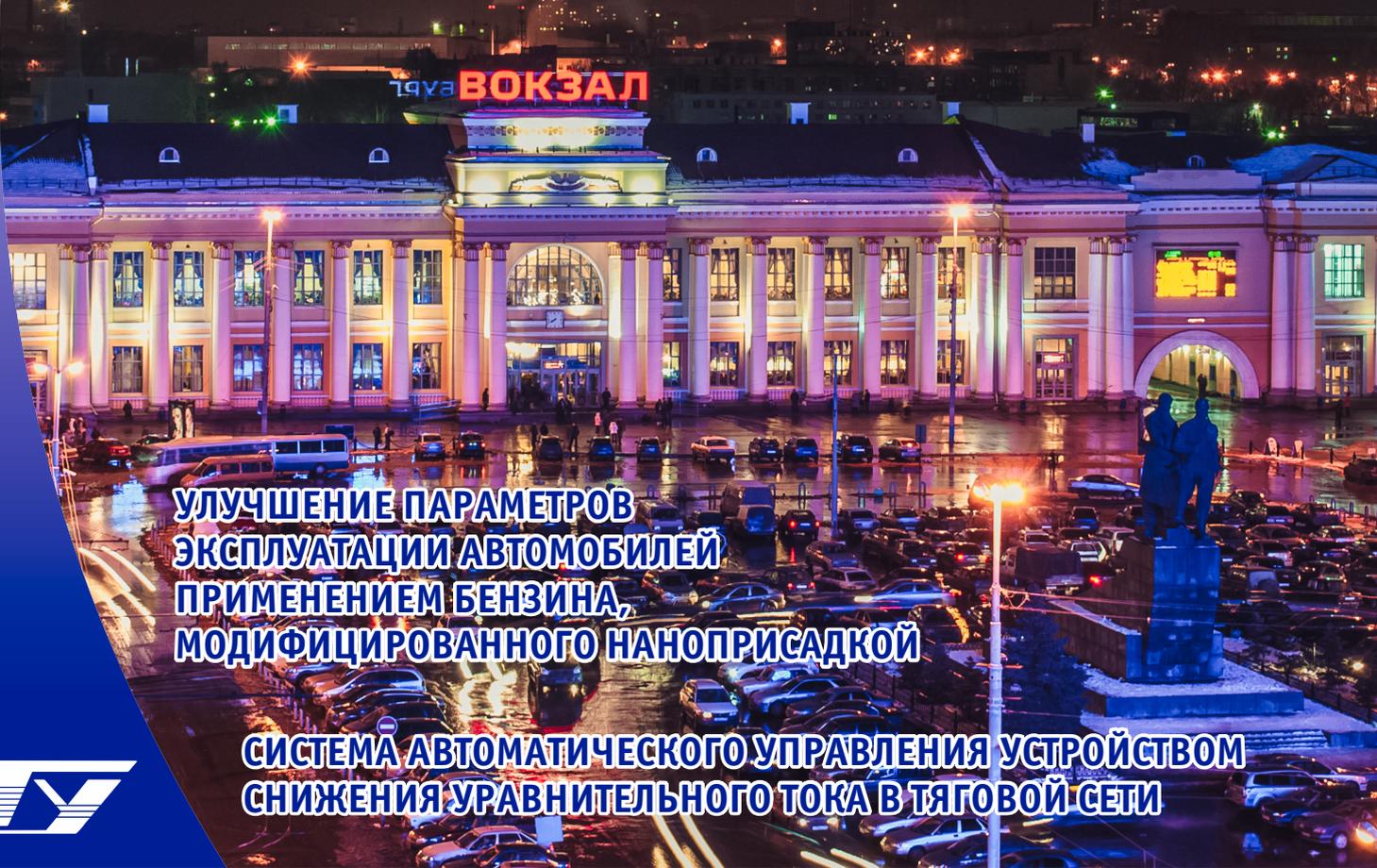


**МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
СТАНЦИЙ В ТРАНСПОРТНОМ УЗЛЕ**

**ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИЗЛОМОВ
И ИХ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ**

**ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
ТУПИКОВЫХ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ**

**РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ
ПО ПЕРЕЛОМУ МАССЫ СОСТАВА**



**УЛУЧШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ
ПРИМЕНЕНИЕм БЕНЗИНА,
МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОПРИСАДКОЙ**

**СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ
СНИЖЕНИЯ УРАВНИТЕЛЬНОГО ТОКА В ТЯГОВОЙ СЕТИ**



МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

1. Александр Галкин, д-р техн. наук, профессор, главный редактор журнала «Транспорт Урала», Екатеринбург, Россия
2. Александер Сладковски, д-р техн. наук, профессор, Силезский технический университет, Польша
3. Эдуард Горкунов, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, Екатеринбург, Россия
4. Аксель Шмидер, д-р, «Сименс АГ», отраслевой сектор, департамент транспорта «Железнодорожное строительство», Эрланген, Германия
5. Эрки Хамалайнен, д-р экон. наук, университет Аалто, Школа экономики, Финляндия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. Александров Александр Эрнстович, д-р техн. наук, доцент, научный редактор, Екатеринбург
2. Булаев Владимир Григорьевич, д-р техн. наук, доцент, Екатеринбург
3. Галиев Ильхам Исламович, д-р техн. наук, профессор, Омск
4. Козлов Петр Алексеевич, д-р техн. наук, профессор, Москва
5. Комаров Константин Леонидович, д-р техн. наук, профессор, Новосибирск
6. Лапшин Василий Федорович, д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург
7. Ларин Олег Николаевич, д-р техн. наук, профессор, Москва
8. Ледяев Александр Петрович, д-р техн. наук, профессор, Санкт-Петербург
9. Румянцев Сергей Алексеевич, д-р техн. наук, с.н.с., Екатеринбург
10. Сай Василий Михайлович, д-р техн. наук, профессор, зам. главного редактора, Екатеринбург
11. Смольянинов Александр Васильевич, д-р техн. наук, профессор, Екатеринбург
12. Хоменко Андрей Павлович, д-р техн. наук, профессор, Иркутск
13. Шароглазов Борис Александрович, д-р техн. наук, профессор, Челябинск

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

1. Alexander Galkin, DSc, professor, editor-in-chief of the journal «Transport of the Urals», Ekaterinburg, Russia
2. Alexander Sladkowski, professor, Silesian University of Technology, Poland
3. Eduard Gorkunov, DSc, professor, academician of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
4. Axel Schmieder, DSc, Siemens AG, Industry Sector, Mobility Division, Transportation Engineering, Erlangen, Germany
5. Erkki Hamalainen, DSc, Aalto University School of Economics, Finland

EDITORIAL BOARD

1. Alexandrov Alexander Ernstovich, DSc, associate professor, science editor, Ekaterinburg
2. Bulaev Vladimir Grigorievich, DSc, associate professor, Ekaterinburg
3. Galiev Ilkham Islamovich, DSc, professor, Omsk
4. Kozlov Petr Alexeyevich, DSc, professor, Moscow
5. Komarov Konstantin Leonidovich, DSc, professor, Novosibirsk
6. Lapshin Vasily Fedorovich, DSc, professor, Ekaterinburg
7. Larin Oleg Nikolayevich, DSc, professor, Moscow
8. Ledyev Alexander Petrovich, DSc, professor, Saint-Petersburg
9. Rumyantsev Sergey Alexeyevich, DSc, senior staff scientist, Ekaterinburg
10. Say Vasily Mikhaylovich, DSc, professor, deputy editor-in-chief, Ekaterinburg
11. Smolyaninov Alexander Vasilyevich, DSc, professor, Ekaterinburg
12. Khomenko Andrey Pavlovich, DSc, professor, Irkutsk
13. Sharoglazov Boris Alexandrovich, DSc in Engineering, professor, Chelyabinsk

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТРАНСПОРТА		GENERAL TRANSPORT PROBLEMS	
<i>П. А. Козлов, С. П. Вакуленко, В. П. Козлова.</i>		<i>P. A. Kozlov, S. P. Vakulenko, V. P. Kozlova.</i>	
Модель адаптивного взаимодействия станций в транспортном узле	3	Model of adaptive interaction of stations in transport node.....	3
АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ		AUTOMATION, TELEMCHANICS AND COMMUNICATION	
<i>М. Л. Попова, А. Н. Попов, С. В. Бушуев. Оценка вероятностей возникновения изломов и их выявления рельсовыми цепями</i>		<i>M. L. Popova, A. N. Popov, S. V. Bushuev. Assessment of probabilities of rail failures and their detection by rail circuits.....</i>	
	8		8
ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ		CARGO AND PASSENGER TRANSPORTATION	
<i>В. М. Курганов, М. В. Грязнов, Е. А. Тимофеев.</i>		<i>V. M. Kurganov, M. V. Gryaznov, E. A. Timofeev.</i>	
Фактор времени в ситуационном управлении автомобильными перевозками живой птицы	15	The time factor in the situational management of road transport of live poultry.....	15
<i>Е. Д. Псеровская, А. П. Грешенштейн.</i>		<i>E. D. Pserovskaya, A. P. Grefenshteyn.</i>	
Оценка эффективности распределительного центра при разных вариантах консолидации грузопотоков	22	Assessment of efficiency of distribution centre at different variants of freight traffic consolidation	22
<i>А. В. Колин, А. А. Бакин. Подходы к повышению пропускной способности тупиковых пассажирских станций</i>		<i>A. V. Kolin, A. A. Bakin.</i>	
	28	Approaches to increase capacity of dead-end passenger stations.....	28
<i>А. В. Мартыненко, Е. Г. Филиппова.</i>		<i>A. V. Martynenko, E. G. Filippova.</i>	
Моделирование пространственного распределения междугородных автомобильных поездок на основе данных сервисов карпулинга	33	Modeling of spatial distribution of intercity automobile trips on the basis of carpooling services data	33
ВАГОНЫ И ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО		RAILWAY CARS AND CARRIAGE EQUIPMENT	
<i>Е. В. Козеев, О. С. Самошкин, Е. Н. Попов, В. Е. Волков.</i>		<i>E. V. Kozeev, O. S. Samoshkin, E. N. Popov, V. E. Volkov.</i>	
Разработка и испытания датчиков повышенной надежности для системы контроля нагрева букс	39	Development of tests of increased reliability sensors for inspection system of axle box heating	39
<i>В. А. Ханис, С. В. Беспалько, И. А. Ключиков, А. Л. Ханис, А. А. Ханис.</i>		<i>V. A. Khanis, S. V. Bepalko, I. A. Klyuchikov, A. L. Khanis, A. A. Khanis.</i>	
Модель обнаружения и оценки пожароопасности искровых разрядов в электрических сетях пассажирских вагонов на основе применения волоконно-оптических датчиков	46	Model for detecting and evaluating the fire hazard of spark discharges in the electrical networks of passenger cars based on the use of fiber-optic sensors	46
ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И ТЯГА		ROLLING STOCK AND TRACTION	
<i>М. В. Башаркин, А. Г. Исачева. Особенности токораспределения в тяговой рельсовой сети при тяжеловесном движении</i>		<i>M. V. Basharkin, A. G. Isaycheva. Features of current distribution in the traction rail network for heavy-haul traffic.....</i>	
	52		52
ПУТЬ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО		RAILWAY CONSTRUCTION AND RAILWAY TRACK	
<i>В. А. Подвербный, П. Н. Холодов.</i>		<i>V. A. Podverbnyy, P. N. Kholodov.</i>	
Расчет эксплуатационных расходов по перелому массы состава	59	Calculation of operating costs on change of train weight	59
<i>Т. Н. Асалханова, А. А. Осколков. Организация транспортного производства путевых работ с учетом информационного моделирования</i>		<i>T. N. Asalkhanova, A. A. Oskolkov. Organization of transport production of permanent way work with the consideration for information modeling</i>	
	65		65
<i>Я. А. Швец, А. Ю. Журавлев. Грузоподъемность столбчатых опор железнодорожных мостов, запроектированных по принципу I на многолетнемерзлых грунтах</i>		<i>Ya. A. Shvets, A. Yu. Zhuravlev. Carrying load of column poles of railway bridges that are designed according the I-st principle on permafrost ground</i>	
	68		68
АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ		MOTOR TRANSPORT	
<i>Е. Р. Магарил. Улучшение параметров эксплуатации автомобилей применением бензина, модифицированного наноприсадкой</i>		<i>E. R. Magaril. Improvement of vehicles operation by application of gasoline modified with nano-additive.....</i>	
	75		75
<i>В. А. Буйвис, А. В. Новичихин. Распределение ресурсов в автодорожном комплексе: механизм возврата инвестиций (на примере Новокузнецка)</i>		<i>V. A. Buyvis, A. V. Novichikhin. Distribution of resources in the road complex: the mechanism of return on investments (on the example of Novokuznetsk)</i>	
	80		80
<i>А. В. Соколов, А. В. Маркелов, В. А. Масленников, Д. А. Устинов.</i>		<i>A. V. Sokolov, A. V. Markelov, V. A. Maslennikov, D. A. Ustinov.</i>	
Экспериментальное обоснование целесообразности совершенствования методики проектных расчетов дорожных автозаправочных станций	86	Experimental substantiation of expediency for improvement of method for project calculations of gas stations	86
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ТЯГА		ELECTRIC TRACTION	
<i>А. П. Буйносов, Е. С. Юдт, А. А. Францкевич.</i>		<i>A. P. Buynosov, E. S. Yudt, A. A. Frantskevich.</i>	
Влияние скорости кинетического проскальзывания колеса на коэффициент сцепления колеса с рельсом	90	Influence of kinetic slip speed of a wheel on a wheel-rail friction coefficient.....	90
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ		ELECTRIC SUPPLY	
<i>В. Н. Ли, Ю. А. Константинова, А. М. Константинов.</i>		<i>V. N. Li, Yu. A. Konstantinova, A. M. Konstantinov.</i>	
Система автоматического управления устройством снижения уравнильного тока в тяговой сети	93	Automatic control system of device for reducing equalizing current in traction network.....	93
<i>А. А. Ковалев, С. В. Лобастов.</i>		<i>A. A. Kovalev, S. V. Lobastov.</i>	
Исследование проблем настройки дугогасящих реакторов	99	Study of configuration problems of arc-suppression coils	99
<i>Ю. П. Неугодников, И. П. Неугодников. Анализ энергетической эффективности работы выпрямительно-инверторных преобразователей тяговых подстанций постоянного тока</i>		<i>Yu. P. Neugodnikov, I. P. Neugodnikov. Energy efficiency analysis of operation of rectifying and inverter transformers for direct current traction substations</i>	
	104		104
АСПИРАНТСКАЯ ТЕТРАДЬ		RESEARCH OF YOUNG SCIENTISTS	
<i>А. А. Бородин. Методика расчета дополнительных затрат времени на формирование «барьерных групп» вагонов</i>		<i>A. A. Borodin. Method for calculation of additional time consumption on making-up of «barrier car groups»</i>	
	109		109

15. Priyadarshi D., Paul K. K., Pradhan S. Impacts of biodiesel, fuel additive, and injection pressure on engine emission and performance // Journal of Energy Engineering. 2019.145. 04019006.
16. Магарил Е. Р., Магарил Р. З. Повышение экологической безопасности и эффективности эксплуатации автотранспорта применением присадки к топливам // Транспорт Урала. 2014. № 2 (41). С. 84–89. ISSN 1815–9400.
17. Магарил Е. Р., Магарил Р. З. Снижение потерь бензина от испарения введением поверхностно-активной топливной присадки // Транспорт Урала. 2015. № 3 (46). С. 93–97. ISSN 1815–9400.
18. Impact of emulsion fuel with nano-organic additives on the performance of diesel engine / W. M. Yang, H. An, S. K. Chou et al. // Applied Energy. 2013. 112. Pp. 1206–1212.
19. Sahoo R. R., Jain A. Experimental analysis of nanofuel additives with magnetic fuel conditioning for diesel engine performance and emissions // Fuel. 2019. 236. Pp. 365–372.
20. Performance and emissions investigation of a single cylinder diesel engine using enhanced blend biodiesel by nanoparticles / H. H. Al-Kayiem, H. A. A. Wahhab, E. Magaril, A. R. A. Aziz // AIP Conference Proceedings. 2018. 2035. 020008.
21. Применение наноприсадки для повышения экологической безопасности и топливной экономичности автомобилей / Е. Р. Магарил, Р. З. Магарил, Е. Н. Скворцова, И. А. Анисимов // Транспорт Урала. 2020. № 3 (66). С. 51–56. DOI: 10.20291/1815-9400-2020-3-51-56. ISSN 1815–9400.
22. Magaril E. & Magaril R. Fuel Quality: Challenges to the Sustainable Development of Automobile Transport and Approach to Solution // E3S Web of Conferences. 2016. 6. 03001.
23. Magaril E., Magaril R. Improving the environmental and performance characteristics of vehicles by introducing the surfactant additive into gasoline // Environmental Science and Pollution Research. 2016. 23 (17). Pp. 17049–17057.
24. Магарил Е. Р., Магарил Р. З. Повышение экологической устойчивости автотранспорта улучшением качества топлив // Известия вузов. Нефть и газ. 2016. № 4. С. 103–110. ISSN 0445–0108.
25. Magaril E., Magaril R. Impact of surfactants in micro concentrations on certain properties of organic liquids as a basis for improving some oil-and-gas industry processes and properties of gasoline // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2017. 529. Pp. 733–738.
26. Влияние нагарообразования на экологическую безопасность эксплуатации автомобилей с бензиновыми двигателями / Е. Р. Магарил, Р. З. Магарил, А. В. Чендарев, Н. В. Корзун // Известия вузов. Нефть и газ. 2011. № 3. С. 85–88. ISSN 0445–0108.
27. Защитно-каталитический нанослой для бензиновых двигателей внутреннего сгорания / Е. Р. Магарил, Р. З. Магарил, В. Г. Бамбуров [и др.] // Химическая технология. 2011. Т. 12. № 8. С. 485–490. ISSN 1684–5811.
28. Магарил Е. Р., Магарил Р. З., Бамбуров В. Г. Особенности процесса горения в бензиновых двигателях внутреннего сгорания // Физика горения и взрыва. 2014. Т. 50. № 1. С. 85–89. ISSN 0430–6228.
29. Gruse W. A., Stevens D. R. Chemical Technology of Petroleum New York : McGraw-Hill, 1960.
30. Гурев А. А., Азев В. С. Автомобильные бензины. Свойства и применение. Москва : Нефть и газ, 1996. 444 с.
15. Priyadarshi D., Paul K. K., Pradhan S. Impacts of biodiesel, fuel additive, and injection pressure on engine emission and performance // Journal of Energy Engineering. 2019.145. 04019006.
16. Magaril E. R., Magaril R. Z. Improving environmental safety and efficient operation of motor vehicles by using fuel additive [Povyshenie ekologicheskoy bezopasnosti i effektivnosti ekspluatatsii avtotransporta primeneniem prisadki k toplivam] // Transport of the Urals. 2014. No. 2 (41). Pp. 84–89. ISSN 1815–9400.
17. Magaril E. R., Magaril R. Z. Reduction of gasoline evaporation losses through introduction of surfactant fuel additive [Snizhenie poter' benzina ot ispareniya vvedeniem poverkhnostno-aktivnoy toplivnoy prisadki] // Transport of the Urals. 2015. No. 3 (46). Pp. 93–97. ISSN 1815–9400.
18. Impact of emulsion fuel with nano-organic additives on the performance of diesel engine / W. M. Yang, H. An, S. K. Chou et al. // Applied Energy. 2013. 112. Pp. 1206–1212.
19. Sahoo R. R., Jain A. Experimental analysis of nanofuel additives with magnetic fuel conditioning for diesel engine performance and emissions // Fuel. 2019. 236. Pp. 365–372.
20. Performance and emissions investigation of a single cylinder diesel engine using enhanced blend biodiesel by nanoparticles / H. H. Al-Kayiem, H. A. A. Wahhab, E. Magaril, A. R. A. Aziz // AIP Conference Proceedings. 2018. 2035. 020008.
21. Application of nano-additive to gasoline to increase environmental safety and fuel economy of cars [Primenenie nanoprisadki dlya povysheniya ekologicheskoy bezopasnosti i toplivnoy ekonomichnosti avtomobiley] / E. R. Magaril, R. Z. Magaril, E. N. Skvortsova, I. A. Anisimov // Transport of the Urals. 2020. No. 3 (66). Pp. 51–56. DOI: 10.20291/1815-9400-2020-3-51-56. ISSN 1815–9400.
22. Magaril E. & Magaril R. Fuel Quality: Challenges to the Sustainable Development of Automobile Transport and Approach to Solution // E3S Web of Conferences. 2016. 6. 03001.
23. Magaril E., Magaril R. Improving the environmental and performance characteristics of vehicles by introducing the surfactant additive into gasoline // Environmental Science and Pollution Research. 2016. 23 (17). Pp. 17049–17057.
24. Magaril E. R., Magaril R. Z. Enhancement the environmental stability of vehicles through improving the quality of fuels [Povyshenie ekologicheskoy ustoychivosti avtotransporta uluchsheniem kachestva topliv] // Oil and Gas Studies. 2016. No. 4. Pp. 103–110. ISSN 0445–0108.
25. Magaril E., Magaril R. Impact of surfactants in micro concentrations on certain properties of organic liquids as a basis for improving some oil-and-gas industry processes and properties of gasoline // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2017. 529. Pp. 733–738.
26. Influence of carbonization on environmental safety of operation of cars with gasoline engines [Vliyanie nagaroobrazovaniya na ekologicheskuyu bezopasnost' ekspluatatsii avtomobiley s benzinovymi dvigatelyami] / E. R. Magaril, R. Z. Magaril, A. V. Chendarev, N. V. Korzun // Oil and Gas Studies. 2011. No. 3. Pp. 85–88. ISSN 0445–0108.
27. Protective catalytic nano-layer for gasoline internal-combustion engines [Zashhitno-kataliticheskiy нанослой для бензиновых двигателей внутреннего сгорания] / E. R. Magaril, R. Z. Magaril, V. G. Bamburov [et al.] // Chemical Technology 2011. Vol. 12. No. 8. Pp. 485–490. ISSN 1684–5811.
28. Magaril E. R., Magaril R. Z., Bamburov V. G. Specific features of combustion in gasoline-driven internal combustion engines [Osobennosti protsessy goreniya v benzinovykh dvigatelyakh vnutrennego sgoraniya] // Combustion, Explosion and Shock Waves. 2014. Vol. 50. No. 1. Pp. 85–89. ISSN 0430–6228.
29. Gruse W. A., Stevens D. R. Chemical Technology of Petroleum New York : McGraw-Hill, 1960.
30. Gureev A. A., Azev V. S. Automobile gasoline. Properties and application [Avtomobil'nye benziny. Svoystva i primeneniye]. Moscow : Oil and Gas, 1996. 444 p.

УДК 625.7:004.942

Виталий Александрович Буйвис, аспирант кафедры транспорта и логистики Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ), Новокузнецк, Россия,

Алексей Викторович Новичихин, доктор технических наук, профессор кафедры «Логистика и коммерческая работа» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС), Санкт-Петербург, Россия

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОВ В АВТОДОРОЖНОМ КОМПЛЕКСЕ: МЕХАНИЗМ ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ НОВОКУЗНЕЦКА)

Vitaliy Alexandrovich Buyvis, postgraduate student, Transport and Logistics Department, Siberian State Industrial University (SSIU), Novokuznetsk, Russia,

Alexey Viktorovich Novichikhin, DSc in Engineering, Professor, Logistics and Commercial Work Department, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PSTU), St. Petersburg, Russia

Distribution of resources in the road complex: the mechanism of return on investments (on the example of Novokuznetsk)

Аннотация

Предложена процедура выбора механизма возврата инвестиций в инфраструктурные проекты, реализуемые в автодорожном комплексе с применением механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП). Процедура содержит алгоритм корректировки маршрутов для определения величины ожидаемого платежеспособного спроса. Алгоритм корректировки маршрутов доставки грузов позволяет исключить субъективность получаемых оценок и возможность манипулирования параметрами проектов ГЧП.

Для определения эффективности предлагаемой процедуры выполнено сравнение с методикой расчета величины ожидаемого платежеспособного спроса методом экспертных оценок. Задача решена на примере проекта повышения технического уровня и эксплуатационного состояния Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороги.

Ключевые слова: распределение ресурсов, автодорожный комплекс, проект государственно-частного партнерства, плата за проезд, алгоритм корректировки маршрутов, механизм возврата инвестиций.

Summary

The procedure for selecting the mechanism of return on investment in infrastructure projects implemented in the road complex with the use of public-private partnership (PPP) mechanisms is proposed. The procedure contains an algorithm for adjusting routes to determine the amount of expected effective demand. The algorithm for adjusting cargo delivery routes eliminates the subjectivity of the estimates obtained and the possibility of manipulating the parameters of PPP projects when determining the expected effective demand for travel. To determine the effectiveness of the proposed procedure in this paper, a comparison is made with the method of calculating the value of the expected effective demand by the method of expert assessments. The problem is solved on the example of the project to improve the technical level and operational condition of the Novokuznetsk Ring Road.

Keywords: resource allocation, road complex, public-private partnership project, tolls, route adjustment algorithm, investment return mechanism.

DOI: 10.20291/1815-9400-2021-3-80-85

ВВЕДЕНИЕ

По итогам 2020 г. Кемеровская область — Кузбасс в рейтинге социально-экономического положения регионов оказалась на 39-м месте из 85 субъектов Российской Федерации (снижение значения интегрального рейтинга составило 12,9 пункта) [1].

Автодорожное хозяйство в Кемеровской области — Кузбассе финансируется за счет средств национальных проектов и дорожных фондов [2]. В результате к 2024 г. в рамках реализации национальных проектов «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры» планируется повысить долю протяженности автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям, не менее чем до 50,6% [3, 4]. Увеличение объемов перевозок автомобильным транспортом на 10% по сравнению с плановыми значениями снизило эффективность инвестиций в инфраструктурные проекты автодорожного комплекса Кемеровской области — Кузбасса. Предусмотренные объемы финансирования не позволяют достичь плановых показателей транспортно-эксплуатационного состояния, пропускной способности и уровня безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах региона [5]. Один из инструментов, позволяющий увеличить объемы финансирования и обеспечить достижение запланированных показателей национальных проектов, — привлечение частных инвестиций в инфраструктурные проекты с помощью механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) [6, 7]. Программой социально-экономического развития Кемеровской области — Кузбасса до 2024 г. инвестиции в инфраструктурные проекты автодорожного комплекса за счет заключения концессионных соглашений запланированы в объеме не менее 21,0 млрд руб. (2021–2024 гг.), а в качестве единственного механизма возврата инвестиций предусмотрен прямой сбор платы [5]. В соответствии с «Рекомендациями по реализации про-

ектов государственно-частного партнерства) ожидаемый платежеспособный спрос на проезд на платных участках может оказаться на 20–30% ниже прогнозного значения, что создает угрозу потери до 100% инвестиций частным партнерам [8].

Таким образом, выбор механизма возврата инвестиций в проекты ГЧП автодорожного комплекса осуществляется на основе решения задачи по определению платежеспособного спроса. В статье эта задача решается на примере проекта повышения технического уровня и эксплуатационного состояния Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороги (НКАД) [9].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОЖИДАЕМОГО ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОГО СПРОСА НА НОВОКУЗНЕЦКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Методика расчета величины ожидаемого платежеспособного спроса методом экспертных оценок разработана в соответствии с Федеральным законом «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [10], ОДМ 218.2.017–2011 [11], ОДМ 218.4.023–2015 [12], Постановлением Правительства Российской Федерации «О плате за проезд транспортных средств по платным автомобильным дорогам общего пользования федерального значения, платным участкам таких автомобильных дорог (в том числе если платным участком автомобильной дороги является отдельное искусственное дорожное сооружение)» [13], федеральными законами «О концессионных соглашениях» [14] и «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [15].

Процесс расчета величины ожидаемого платежеспособного спроса состоит из трех этапов.

На первом этапе определяются нижняя и верхняя границы значения платы за проезд по платной дороге. Для этого рассчитываются:

величина экономической выгоды, получаемой пользователями платных дорожных услуг, по сравнению с альтернативным бесплатным маршрутом;

нижняя граница платы за проезд, ниже которой предоставление платных услуг экономически нецелесообразно, так как не покрываются затраты на текущее содержание дорожного объекта;

предельная (максимальная) граница платы за проезд, превышение которой лишает пользователей платных дорожных услуг экономической выгоды.

На втором этапе полученный диапазон значений платы за проезд разбивается на равные интервалы. Для каждого интервала определяется среднее значение платы. Далее методом экспертных оценок определяется наиболее предпочтительная для пользователей платного объекта величина платы за проезд.

На последнем, третьем, этапе определяются значения платы за проезд и ожидаемого платежеспособного спроса, максимально удовлетворяющие всем требованиям, заявленным инвесторами и пользователями объектов автодорожного комплекса.

Исходные данные для определения ожидаемого платежеспособного спроса на НКАД

1. Платный дорожный объект — Новокузнецкая кольцевая автомобильная дорога. Протяженность 49,6 км, средняя скорость движения 53,53 км/ч.

2. Альтернативный маршрут — улично-дорожная сеть г. Новокузнецка и пос. Колачево, включая ул. Куйбышева и ул. Дмитрова. Протяженность маршрута 37 км, средняя скорость движения 32,84 км/ч.

3. Ежегодные затраты — 142,82 млн руб.

4. Требования инвестора: срок окупаемости не более 10 лет, значение чистого дисконтированного дохода за период реализации проекта — не менее 500 млн руб.

Решение

1. Величина экономической выгоды, получаемой пользователями платных дорожных услуг, по сравнению с альтернативным бесплатным маршрутом составляет 66,77 руб./авт.

2. Нижняя граница платы за проезд, ниже которой предоставление платных услуг экономически нецелесообразно, составляет 13,00 руб./авт.

3. Рассчитанные средние значения платы за проезд приведены в табл. 1.

4. Для определения наиболее предпочтительной для пользователей автодорожным объектом платы за проезд обработана 351 экспертная оценка.

5. По результатам обработки экспертных данных (табл. 2) установлено, что наиболее приемлемой для пользователей НКАД является плата за проезд в размере 20,5 руб./авт.

Таблица 1

Расчет среднего значения платы за проезд по Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороге

Показатель	Значение						
	13	18	23	28	33	38	43
Нижняя граница тарифа на интервале, руб.	13	18	23	28	33	38	43
Верхняя граница тарифа на интервале, руб.	18	23	28	33	38	43	48
Средняя величина тарифа на интервале, руб./авт.	15,5	20,5	25,5	30,5	35,5	40,5	45,5
Средняя величина тарифа на интервале, руб./авт. км	0,31	0,41	0,51	0,61	0,72	0,82	0,92

Таблица 2

Результаты обработки экспертных данных определения наиболее предпочтительной для пользователей Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороги платы за проезд

Уровень соответствия тарифа ожиданиям пользователей	Значение для тарифа, руб./авт.						
	15,5	20,5	25,5	30,5	35,5	40,5	45,5
Дешевый	100	12	10	–	–	–	–
Оптимальный	–	88	70	60	45	30	20
Высокий	–	–	20	40	55	70	80

Таблица 3

Расчет ожидаемого платежеспособного спроса на Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороге методом экспертных оценок

Средняя величина тарифа на интервале, руб./авт.	СКО	Коэффициент неравномерности	Среднее значение ожидаемого платежеспособного спроса, авт./сут	Срок окупаемости, лет	Чистый дисконтированный доход за период реализации проекта, млн руб.
20,5	2616,22	1,193	13009	9,7	704,12

6. Согласно расчету ожидаемого платежеспособного спроса методом экспертных оценок (табл. 3), величина платы за проезд в размере 20,5 руб./авт., являясь предпочтительной для пользователей НКАД, позволяет получить большую прибыль (704,12 млн руб.) и имеет меньший срок окупаемости (9,7 года), что полностью соответствует требованиям инвестора.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОЖИДАЕМОГО ПЛАТЕЖЕСПОСОБНОГО СПРОСА НА НОВОКУЗНЕЦКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМА КОРРЕКТИРОВКИ МАРШРУТОВ

В данной работе предлагается отказаться от определения величины ожидаемого платежеспособного спроса методом экспертных оценок и воспользоваться методикой, приведенной в [16–18], которая содержит алгоритм корректировки маршрутов доставки грузов.

Применение алгоритма для решения задачи многокритериального выбора варианта маршрута позволяет получить решение, максимально удовлетворяющее всем требованиям, заявленным пользователями объектов автодорожного комплекса.

Процедура определения механизма возврата инвестиций в инфраструктурные проекты ГЧП в автодорожном комплексе с оценкой величины ожидаемого платежеспособного спроса при помощи алгоритма корректировки маршрутов представлена на рис. 1.

Корректировку маршрутов доставки грузов с учетом состояния системы распределения ресурсов автодорожного комплекса, решаемую методом анализа иерархий, выполним для автомобиля ГАЗ 330202 000 «ТЕН-НК».

Исходные данные для расчета:

1. Пункт отправления — с. Атаманово, ул. Суворова, д. 18а.
2. Пункт назначения — г. Киселевск, ул. Промышленная, д. 2.
3. Маршрут № 1 протяженностью 100 км включает платный дорожный объект — НКАД, продолжительность движения по маршруту составляет 1 ч 18 мин (рис. 2).

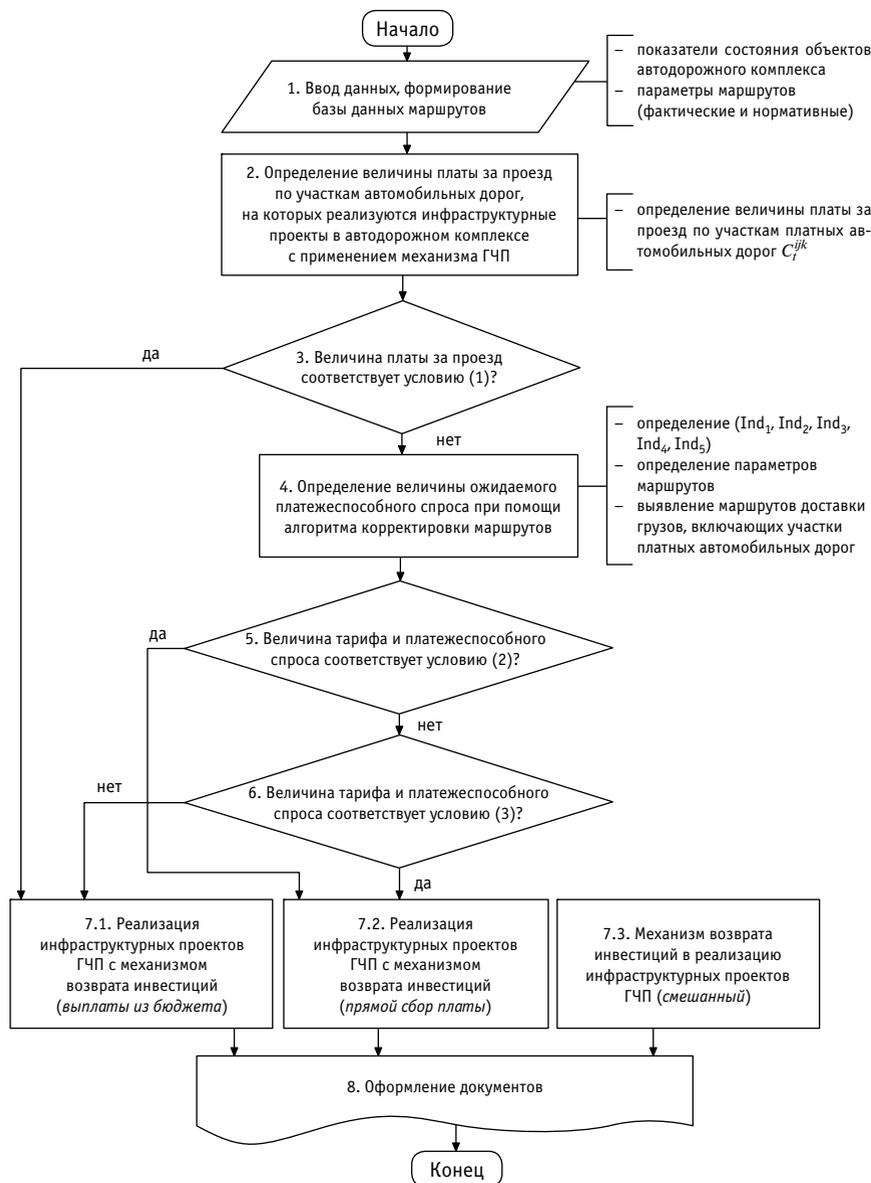


Рис. 1. Процедура выбора механизма возврата инвестиций в инфраструктурные проекты ГЧП в автодорожном комплексе с определением величины ожидаемого платежеспособного спроса при помощи алгоритма корректировки маршрутов

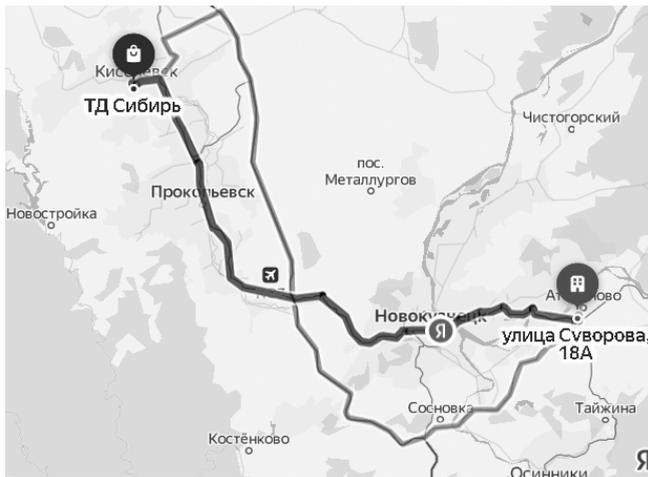


Рис. 2. Схема маршрутов движения

4. Маршрут № 2 (альтернативный) протяженностью 76 км предусматривает движение по улично-дорожной сети г. Новокузнецка и пос. Колачево, включая ул. Куйбышева и ул. Димитрова. Продолжительность движения по маршруту 1 ч 43 мин (см. рис. 2).

5. Маршруты включают участки, не соответствующие нормативным требованиям. Протяженность таких участков на маршруте № 1 составляет 17,3%, на маршруте № 2 — 33,1% от величины маршрута.

6. Перевозки осуществляются ежедневно, количество автомобилей ГАЗ 330202 000 «ТЕН-НК» составляет 3 авт./сут.

7. Стоимость платного проезда по НКАД — 24,0 руб.

Для корректировки маршрута доставки грузов совершаем следующую последовательность шагов.

Определяем векторы приоритетов w_i относительно последнего уровня иерархии и выполняем оценку однородности суждений (табл. 4).

Таблица 4

Исходная матрица попарных сравнений альтернативных проектов по пяти индикаторам

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5
Ind 1	1	2	2	5	8
Ind 2	1/2	1	2	5	2
Ind 3	1/2	1/2	1	2	2
Ind 4	1/5	1/5	1/2	1	1
Ind 5	1/8	1/2	1/2	1	1

Аналогичным образом обрабатываем матрицы парных сравнений для вышележащих уровней. Данные матрицы построены для того, чтобы оценить предпочтительность элементов определенного иерархического уровня относительно элементов вышележащего уровня.

Выполняем иерархический синтез. Вычисление векторов приоритетов проводим в направлении от нижних уровней к верхним с учетом конкретных связей между элементами, принадлежащими различным уровням. Вычисление осуществляем перемножением соответствующих векторов и матриц:

$$\begin{pmatrix} 0,750 & 0,667 & 0,833 & 0,800 & 0,857 \\ 0,250 & 0,333 & 0,167 & 0,200 & 0,143 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,444 \\ 0,259 \\ 0,148 \\ 0,072 \\ 0,077 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,752 \\ 0,247 \end{pmatrix}.$$

Максимальный элемент в матрице — 0,752. Таким образом, корректировку маршрутов с учетом состояния системы и распределения ресурсов автодорожного комплекса планируется решить за счет организации перевозок по маршруту № 1, имеющему наибольший приоритет эффективности.

Далее корректируем маршруты для крупных и средних автотранспортных предприятий городов Новокузнецка, Междуреченска, Мысков, Прокопьевска, Киселевска, Белова, Кемерово и рассчитываем величину ожидаемого платежеспособного спроса на НКАД после реализации мероприятий по повышению технического уровня и эксплуатационного состояния с применением механизма ГЧП. Итоговое значение составит 10500 авт./сут.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗВРАТА ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОЕКТ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ НОВОКУЗНЕЦКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

В рамках данной работы для г. Новокузнецка выполнено моделирование процесса возврата инвестиций в проект повышения технического уровня и эксплуатационного состояния НКАД. При реализации проекта с частным партнером заключается контракт жизненного цикла, по которому выполняются проектирование, реконструкция и последующая эксплуатация объекта. Частично возврат инвестиций и окупаемость проекта предусмотрены за счет получения платы за видеофиксацию случаев нарушения ПДД [8]. Альтернативный маршрут предусматривает движение по улично-дорожной сети г. Новокузнецка и пос. Колачево, включая ул. Куйбышева и ул. Димитрова. Результаты моделирования приведены в табл. 5.

Согласно данным табл. 5, вариант, в котором величина ожидаемого платежеспособного спроса определяется при помощи алгоритма корректировки маршрутов, экономически выгоднее для частного партнера. Его реализация позволяет получить большую прибыль (796,43 млн руб.) и имеет меньший срок окупаемости (8,4 года).

При необходимости снижения нагрузки на улично-дорожную сеть г. Новокузнецка до значений 13000 авт./сут рекомендуется перейти на смешанный механизм возврата инвестиций и выплатами из бюджета компенсировать более 92,31 млн руб. публичному партнеру.

Таблица 5

Результаты моделирования процесса возврата инвестиций в проект повышения технического уровня и эксплуатационного состояния Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороги

Показатель	Определение величины ожидаемого платежеспособного спроса при помощи	
	метода экспертных оценок	алгоритма корректировки маршрутов
Протяженность маршрута, км	49,6/50,0	49,6/50,0
Средняя скорость на маршруте, км/ч	73,8/32,4	73,8/32,4
Величина платы за проезд, руб.	20,50	24,00
Ожидаемый платежеспособный спрос на проезд, авт./сут	13000	10500
Увеличение интенсивности движения, тыс. авт./год	1880,48	967,98
Объем инвестиций, млн руб.	221,2	221,2
Затраты на текущее содержание и ремонт, млн руб./км-год т	57,09	50,92
Срок окупаемости, лет	9,7	8,4
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	704,12	796,43
Механизм возврата инвестиций	Прямой сбор платы	Прямой сбор платы

Примечание. В числителе — по платной дороге, в знаменателе — по улично-дорожной сети г. Новокузнецка и пос. Колачево.

Таким образом, реализация предложенной процедуры предусматривает на различных этапах выполнения проекта использование механизмов возврата инвестиций в зависимости от изменения внешних или внутренних факторов и позволяет получить значение платы за проезд, максимально удовлетво-

ряющее всем требованиям, заявленным инвесторами и пользователями объектов автодорожного комплекса.

Алгоритм корректировки маршрутов доставки грузов включает субъективность получаемых оценок и возможность манипулировать параметрами проектов ГЧП при определении ожидаемого платежеспособного спроса на проезд.

Литература

1. Интегральный рейтинг социально-экономического и экономического положения регионов РФ (по итогам 2020 года). URL: <http://civilfund.ru/mat/123> (дата обращения: 09.06.2021).
2. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области до 2035 года : Закон Кемеровской области от 26.12.2018 г. № 12-03. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550305101> (дата обращения: 09.06.2021).
3. Паспорт национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» : утв. протоколом президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 24.12.2018 г. № 15. URL: <http://static.government.ru/media/files/rBdyoIr3S9IDP8Q87LXXYaktpKWGc0NY.pdf> (дата обращения: 09.06.2021).
4. Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 г. № 2101-р. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (дата обращения: 09.06.2021).
5. Об утверждении программы социально-экономического развития Кемеровской области — Кузбасса до 2024 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.03.2021 г. № 556-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/JdaK3JTUTv5pCKcPuG4ttgPRv6lnaxuU.pdf> (дата обращения: 09.06.2021).
6. Буйвис В. А., Новичихин А. В. Функционирование и распределение ресурсов автодорожного комплекса: индикаторы, модели и сценарии // Экономика и менеджмент систем управления. 2018. № 2.2 (28). С. 296–303. ISSN 2223–0432.
7. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Algorithm for the selection of public-private partnership projects for planning the resources allocation in

References

1. Integral rating of socio-economic and economic situation of the Russian Federation regions (according to the results of the 2020) [Integral'nyy reyting sotsial'no-ekonomicheskogo i ekonomicheskogo polozheniya regionov RF (po itogam 2020 goda)]. URL: <http://civilfund.ru/mat/123> (access date: 09.06.2021).
2. On the approval of Strategy for socio-economic development of the Kemerovo Region up to 2035 [Ob utverzhdenii Strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Kemerovskoy oblasti do 2035 goda] : Law of the Kemerovo Region dated 26.12.2018 No. 12-0Z. URL: <http://docs.cntd.ru/document/550305101> (access date: 09.06.2021).
3. Passport of the national project «Safe and high-quality roads» [Passport natsional'nogo proekta «Bezopasnye i kachestvennye avtomobil'nye dorogi»] : approved by the report of the General Committee of the Russian Federation Presidential Council on strategic development and national projects, dated 24.12.2018 No. 15. URL: <http://static.government.ru/media/files/rBdyoIr3S9IDP8Q87LXXYaktpKWGc0NY.pdf> (access date: 09.06.2021).
4. On the approval of the Complex plan for modernization and extension of mainline infrastructure for the period up to 2024 [Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana modernizatsii i rasshireniya magistral'noy infrastruktury na period do 2024 goda] : Order of the Government of the Russian Federation dated 30.09.2018 No. 2101-r. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (access date: 09.06.2021).
5. On the approval of the program on socio-economic development of the Kemerovo Region — the Kuzbass up to 2024 [Ob utverzhdenii programmy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Kemerovskoy oblasti — Kuzbassa do 2024 goda] : Order of the Government of the Russian Federation dated 06.03.2021 No. 556-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/JdaK3JTUTv5pCKcPuG4ttgPRv6lnaxuU.pdf> (access date: 09.06.2021).
6. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Functioning and distribution resources of the road complex: indicators, models and scenarios [Funksionirovanie i raspredelenie resurosov avtodorozhnogo kompleksa: indikatory, modeli i stsenarii] // Economics and management of control systems. 2018. No. 2.2 (28). Pp. 296–303. ISSN 2223-0432.

- road and transport infrastructure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 377. 012028. DOI: 10.1088/1755-1315/377/1/012028.
8. Министерство экономического развития Российской Федерации. Рекомендации по реализации проектов государственно-частного партнерства. Лучшие практики. URL: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/82489feb-7ce4-41bd-8830-be47cf70063c/metodic2612.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=82489feb-7ce4-41bd-8830-be47cf70063c> (дата обращения: 09.06.2021).
 9. Буйвис В. А., Новичихин А. В. Моделирование сценариев повышения технического уровня и эксплуатационного состояния Новокузнецкой кольцевой автомобильной дороги, реализуемых на основе механизма государственно-частного партнерства // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2020. № 4 (68). С. 127–134. DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).127–134. ISSN 1813–9108.
 10. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями и дополнениями) : Федеральный закон от 08.11.2007 г. № 257-ФЗ. URL: <https://base.garant.ru/12157004/> (дата обращения: 09.06.2021).
 11. ОДМ 218.2.017–2011. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации. Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог с низкой интенсивностью движения : распоряжение Росавтодора от 13.07.2012 г. № 505-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094618> (дата обращения: 03.05.2021).
 12. ОДМ 218.4.023–2015. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по оценке эффективности строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог : распоряжение Росавтодора от 10.11.2015 г. № 2106-р. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420320942> (дата обращения: 03.05.2021).
 13. О плате за проезд транспортных средств по платным автомобильным дорогам общего пользования федерального значения, платным участкам таких автомобильных дорог (в том числе если платным участком автомобильной дороги является отдельное искусственное дорожное сооружение) : Постановление Правительства Российской Федерации от 30.01.2016 г. № 47. URL: <https://sudact.ru/law/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-30012016-n-47/> (дата обращения: 09.06.2021).
 14. О концессионных соглашениях : Федеральный закон от 21.07.2005 г. № 115-ФЗ (с изменениями и дополнениями). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12141176/paragraph/34955:1> (дата обращения: 09.06.2021).
 15. О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 224-ФЗ (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/71129190/> (дата обращения: 09.06.2021)
 16. Буйвис В. А., Новичихин А. В. Алгоритм корректировки маршрутов доставки грузов с учетом состояния системы распределения ресурсов автодорожного комплекса // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2020. № 6. С. 191–197. ISSN 2311–8342.
 17. Buyvis V. A., Yuryeva E. Yu., Novichikhin A. V. Algorithm for the selection of public-private partnership projects for planning the resources allocation in road and transport infrastructure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Sci. 377 012028.
 18. Буйвис В. А., Новичихин А. В. Методические особенности распределения ресурсов при реализации мероприятий по повышению безопасности улично-дорожной сети г. Новокузнецка // Образование — Наука — Производство : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Чита, 2020. С. 119–125.
 7. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Algorithm for the selection of public-private partnership projects for planning the resources allocation in road and transport infrastructure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 377. 012028. DOI: 10.1088/1755-1315/377/1/012028.
 8. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Recommendations on implementation of Public-Private Partnership projects. Best practices [Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii. Rekomendatsii po realizatsii proektov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva. Luchshie praktiki]. URL: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/82489feb-7ce4-41bd-8830-be47cf70063c/metodic2612.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=82489feb-7ce4-41bd-8830-be47cf70063c> (access date: 09.06.2021).
 9. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Modeling scenarios for improving the technical level and operational status of the Novokuznetsk belt road implemented on the basis of the public-private partnership mechanism [Modelirovanie stsensariy povysheniya tekhnicheskogo urovnya i ekspluatatsionnogo sostoyaniya Novokuznetskoy kol'tsevoy avtomobil'noy dorogi, realizuemykh na osnove mekhanizma gosudarstvenno-chastnogo partnerstva] // Modern technologies. System analysis. Modeling. 2020. No. 4 (68). Pp. 127–134. DOI: 10.26731/1813-9108.2020.4(68).127–134. ISSN 1813–9108.
 10. On roads and road operation in the Russian Federation and on amending of separate laws of the Russian Federation (revised and expanded) [Ob avtomobil'nykh dorogakh i o dorozhnoy deyatel'nosti v Rossiyskoy Federatsii i o vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii (s izmeneniyami i dopolneniyami)] : Federal law of the Russian Federation dated 08.11.2007. No. 257-FZ. URL: <https://base.garant.ru/12157004/> (access date: 09.06.2021).
 11. ISRG 218.2.017-2011. Industry-specific road guidance. Guidelines. Design, construction and operation of roads with low volume traffic [ODM 218.2.017-2011. Otrasleyvy dorozhnyy metodicheskyy dokument. Metodicheskie rekomendatsii. Proektirovaniye, stroitel'stvo i ekspluatatsiya avtomobil'nykh dorog s nizkoy intensivnost'yu dvizheniya] : Order of the Rosavtodor dated 13.07.2012 No. 505-r. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094618> (access date: 03.05.2021).
 12. ISRG 218.4.023-2015. Industry-specific road guidance. Guidelines on assessment of efficiency of construction, reconstruction, overhaul and repair of roads [ODM 218.4.023-2015. Otrasleyvy dorozhnyy metodicheskyy dokument. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti stroitel'stva, rekonstruktsii, kapital'nogo remonta i remonta avtomobil'nykh dorog] : Order of the Rosavtodor dated 10.11.2015 No. 2106-r. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420320942> (access date: 03.05.2021).
 13. On fairs for movement of vehicles on federal-aid toll roads of public service, toll sections of such roads (including if the toll section of the road is the separate artificial construction) [O plate za proezd transportnykh sredstv po platnym avtomobil'nyim dorogam obshhego pol'zovaniya federal'nogo znacheniya, platnym uchastkam takikh avtomobil'nykh dorog (v tom chisle esli platnym uchastkom avtomobil'noy dorogi yavlyaetsya otdel'noe iskusstvennoe dorozhnoe sooruzhenie)] : the Order of the Government of the Russian Federation dated 30.01.2016 No. 47. URL: <https://sudact.ru/law/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-30012016-n-47/> (access date: 09.06.2021).
 14. On concession agreements [O kontsessionnykh soglasheniyakh] : Federal law of the Russian Federation dated 21.07.2005 No. 115-FZ (with changes and additions). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12141176/paragraph/34955:1> (access date: 09.06.2021).
 15. On Public-Private Partnership, municipal-private partnership in the Russian Federation and modifications of separate legislative acts of the Russian Federation [O gosudarstvenno-chastnom partnerstve, munitsipal'no-chastnom partnerstve v Rossiyskoy Federatsii i vnesenii izmeneniy v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii] : Federal law of the Russian Federation dated 13.07.2015 No. 224-FZ (with changes and additions). URL: <https://base.garant.ru/71129190/> (access date: 09.06.2021)
 16. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Algorithm for adjustment of delivery routes with the consideration for condition of system for distributing resources of road complex [Algoritm korrektyrovki marshrutov dostavki gruzov s uchetoм sostoyaniya sistemy raspredeleniya resursov avtodorozhnogo kompleksa] // Scientific technologies of development and use of mineral resources. 2020. No. 6. P. 191–197. ISSN 2311–8342.
 17. Buyvis V. A., Yuryeva E. Yu., Novichikhin A. V. Algorithm for the selection of public-private partnership projects for planning the resources allocation in road and transport infrastructure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Sci. 377 012028.
 18. Buyvis V. A., Novichikhin A. V. Instructional peculiarities of resources distribution at realization of measures on increase of safety of the Novokuznetsk network of streets [Metodicheskie osobennosti raspredeleniya resursov pri realizatsii meropriyatiy po povysheniyu bezopasnosti ulichno-dorozhnoy seti g. Novokuznetska] // Education — Science — Production : proceedings of the 4th All-Russian research and practice conference. Chita, 2020. Pp. 119–125.