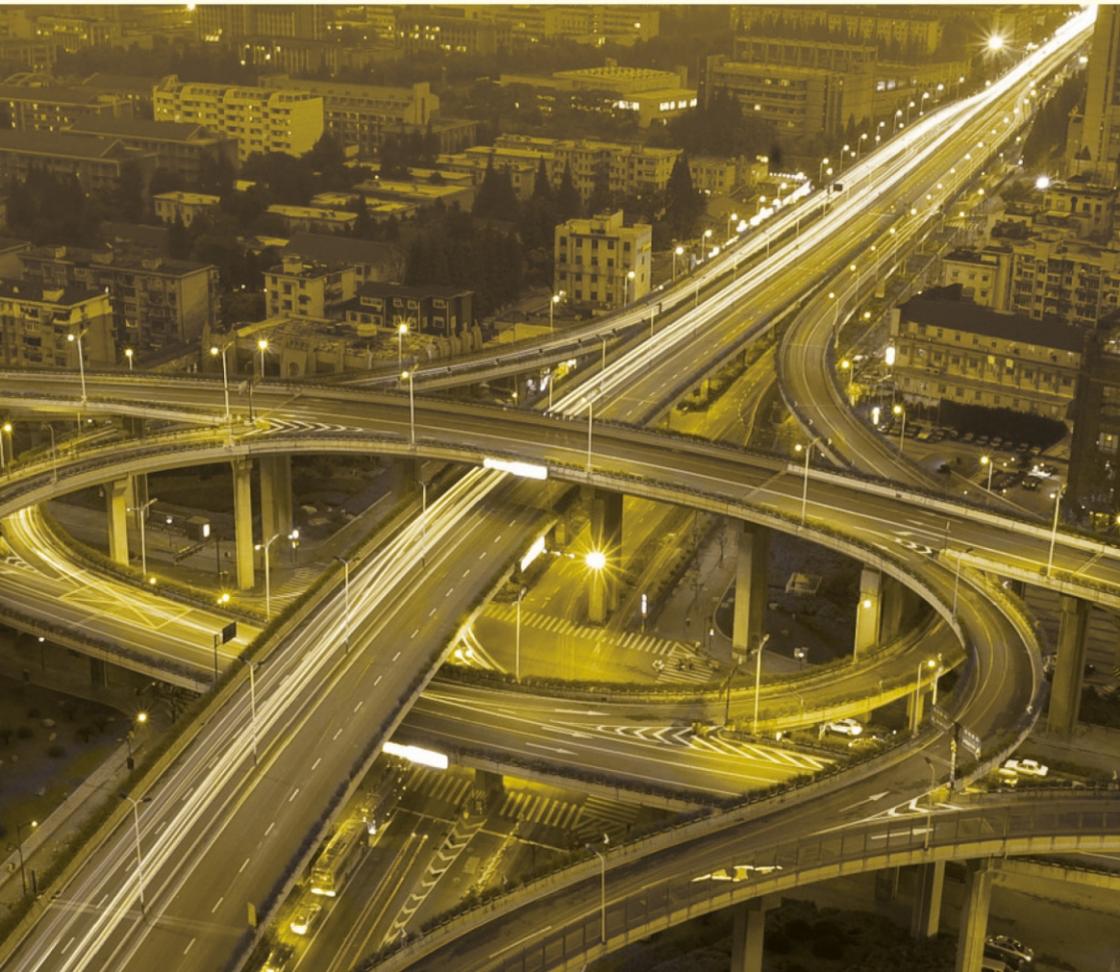


ISSN 2227-930X (online)

# International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies  
VOLUME 12, NUMBER 4, 2022



ISSN 2227-930X (online)

# International Journal of Advanced Studies

Том 12, № 4  
2022

Vol. 12, No. 4  
2022

**Transport and Information Technologies**  
IJAS:T&IT

## Главный редактор

**А.В. Остроух** д.т.н., профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Российская Федерация)

## Editor-in-Chief

**Andrey V. Ostroukh** Dr. Sci. (Tech.), Professor of the Department 'Automated Control Systems' (Moscow Automobile And Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation)

Шеф-редактор - Максимов Я.А.

Выпускающие редакторы - Доценко Д.В., Максимова Н.А.

Корректор - Зливко С.Д.

Компьютерная верстка, дизайн - Орлов Р.В.

Технический редактор, администратор сайта - Бяков Ю.В.

Ответственный секретарь - Коробцева К.А.

Красноярск 2022

12+

# International Journal of Advanced Studies

Transport and Information Technologies

IJAS:T&IT

Специализированный научно-технический рецензируемый журнал  
Peer-reviewed specialized science and technology journal

Периодичность. 4 номера в год / Periodicity. 4 issues per year

Том 12, № 4, 2022 / Vol. 12, No 4, 2022

<p><b>Учредитель и издатель:</b> ООО Научно-инновационный центр</p> <p><b>Журнал основан в 2011 году</b> Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77 - 63681 от 10.11.2015</p> <p>Журнал <b>входит</b> в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук</p> <p><b>Индексирование и реферирование:</b> РИНЦ Ulrich's Periodicals Directory Google Scholar DOAJ BASE WorldCat OpenAIRE ЭБС IPRbooks ЭБС Znanium ЭБС Лань</p> <p>Адрес редакции, издателя и для корреспонденции: Россия, 660127, Красноярский край, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5 к. 192 E-mail: <a href="mailto:ijas@ijournal-as.com">ijas@ijournal-as.com</a> <a href="http://ijournal-as.com/">http://ijournal-as.com/</a> +7 (923) 358-10-20</p> <p>Подписной индекс в каталоге «СИБ-Пресса» – 63681</p>	<p><b>Founder and publisher:</b> Science and Innovation Center Publishing House</p> <p><b>Founded 2011</b> The edition is registered by the Federal Service of Intercommunication and Mass Media Control Mass media registration certificate EL № FS 77 - 63681, issued November 10, 2015.</p> <p>International Journal of Advanced Studies: Transport and Information Technologies is <b>included</b> in the List of leading peer-reviewed scientific journals and publications issued in the Russian Federation, which should publish main scientific results of doctor's and candidate's theses</p> <p><b>Indexing and Abstracting:</b> RSCI Ulrich's Periodicals Directory Google Scholar DOAJ BASE WorldCat OpenAIRE IPRbooks Znanium Lan<sup>2</sup></p> <p>Editorial Board Office: 9 Maya St., 5/192, Krasnoyarsk, 660127, Russian Federation E-mail: <a href="mailto:ijas@ijournal-as.com">ijas@ijournal-as.com</a> <a href="http://ijournal-as.com/">http://ijournal-as.com/</a> +7 (923) 358-10-20</p> <p>Subscription index in the General catalog «SIB-Press» – 63681</p>
---	---

Свободная цена

© Научно-инновационный центр, 2022

### 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).

**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).

**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 (ФАУ «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-2022-12-4-7-26

УДК 656

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Т.В. Коновалова, Ю.Д. Шевцов, С.Л. Надирян,  
М.П. Миронова, М.М. Журавлев*

*С ростом объемов производства транспортной продукции, эффективное управление логистическими затратами предприятия заставляет искать новые подходы в управлении ресурсами предприятия. Логистические издержки напрямую зависят от логистических операций в цепи поставок. Оптимизация логистических издержек предприятия в новых конкурентных условиях предполагает поиск и внедрение инновационных решений в сфере транспортных технологий. В статье рассматривается разработка методов повышения эффективности транспортно-логистических процессов за счет оптимизации логистических издержек предприятия, через оптимизацию систем управления транспортными средствами.*

**Цель** – разработка методики оценки эффективности работы ИСАУ.

**Метод или методология проведения работы:** в статье использовались математические и статистические методы анализа.

**Результаты:** определены наиболее информативные параметры оценки функционирования ИСАУ, которые должны включать расчетную оценку мощностных, экономических, экологических и надежности показателей при различных режимах управления или их сочетания, а также при различных эксплуатационных режимах.

**Область применения результатов:** прикладные исследования в области оценки эффективности транспортно-логистических процессов; проведение исследовательских работ, направленных на создание новых наукоемких технологий оптимизации транспортно-технологических систем.

**Ключевые слова:** транспортно-логистические процессы; транспортное средство; режим управления; двигатель; логистические издержки; интеллектуальные системы автоматического управления

## INCREASING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESSES THROUGH OPTIMIZATION OF VEHICLE CONTROL SYSTEMS

*T.V. Konovalova, Yu.D. Shevtsov, S.L. Nadiryan,  
M.P. Mironova, M.M. Zhuravlev*

*With the growth of production volumes of transport products, the effective management of the logistics costs of the enterprise forces us to look for new approaches in the management of enterprise resources. Logistics costs are directly dependent on logistics operations in the supply chain. Optimizing the logistics costs of an enterprise in the new competitive environment involves the search and implementation of innovative solutions in the field of transport technologies. The article discusses the development of methods for improving the efficiency of transport and logistics processes by optimizing the logistics costs of the enterprise, through the optimization of vehicle control systems.*

**Purpose** – development of a methodology for assessing the effectiveness of ISAS.

**Method or methodology of the work.** The article used mathematical and statistical methods of analysis.

**Results.** The most informative parameters for evaluating the functioning of ISAS were determined, which should include a calculated

assessment of power, economic, environmental and reliability indicators for various control modes or their combinations, as well as for various operating modes.

**Scope of the results.** Applied research in the field of evaluating the effectiveness of transport and logistics processes; carrying out research work aimed at creating new science-intensive technologies for optimizing transport and technological systems.

**Keywords:** transport and logistics processes; vehicle; control mode; engine; logistics costs; intelligent automatic control systems

Автомобильный транспорт обеспечивает единство хозяйственной деятельности всех сфер материального производства. Объемы перевозимых грузов и пассажиров увеличиваются каждый год соответственно на 3–5%, падение предельных значений объемов перевозимых грузов в 2020 году связано с введением коронавирусных ограничений.

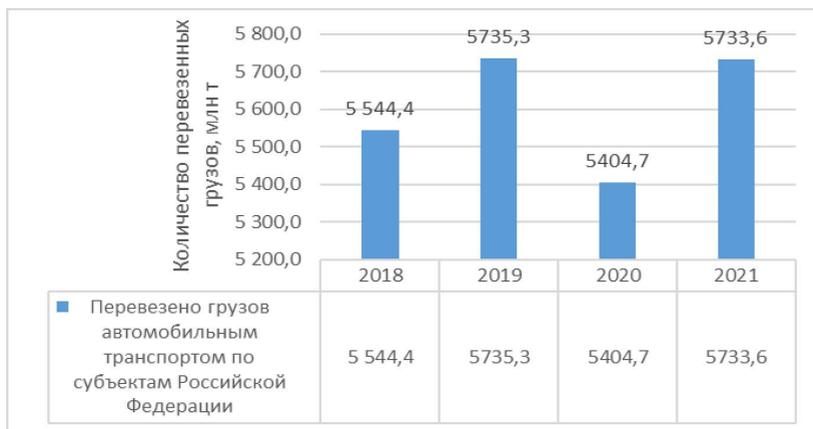


Рис. 1. Анализ объемов перевозимых грузов

Снижение перевозок пассажиров связано с ростом использования легкового автомобильного транспорта, и перераспределением людей с транспорта общего пользования на индивидуальный.



**Рис. 2.** Анализ перевозок пассажиров автобусами общего пользования



**Рис. 3.** Экономический анализ логистических издержек предприятия

В современных условиях возрастающей конкуренции, повышением себестоимости продукции эффективное управление логистическими затратами предприятия является актуальной практической задачей. Логистические издержки напрямую зависят от логистических операций в цепи поставок. Логистические издержки предприятия не ограничиваются учетом движения материальных ресурсов в цепи поставок, они также учитывают технологические процессы производства (трансформационные издержки), возникающие в процессе взаимодействия предприятия с

поставщиками и покупателями, с учетом внешней и внутренней среды предприятия.

Для оптимизации логистических издержек, предприятия необходимо придерживаться следующих направлений, представленных на рисунке 4:



**Рис. 4.** Основные направления оптимизации логистических издержек

Разработка методов повышения эффективности транспортно-логистических процессов за счет оптимизации логистических издержек предприятия, предполагает поиск и внедрение инновационных решений в сфере транспортных технологий.

Рассмотрим транспортное средство – как одно из направлений внедрения инновационных решений. Создания наиболее эффективной системы управления параметрами автомобильного двигателя при различных режимах и условиях его эксплуатации позволит повысить эффективности транспортно-логистических процессов.

Современное развитие транспортных силовых установок и неуклонное совершенствование автомобильной техники на базе двигателей внутреннего сгорания на сегодняшний день предполагает обязательное оснащение их эффективными системами электронного управления (СЭУ), которые должны обеспечить выполнение ряда задач и жестких требований, предъявляемых к ним. К ним относятся повышение топливной экономичности, повышение надежности, обеспечение энергоэффективности, а также высокие требования к

экологичности, безопасности, комфортабельности, уровню шума, вибраций, и др. Это в свою очередь будет влиять на безопасность транспортно-логистических систем, в том числе и экологическую – как одного из параметров системы безопасности движения.

Выполнение вышеперечисленных задач возможно при разработке и применении систем управления на основе искусственного интеллекта, т.е. интеллектуальных систем автоматического управления (ИСАУ).

Интеллектуальные системы автоматического управления (ИСАУ) позволят обеспечить индивидуальную оптимизацию рабочих процессов в каждом цикле каждого цилиндра, автоматически выбирать и устанавливать такие совокупности значений параметров рабочего процесса в цилиндрах двигателя, которые были бы оптимальными по расходу топлива, тепловому состоянию, режиму трения и качеству переходных процессов. При этом алгоритмы управления ИСАУ должны учитывать режимы работы двигателя, при изменяющихся параметрах окружающей среды и ограничения по экологическим и техническим (надёжностным) показателям. Исходя из этого при создании Интеллектуальных систем автоматического управления нового поколения должны быть выполнены следующие требования:

- обеспечение контроля и прогнозирования изменений параметров системы и объекта управления в условиях неопределённости;
- возможность построения режима самообучения системы и объекта управления на основе синтеза и анализа контролируемых параметров и поддержание их работоспособности в условиях неопределённости;
- обеспечение высокой адаптивности к внешним возмущающим воздействиям различной природы за счёт автоматической настройки изменений параметров системы и объекта управления в процессе их работы.

Разработка и применение интеллектуальных систем считается одним из инновационных направлений развития систем управления автомобильных двигателей. Возможность самообучения

системы интеллектуального управления позволяет обойтись без точного моделирования объекта управления и функционирования в условиях, не предусмотренных на этапе проектирования.

Анализ последних публикаций в данной области [1-3] показал, что интеллектуальные системы, построенные на основе нечетких нейронных сетей, начинают внедрять в СЭУ автомобильных двигателей. Данные системы в большинстве своем строятся на архитектурах ANFIS и NNFLC [4, 5]. Архитектура ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) используется в случаях построения нейронной сети с единственным выходом и несколькими входами.

Архитектура NNFLC (Neurons Network Fuzzy Logic Controller) обладает отличительной особенностью – разделением структуры на слои, каждый из которых обладает своим функционалом.

В некоторых системах управления предложено использовать гибридную нечеткую логику [6], которая отличается от обыкновенной нечеткой логики тем, что значение управляемого сигнала описывается аппаратом нечеткой логики, однако функции принадлежности настраиваются с помощью алгоритмов обучения нейронных сетей.

В основе создания интеллектуальных систем управления лежат методы ситуационного управления, при этом, такие системы должны обладать достаточным информационным обеспечением т.е. контролем параметров всех необходимых элементов и систем двигателя за счет имеющихся в них информационно-технологических систем получения и обработки информации. Обеспечение постоянного отслеживания и контроля рабочих параметров двигателя позволяет использовать их **во-первых** – в системе управления с учетом ее адаптации при изменяющихся условиях эксплуатации и технического состояния двигателя, **во-вторых** – для оценки технического состояния и диагностики двигателя и **в-третьих** для составления прогноза дальнейшей его работы.

Таким образом, для разработки современных интеллектуальных систем автоматического управления (ИСАУ) двигателей транспортных средств можно выделить три основные задачи.

**Во-первых**, обеспечение управления работой автомобильного двигателя на требуемых нагрузочно-скоростных режимах с наибольшей эффективностью.

**Во-вторых**, обеспечение выполнения жестких требований по выбросам в атмосферу вредных веществ с отработавшими газами при высоких энергетических и экономических показателях.

**В третьих**, обеспечение высокой надежности, что так же невозможно без применения электронных систем автоматического управления на основе искусственного интеллекта.

Основой создания такой электронной системы управления для автомобильных двигателей должен быть системный подход к его конструкции и функционированию. Двигатель необходимо рассмотреть, как совокупность систем, каждая из которых должна выполнять свою функцию с наибольшей эффективностью

В этом случае процесс управления в ИСАУ будет представлять собой пошаговое формирование управляющих воздействий в соответствии с заранее разработанными алгоритмами. При этом общие алгоритмы работы электронной системы управления АТС будут представлены в виде совокупности локальных алгоритмов отдельных элементов и систем двигателя, которые и будут составлять основу построения общей дискретной ИСАУ и ее прикладного программного обеспечения (ПО).

Таким образом, для достижения заданного результата согласно целевой функции должны быть решены следующие задачи:

**1. Создание базы данных**, База данных должна быть создана на основе результатов проведения испытаний реальных автомобильных двигателей разного назначения и принципа действия (ДсИЗ или Дизельный) или их имитационных моделей при различных условиях окружающей среды и нагрузочно- скоростных режимах, и представлена в виде таблиц или графиков.

Программное обеспечение(ПО) интеллектуальной системы автоматического управления(ИСАУ) позволит использовать созданную базу данных для формирования скоростных и нагрузочных характеристик различных параметров, характеризующих экономи-

ческие, мощностные, надежностные и др. показатели работы двигателя и по ним определять наиболее оптимальные их величины.

Например, с целью создания базы данных для двигателя с искровым зажиганием (ДсИЗ) 4р7,6/7,1 были проведены испытания на его модели, по результатам которых построены скоростные и нагрузочные характеристики, представленные на рисунках 5 и 6.

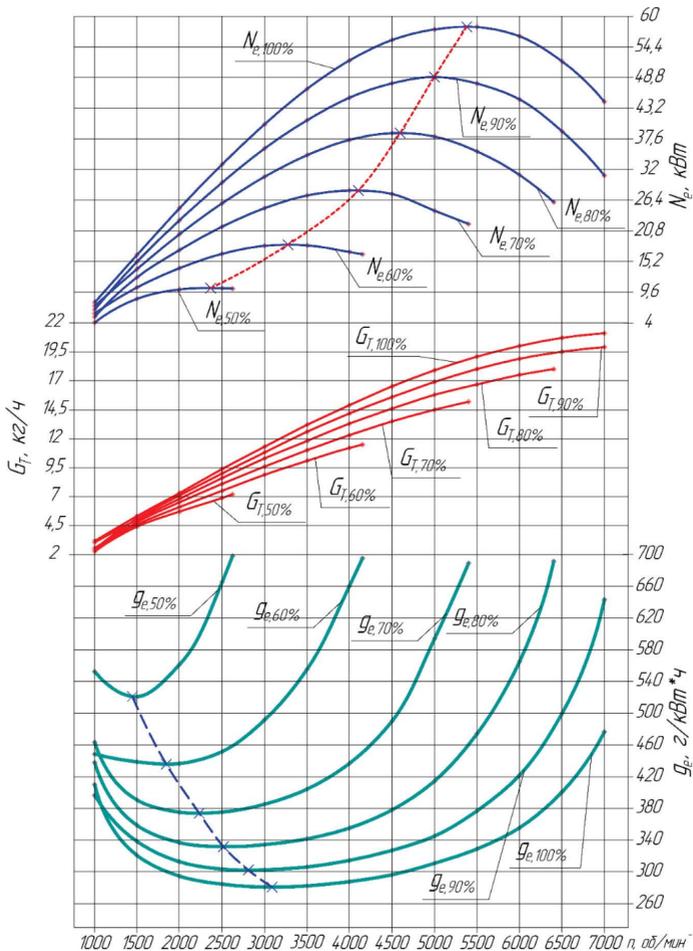
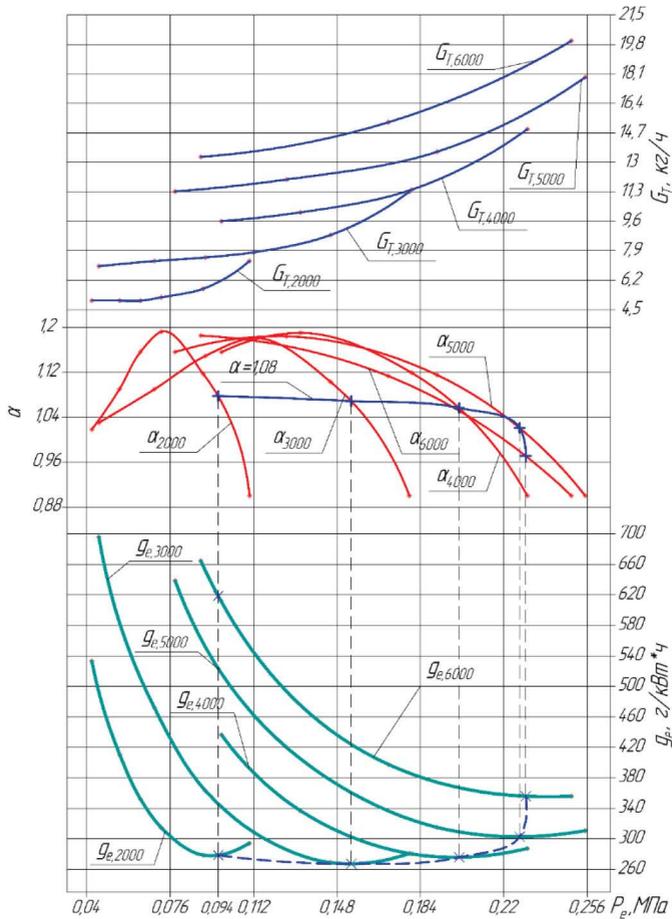


Рис. 5. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателя с искровым зажиганием 4р7,6/7,1 при  $p_o=0,101\text{Мпа}$ ,  $t_o=20^\circ\text{С}$

Экономичность работы двигателя можно оценить по изменению удельного эффективного  $g_e$  и часового  $G_T$  расходов топлива на графиках скоростных и нагрузочных характеристик.



**Рис. 6.** Нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием 4р7,6/7,1 при  $p=0,101$  Мпа,  $t=20^\circ\text{C}$

Минимальные значения удельного эффективного расхода топлива  $g_{e\min}$  при различных режимах двигателя на рисунке 5 показаны пунктирной линией. Относительно значений наиболее

экономичного режима, соответствующего  $g_{\text{emin}}$  значения удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  возрастают на внешней и частичных скоростных характеристиках как при увеличении, так и при уменьшении частоты вращения. С уменьшением мощности нагрузки (от 100% до 50%) удельный эффективный расход топлива  $g_e$  будет также возрастать.

По графикам нагрузочных характеристик (рисунок 6) видно, что, при нагрузке  $Pe=0,094\text{Мпа}$ , соответствующей минимальному расходу топлива  $g_{\text{emin}}$  удельный эффективный расход топлива  $g_e$  при максимальной частоте вращения ( $n=6000\text{ мин}^{-1}$ ) в 2,3 раза больше, чем при  $n=2000\text{ мин}^{-1}$ . **Графики** изменения часового расхода топлива зависимости от нагрузки  $Gm=f(P_e)$  имеют тенденцию к возрастанию на всех частотах вращения коленчатого вала (от  $n=2000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ). Уровень значений часового расхода топлива  $Gm$  с увеличением частоты вращения коленчатого вала (от  $n=2000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ) также будет возрастать.

По графикам изменения коэффициента избытка воздуха  $a = f(P_e)$ , (рисунок 6) видно, что для обеспечения минимального удельного расхода топлива  $g_{\text{emin}}$  необходимо поддерживать состав смеси на постоянном уровне (для данного двигателя  $a=1,08$ ). И только на высоких частотах вращения (от  $n=5000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ) целесообразно обогащать топливно-воздушную смесь до величин  $a=1,04\dots 0,98$ .

Из приведенных примеров видно, что полученную базу данных и построенные на ее основе графики можно использовать для задания необходимых параметров в системе управления, с целью поддержания наиболее эффективного режима при различных условиях и режимах эксплуатации.

**2. Определение теплового баланса** Расчет теплового баланса предназначен для оценки распределения тепловых потерь в двигателе, при изменении скоростных, нагрузочных режимов, состава смеси, угла опережения зажигания (впрыска) и т.д. По характеру его изменения от различных режимов и параметров можно оценить эффективность рабочего процесса двигателя, выявить причины снижения эффективности работы каждой из тепломеха-

нических систем двигателя и установить возможные направления и способы управления параметрами этих систем. В качестве примера на рисунке 7 представлены изменения составляющих теплового баланса в зависимости от нагрузки.

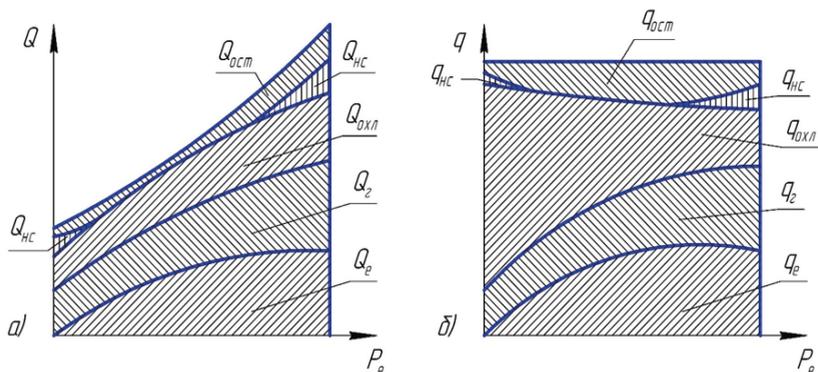


Рис. 7. Влияние нагрузки на составляющие теплового баланса: а) изменение абсолютных значений; б) – изменение относительных величин

Из представленных графиков видно, что с увеличением нагрузки до величины номинальной мощности значение  $q_e$  (удельное количество теплоты, соответствующее эффективной работе) увеличивается до максимума. При этом режиме и тепловые и механические потери станут минимальными, а эффективный к.п.д.  $\eta_e$  достигает максимума. Наибольшие потери теплоты в охлаждающую среду  $q_{\text{охл}}$  наблюдаются на холостом ходу, так как на этом режиме вся выделенная теплота идет на совершение работы по преодолению сил трения в двигателе и нагрев окружающих деталей.

С увеличением нагрузки возрастает и составляющая потерь с выхлопными газами  $q_2$  в связи с ростом температуры и теплосохранения отработавших газов.

Анализ изменяющихся параметров теплового баланса позволит формировать алгоритмы работы ИСАУ для управления работой двигателя и всеми рассматриваемыми тепломеханическими системами с целью достижения наиболее эффективного режима его работы.

### 3. Создание алгоритмов наиболее эффективных режимов системы управления

Исходя из выводов, полученных на основе анализа изменяющихся параметров теплового баланса, составляются алгоритмы работы локальных АСУ тепломеханических систем двигателя (системы охлаждения, системы смазки, системы газообмена и на их основе системы топливоподачи). Алгоритм работы общей системы управления ИСАУ формируется с учетом алгоритмов поддержания наиболее эффективных режимов работы локальных систем. При этом создаваемая интеллектуальная система управления должна адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации и задаваемому режиму работы на основе требуемых режимов управления (мощностных, экономических, экологических и адаптивных, см. рисунок 8.).

### 4. Создание структурных схем ИСАУ

На основе выявленных логических связей при работе тепломеханических систем двигателя создаются структурные схемы локальных систем управления по алгоритмам их работы при различных задаваемых режимах управления, а на их основе общей адаптивной интеллектуальной системы автоматического управления двигателя с задатчиком оптимального режима работы.

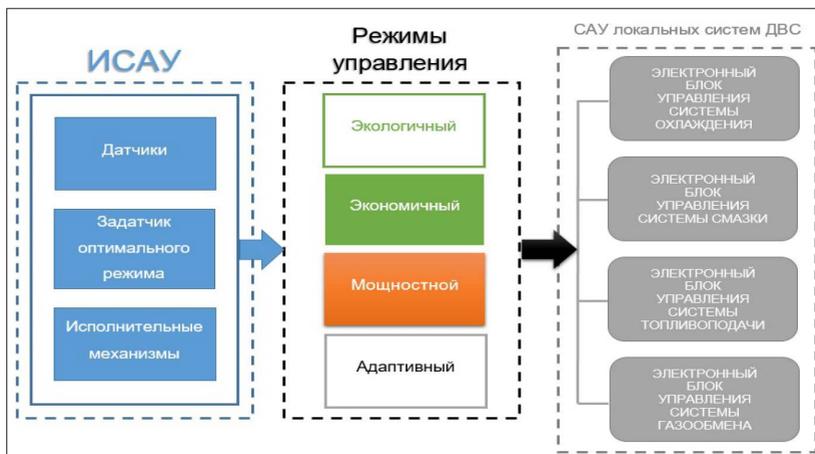


Рис. 8. Структурная схема ИСАУ с локальными ЭБУ

На рисунке 8 показана структура возможного состава общей адаптивной системы управления

### **5. Разработка методики оценки эффективности работы ИСАУ**

По результату функционирования ИСАУ разрабатывается методика оценки эффективности работы всех локальных систем управления, а на их основе и общей системы управления, которая должна включать расчетную оценку мощностных, экономических, экологических и надежностных показателей при различных режимах управления или их сочетания, а также при различных эксплуатационных режимах. Результат может быть представлен в виде таблиц или графических зависимостей.

Таким образом, реализация всех перечисленных задач позволит создать ИСАУ существенно повышающую эффективность работы транспортных средств.

### *Список литературы*

1. Зориктуев В.Ц., Рубцов Д.Ю., Файрушин Б.Н. Методология построения интеллектуальных систем управления // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17. № 8 (61). С. 79–86.
2. Dongyun W., Kai W., Mingcong D. The Application Study of Intelligent PID Algorithm for the Internal Combustion Engine Control System. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. (Xi'an, China: August 4-7 2010). P. 923–927. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2010.5588555>
3. Хрящев Ю.Е., Кирик В.В., Третьяков А.А. Использование аппарата нечеткой логики в управлении дизелем // Математические методы в технологиях. Ярославль, 2007. Т. 7. С. 310–312.
4. Cheng M., Enzhe S., Guofeng Z., Chong Y. Study on Intelligent Speed Control Algorithm for Diesel Engine. Conference of INEC. 2018. P. 1–12. <https://doi.org/10.24868/issn.2515-818X.2018.036>
5. Палагута К.А., Чиркин С.Ю., Тройков С.М. Использование среды MATLAB для моделирования системы управления ДВС // Труды международного симпозиума – надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 58–60.

6. Горбаченко В.И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 103 с.
7. Влияния различных нагрузочных режимов на стабильность работы системы смазки двигателя / Е. С. Федотов, Н. А. Вольченко, Ю. Д. Шевцов [и др.] // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Редакционная коллегия: Литвинов А.Е., Плоmodityа Р.Л., Коновалова Т.В., Гукасян А.В., Война А.А., Вольченко Н.А. Краснодар: ООО «Принт Терра», 2019. С. 764–772.
8. Шевцов, Ю. Д. Стенд системы управления инжекторным двигателем / Ю. Д. Шевцов, Л. Н. Дудник, Е. Д. Фадеев // VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос: Сборник научных статей, Краснодар, 12–13 апреля 2018 года / КВ-ВАУЛ им. А.К. Серова. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2018. С. 486–489.
9. Способ повышения надежности и ресурса ДВС / Е. С. Федотов, П. А. Поляков, Ю. Д. Шевцов, Р. С. Тагиев // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции, Краснодар, 18–19 декабря 2019 года / Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2020. С. 497–501.
10. Авторское свидетельство № 1814044 А1 СССР, МПК G01M 15/04, G01M 15/00. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания : № 4906505 : заявл. 31.01.1991 : опубл. 07.05.1993 / В. М. Козицкий, М. П. Лысенко, Ю. Д. Шевцов ; заявитель Краснодарское Высшее Военное Командно-Инженерное Училище Ракетных Войск.
11. К вопросу использования параметров оценки эффективности работы фильтров для определения периодичности его замены / Ю. Д.

- Шевцов, Е. С. Федотов, Ю. А. Кабанков, Ю. А. Савицкий // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского: Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–18 декабря 2014 года. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2015. С. 300-303.
12. Прогнозирование параметров технического состояния двигателей энергетических установок / Ю. Д. Шевцов, Л. Н. Дудник, С. А. Арефьева [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132. С. 508-517.
13. Влияние давления масла в системе смазки двигателя на потери на трение / Е. С. Федотов, Ю. Д. Шевцов, А. Е. Литвинов, А. А. Голиков // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 5. С. 100-105. <https://doi.org/10.26160/2541-8637-2020-5-100-105>
14. Анализ работы транспортных систем / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, М. П. Миронова, С. Л. Надирян. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2019. 271 с.

### References

1. Zoriktuev V.Ts., Rubtsov D.Yu., Fayrushin B.N. *Vestnik UGATU*, 2013, vol. 17, no. 8 (61), pp. 79–86.
2. Dongyun W., Kai W., Mingcong D. The Application Study of Intelligent PID Algorithm for the Internal Combustion Engine Control System. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. (Xi'an, China: August 4-7 2010), pp. 923–927. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2010.5588555>
3. Khryashchev Yu.E., Kirik V.V., Tret'yakov A.A. *Matematicheskie metody v tekhnologiyakh* [Mathematical methods in technologies]. Yaroslavl', 2007, vol. 7, pp. 310–312.
4. Cheng M., Enzhe S., Guofeng Z., Chong Y. Study on Intelligent Speed Control Algorithm for Diesel Engine. Conference of INEC, 2018, pp. 1–12. <https://doi.org/10.24868/issn.2515-818X.2018.036>
5. Palaguta K.A., Chirkin S.Yu., Troykov S.M. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma – nadezhnost' i kachestvo* [Proceedings of the international symposium - reliability and quality], 2011, vol. 1, pp. 58–60.

6. Gorbachenko V.I. *Intellektual'nye sistemy: nechetkie sistemy i seti* [Intelligent systems: fuzzy systems and networks]. M.: Yurait Publishing House, 2018, 103 p.
7. Fedotov E. S., Vol'chenko N. A., Shevtsov Yu. D. *Mekhanika, oborudovanie, materialy i tekhnologii: elektronnyy sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnodar, 29–30 oktyabrya 2019 goda* [Materials of the international scientific and practical conference, Krasnodar, October 29–30, 2019] / Editorial Board: Litvinov A.E., Plomodyalo R.L., Konovalova T.V., Gukasyan A.V., Voyna A.A., Volchenko O.N. Krasnodar: LLC "Print Terra", 2019, ppS. 764-772.
8. Shevtsov Yu. D., Dudnik L. N., Fadeev E. D. *VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh, posvyashchennaya 57-oy godovshchine poleta Yu.A. Gagarina v kosmos: Sbornik nauchnykh statey, Krasnodar, 12–13 aprelya 2018 goda* [VIII International scientific-practical conference of young scientists dedicated to the 57th anniversary of Yu.A. Gagarin into space: Collection of scientific articles, Krasnodar, April 12–13, 2018]. Krasnodar, 2018, pp. 486-489.
9. Fedotov E. S., Polyakov P. A., Shevtsov Yu. D., Tagiev R. S. *Nauchnye chteniya imeni professora N.E. Zhukovskogo : sbornik nauchnykh statey X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsi, Krasnodar, 18–19 dekabrya 2019 goda* [Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 18–19, 2019] / Krasnodar Higher Military Aviation Pilot School named after Hero of the Soviet Union A.K. Serov; Kuban State Technological University. Krasnodar, 2020, pp. 497-501.
10. Avtorskoe svidetel'stvo № 1814044 A1 SSSR, MPK G01M 15/04, G01M 15/00. Copyright certificate No. 1814044 A1 USSR, IPC G01M 15/04, G01M 15/00. Method for assessing the technical condition of an internal combustion engine: No. 4906505: Appl. 01/31/1991: publ. 05/07/1993 / V. M. Kozitsky, M. P. Lysenko, Yu. D. Shevtsov; applicant Krasnodar Higher Military Command Engineering School of Rocket Forces.

11. Shevtsov Yu. D., Fedotov E. S., Kabankov Yu. A., Savitskiy Yu. A. *Nauchnye chteniya imeni professora N.E. Zhukovskogo: Sbornik nauchnykh statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnodar, 17–18 dekabrya 2014 goda* [Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: Collection of scientific articles of the V International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 17–18, 2014]. Krasnodar, 2015, pp. 300-303.
12. Shevtsov Yu. D., Dudnik L. N., Aref'eva S. A. et al. *Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 132, pp. 508-517.
13. Fedotov E. S., Shevtsov Yu. D., Litvinov A. E., Golikov A. A. *Mekhatronika, avtomatika i robototekhnika*, 2020, no. 5, pp. 100-105. <https://doi.org/10.26160/2541-8637-2020-5-100-105>
14. Konovalova T. V., Kotenkova I. N., Mironova M. P., Nadiryana S. L. *Analiz raboty transportnykh sistem* [Analysis of transport systems operation]. Krasnodar: Kuban State Technological University, 2019, 271 p.

### ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов», кандидат экономических наук, доцент  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Шевцов Юрий Дмитриевич**, профессор кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов», доктор технических наук, профессор  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Надирян София Леоновна**, старший преподаватель кафедры «Наземного транспорта и механики»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Миронова Мария Петровна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Журавлев Михаил Михайлович**, аспирант кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Tatyana V. Konovalova**, Head of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

**Yury D. Shevtsov**, Professor of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

**Sofia L. Nadiryan**, Senior Lecturer of the Department of Land Transport and Mechanics  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

**Maria P. Mironova**, Senior Lecturer of the Department of Transport  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Mikhail M. Zhuravlev**, post-graduate student of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

Поступила 03.10.2022

После рецензирования 15.10.2022

Принята 30.10.2022

Received 03.10.2022

Revised 15.10.2022

Accepted 30.10.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-27-40

УДК 656.13

## МИКРОМОБИЛЬНОСТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

*Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, И.С. Сенин*

*В данной статье авторы рассматривают понятие микромобильности, области ее функционирования, основные проблемы и эффективность ее как элемента системы городского транспорта. Рассмотрены вопросы транспортной инфраструктуры для средств микромобильности, определен круг пользователей данных сервисов. А также рассмотрены вопросы совмещения путей сообщения пешеходов и пользователей средств микромобильности. Проанализирована эффективность средств микромобильности для решения проблемы «первой / последней мили».*

*Цель – определены основные способы и проблемы внедрения микромобильности в транспортную систему города и показаны пути их решения.*

*Метод или методология проведения работы:* в статье использовались натурный эксперимент, статистический анализ.

*Результаты:* определены факторы, повышающие эффективность функционирования средств микромобильности в городских условиях, основные направления деятельности по интеграции сервисов пользования средствами микромобильности в транспортную систему города.

*Область применения результатов:* выявление наиболее эффективных и первоочередных мероприятий по совершенствованию транспортной системы города с использованием средств микромобильности. Научно-исследовательская деятельность по разработке новых подходов в области транспортного обслуживания населения.

**Ключевые слова:** *микромобильность; транспорт; безопасность; инфраструктура; дорожное движение; перемещение*

## MICROMOBILITY AS AN ELEMENT OF THE URBAN TRANSPORT SYSTEM

*T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, I.S. Senin*

*In this article, the authors consider the concept of micromobility, the areas of its functioning, the main problems and its effectiveness as an element of the urban transport system.*

**Purpose** – *the main problems of introducing micromobility into the city's transport system are identified and ways to solve them are shown.*

**Methodology:** *the article used a full-scale experiment, statistical analysis.*

**Results:** *the factors that increase the efficiency of the functioning of means of micromobility in urban conditions are determined.*

**Practical implications:** *identification of the most effective and priority measures to improve the transport system of the city using the means of micromobility. Research activities on the development of new approaches in the field of public transport services.*

**Keywords:** *micromobility; transport; security; infrastructure; road traffic; moving*

Сегодня самым весомым показателем качества транспортного обслуживания населения наряду со стоимостью является время в пути. Все большее количество жителей городов выбирают для передвижения средства микромобильности.

Микромобильность является неотъемлемой частью транспортной подвижности населения и в последние годы развивается быстрыми темпами. Толчком к этому «буму» послужили ограничения на передвижение в период пандемии 2020 года.

Для определения микромобильности можно применять множество критериев: вес, вместимость или полезная нагрузка, трансмис-

сия, максимальные скорости и т.д. Микромобильность представляет собой виды транспорта, которые могут занимать место рядом с велосипедами. Это может означать выделенные велосипедные дорожки, а также придорожные зоны, которые де-факто или де-юре являются зонами передвижения велосипедистов. Средства микромобильности не подходят для тротуаров, которые являются прерогативой пешеходов и некоторых транспортных средств с очень низкой скоростью. И они непригодны для дорог, занятых транспортными средствами, на которых преобладают легковые и грузовые автомобили, способные развивать высокую скорость. В настоящее время микромобильность использует велосипедное пространство способами, которые изначально не предполагались, и ожидается, что именно в этом сегменте транспортной инфраструктуры появится большая часть инноваций.

Микромобильность как отрасль находится в зачаточном состоянии и, что неудивительно, испытывает трудности роста. В то время как экономика бизнеса электронных скутеров, в частности, выглядит привлекательной, учитывая относительно низкую стоимость транспортных средств и потенциальную отдачу от инвестиций, остается множество проблем с бизнес-моделью. Вандализм и воровство являются постоянными проблемами. Извлечение, зарядка и балансировка автопарка каждую ночь может быть дорогостоящим и трудоемким занятием. Некоторые поставщики предпочитают просто наводнять рынок транспортными средствами, вместо того чтобы нести все расходы, связанные с постоянным перераспределением транспортных средств, чтобы убедиться, что скутер или велосипед находятся поблизости, когда он нужен пользователю. Обеспечение соответствия средств микромобильности требованиям, от использования шлемов до парковки, сопряжено с трудностями, поскольку провайдеры экспериментируют с целым рядом мер, начиная от карательных (дополнительные сборы) и заканчивая педагогическими (обязательные образовательные упражнения и материалы).

Сами транспортные средства, которые все еще в значительной степени напоминают скутеры, предназначенные для личного рекреационного использования, часто с трудом соответствуют

требованиям коммерческого использования и ограничивают круг потенциальных пользователей – людям с определенными ограниченными возможностями, например, может быть трудно, если не невозможно, использовать обычную конфигурацию скутера. Даже погода является ограничением, поскольку дождь, снег и холод снижают пассажиропоток и вызывают сильную сезонность спроса на средства микромобильности.

Определенные сложности вызывают так же неровные, неопределенные, а иногда и острые отношения между поставщиками микромобилей и городскими властями.

Поскольку города сталкиваются с быстрым ростом населения, необходимость перемещения большего числа жителей с помощью существующих транспортных сетей становится все более острой. В настоящее время более половины населения мира проживает в городских районах, и к 2050 году это число может вырасти до двух третей. Всем этим людям необходимо будет перемещаться. Спрос на городские пассажиро-километры во всех видах транспорта может почти удвоиться в период с 2025 по 2050 год. В то время, как общественный транспорт остается наиболее эффективным средством перемещения большого количества людей на большие расстояния, доставка людей до посадочных площадок и обратно остается постоянной проблемой – широко обсуждаемой проблемой «первой мили / последней мили». Если у людей нет удобного и доступного способа сесть на автобус или поезд, они с гораздо большей вероятностью выберут личный автомобиль, что приведет к заторам и ухудшению качества воздуха, от которых страдают многие города. Или, что еще хуже, они могут отказаться от поездок, отказавшись от возможностей трудоустройства, доступа к здоровой пище, профилактической медицинской помощи и многого другого. Проблема «первой мили/последней мили» и, в более широком смысле, разрыв между уровнем транспортного обслуживания и потребностями сообщества могут создать «транзитные пустыни» – районы с населением, зависящим от транзита, в которых отсутствует адекватное транспортное обслуживание.

Услуги микромобилей предлагают заманчивое решение для решения проблемы «первой / последней мили» и сокращения транзитных пустынь. Например, Mobike, система бесконтактно-го обмена велосипедами в Китае, утверждает, что почти удвоила доступность рабочих мест, образования и здравоохранения, ориентируясь на районы более чем в 500 метрах от общественного транспорта в Пекине и размещая свой автопарк так, чтобы заполнить эти пробелы. Уже почти половина совместных велосипедных поездок во многих городах Китая являются частью мультимодального путешествия, включающего общественный транспорт. Микромобильность может стать мощным инструментом в борьбе за расширение доступа к транспорту для традиционно недостаточно обслуживаемых сообществ, что является важной целью для многих городов. Данные социологических опросов свидетельствуют о том, что поддержка электронных скутеров, как правило, наиболее высока среди пользователей с низким уровнем дохода.

Но потенциал микромобилей выходит далеко за рамки подключения людей к общественному транспорту. Другие места, где преобладают короткие поездки, такие как кампусы колледжей и корпораций, а также военные базы, также хорошо подходят для микромобильных решений. Стоит также отметить, что большинство поездок на общественном транспорте также короткие: в среднем примерно 5-8 км по железной дороге, 4-6 км на автобусе и 2-4 км на трамваях – эти поездки также потенциально могут быть заменены микромобильями. Таким образом, более 6 трлн км пассажирских перевозок по всему миру могут быть переведены на микромобильные виды транспорта, что потенциально может принести рынку сотни миллиардов долларов.

За последние полтора года города вновь оказались наводнены неожиданной новой возможностью передвижения, на этот раз в виде электронных скутеров. Некоторые приняли этот новый вид транспорта, видя преимущества мобильности на первой и последней милях, которая хорошо согласуется с целями многих городов по сокращению заторов и выбросов.

В других случаях города не согласились с подходом некоторых компаний «лучше просить прощения, чем спрашивать разрешения», который привел к размещению тысяч бесстыковых велосипедов и электронных скутеров на местных улицах и тротуарах без предварительного согласования с городскими властями, что привело к принудительному сокращению средств микромобильности на городских улицах. И в отличие от услуг по вызову такси, основанных на частных полноразмерных автомобилях, эти одноместные транспортные средства небольшие, легкие и обычно принадлежат поставщику микромобилей, что делает их относительно простыми в конфискации.

Проблемы большинства городов сосредоточены на нескольких центральных вопросах, один из которых это использование общественного права проезда. Причина возражений многих городов против электронных скутеров кроется в реальных или предполагаемых способах использования этими транспортными средствами общественных пространств – в частности, тротуаров, а также велосипедных дорожек, дорог и других мест общего пользования. Законность езды на электронных скутерах по тротуарам варьируется от города к городу, но у некоторых пешеходов, внезапно разделяющих пространство с моторизованными транспортными средствами, возникают понятные опасения по поводу безопасности. Большинство учетных записей являются неинформативными, и общая распространенность поездок по тротуару и конфликтов на электронных скутерах с другими пользователями остается неясной. По результатам ограниченного опроса общественного мнения, подавляющее большинство положительно относится к электронным скутерам.

Езда по тротуару отчасти отражает более фундаментальные ограничения инфраструктуры многих городов, в которой на протяжении десятилетий предпочтение отдавалось автомобилям в ущерб другим видам транспорта. Результатом во многих местах является нехватка велосипедных дорожек или даже дорог, достаточно широких, чтобы позволить велосипедисту или скутеристу

безопасно занять обочину. За пределами многих городских центров некоторые муниципалитеты делают тротуары необязательными, фактически предписывая использование личных автомобилей при отсутствии доступного транспорта.

Помимо непосредственной необходимости решения проблем с моторизованными велосипедами и электронными скутерами, городам следует рассматривать микромобильность как возможность создать более надежную систему управления и политики, которая может учитывать любые новые возможности мобильности, которые могут появиться на горизонте. И эти варианты, безусловно, появляются: жители частного сектора активно развивают доставку дронами, автономные услуги по вызову такси, воздушные такси и многие другие возможности. Разовый, реактивный подход является неустойчивым и контрпродуктивным. Города могли бы использовать приток микромобилей в качестве тестового примера для развертывания новой системы управления, опирающейся на интегрированную платформу цифровой мобильности, которая может объединить все виды передвижения, лучше соответствовать спросу и предложению и повысить эффективность в масштабах всей системы. Безусловно, для такой системы существует множество проблем, не последней из которых является преодоление инерции унаследованных структур управления. Но у городов-первопроходцев есть реальная возможность выйти за пределы существующей инфраструктуры и выработать новый подход к управлению будущей экосистемой мобильности.

Городам следует рассмотреть руководящие принципы регулирования новых технологий, включая различные аспекты:

- Адаптивное регулирование, которое может быть быстро обновлено по мере развития рынка. Например, утвердить изначально правила использования средств микромобильности на год, что позволит специалистам по планированию к извлечь уроки из этого испытательного периода и изменить правила до введения в действие более постоянных правил.

- Нормативные «песочницы», где можно протестировать эффекты решений для микромобильности, как это сделали Портленд

и другие города. Города могли бы сотрудничать с поставщиками услуг, чтобы протестировать несколько подходов в разное время и в разных областях — например, скорректировать сборы и структуры стимулирования или изменить правила, касающиеся парковки транспортных средств или езды на улице, чтобы увидеть, как меняются поведение и результаты.

- Регулирование, основанное на результатах, такое как критерии, основанные на производительности (а не на фиксированных, произвольных ограничениях размеров автопарка) для поставщиков услуг. Почти каждый поставщик микромобилей выступает за меры, ориентированные на конечный результат. С этой целью города должны начать с формулирования своих транспортных целей и работы над соответствующим определением показателей. Если перегруженность является главной проблемой, ключевым показателем может быть процент поездок, которые в противном случае были бы совершены на автомобиле — возможно, собранный с помощью опросов пользователей. Если первостепенное значение имеют задачи, связанные с преодолением «первой/последней мили», может иметь значение оценка пассажиропотока общественного транспорта и процент поездок на микромобилях, начинающихся или заканчивающихся в транзитном узле. Если доступ к недостаточно обслуживаемым сообществам является ключевым, следует отметить долю поездок, совершаемых из этих районов города, и так далее. Тем не менее, директивные органы должны помнить о том, чтобы основывать регулирование на факторах, которые находятся под контролем поставщиков микромобилей.

- Взвешенное по рискам регулирование, учитывающее реалии современной инфраструктуры и потребности пользователей. Города должны придерживаться модального нейтралитета. Это означает признание того, что если микромобильность способствует достижению целей города, уменьшая загруженность дорог, дополняя общественный транспорт и уменьшая выбросы углекислого газа отдельными лицами, это следует приветствовать — даже если такие услуги были введены без консультаций и с минимальными указа-

ниями со стороны городских руководителей. Конечно, это не обязательно должно приводить к полному невмешательству. Но городам следовало бы не позволять своему первоначальному, потенциально проблематичному опыту работы с микромобилями чрезмерно влиять на их текущую реакцию на то, что может внести важный вклад в городской ландшафт мобильности. С этой целью, когда они обдумывают новые правила для микромобилей, одной из полезных лакмусовых бумажек для чиновников может быть вопрос: будет ли такое правило когда-либо применяться к автомобилям? Плата за поездку, автоматически устанавливаемые регуляторы скорости на транспортных средствах, ограничения на общий размер автопарка и общественное пространство, отведенное для каждого режима, - все это стоит рассмотреть через призму использования автомобиля.

- Поставщики услуг должны проявлять инициативу в решении городских проблем. Многие все чаще так и делают. Это может варьироваться от предоставления шлемов и замков для повышения безопасности и уменьшения вандализма, повышения уровня образования водителей, до использования технологий или более карательных мер для предотвращения нежелательного поведения, такого как езда по тротуару. Почти в каждом случае фундаментальным блоком может быть обеспечение того, чтобы руководство города располагало данными, необходимыми для выработки обоснованной политики. Поставщики должны сотрудничать с официальными лицами для определения соответствующих технических стандартов, API и типов данных, которыми следует делиться.

- Поставщики должны работать над тем, чтобы их услуги соответствовали целям города и демонстрировали их ценность для общей транспортной сети. Провайдеры могут точно настроить, где, когда и как разворачивать свои микромобили, чтобы помочь решить приоритеты города, будь то уменьшение заторов, решение проблемы «первой / последней мили», улучшение качества воздуха или расширение доступа для недостаточно обслуживаемых районов.

Как и во многих вопросах будущего мобильности, суть проблемы микромобильности, как правило, заключается в нахождении

правильного баланса между защитой сегодняшних общественных интересов и дальнейшим продвижением инноваций, которые в конечном итоге могут принести пользу потребителям и транспортной системе в целом.

### *Список литературы*

1. Konovalova T.V., Litvinov A.E., Nadiryan S.L., Senin I.S. Investigation of vehicle rollover accidents // Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020. Commemorating the 90th anniversary of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. Сер. “Lecture Notes in Civil Engineering” 2021. С. 347-355.
2. Mironova M., Mironova U., Konovalova T., Nadiryan S., Litvinov A. Methodology for assessing the effectiveness of work in the road sector // Safety in Aviation and Space Technologies. Select Proceedings of the 9th World Congress “Aviation in the XXI Century”. Cham, 2022. С. 357-365.
3. Kurakina E., Evtyukov S. Results of studying road construction parameters condition // Architecture and Engineering. 2018. № 3 (1). P. 29-37.
4. George R., Jana I., Joseph K. International student’s traffic engineering project seminar meps // The world of transport and technological machines. 2013. № 4 (43). С. 106-111.
5. Konovalova T.V., Senin I.S., Kotenkova I.N. Problem of sustainable functioning of urban transport systems. Matec web of conferences. The VI International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2020). 2021.
6. Котенкова И.Н., Коцурба С.В. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. Донецкая академия транспорта. 2022. С. 143-146.

7. Совещание Группы экспертов по прогрессу в повышении безопасности дорожного движения в Азиатско-Тихоокеанском регионе, 8-10 мая 2013 г., Сеул, Республика Корея. <http://www.unescap.org/ttdw/common/Meetings/TIS/EGM-Roadsafety-2013/ppt/4.2.КЕС.pdf>.
8. Котенкова И.Н., Миронова М.П., Сенин И.С., Кононыхина Е.С. Перспективы применения информационных технологий в целях повышения безопасности дорожного движения // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). 2022. № 1. С. 153-157.
9. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Стратегический и инновационный менеджмент на автомобильном транспорте. учебное пособие. Краснодар, 2021.
10. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Анализ работы транспортных систем. учебное пособие. Краснодар, 2019.
11. Домбровский А.Н., Сенин И.С., Котенкова И.Н., Миронова М.П. Влияние городской мобильности на устойчивое развитие территорий // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2022. № 4. С. 197-200.
12. Коновалова Т.В., Надирян С.Л. Пути повышения эффективности системы обеспечения безопасности движения на автомобильном транспорте // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2015. № 4. С. 431-441.
13. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Безопасность движения как подсистема транспортно-логистической системы региона // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2 (71). С. 275-279.
14. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Оценка проектных решений на транспорте. учебное пособие. Краснодар, 2020.
15. Котенкова И.Н. Анализ влияния выбросов автомобильного транспорта в атмосферу на примере России // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2021. № 3. С. 55-61.

### References

1. Konovalova T.V., Litvinov A.E., Nadiryana S.L., Senin I.S. Investigation of vehicle rollover accidents. *Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020. Commemorating the 90th anniversary of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. Ser. "Lecture Notes in Civil Engineering"*, 2021, pp. 347-355.
2. Mironova M., Mironova U., Konovalova T., Nadiryana S., Litvinov A. Methodology for assessing the effectiveness of work in the road sector. *Safety in Aviation and Space Technologies. Select Proceedings of the 9th World Congress "Aviation in the XXI Century"*. Cham, 2022, pp. 357-365.
3. Kurakina E., Evtyukov S. Results of studying road construction parameters condition. *Architecture and Engineering*, 2018, no. 3 (1), pp. 29-37.
4. George R., Jana I., Joseph K. International student's traffic engineering project seminar meps. *The world of transport and technological machines*, 2013, no. 4 (43), pp. 106-111.
5. Konovalova T.V., Senin I.S., Kotenkova I.N. Problem of sustainable functioning of urban transport systems. Matec web of conferences. *The VI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Management of Transport Systems" (ITMTS 2020)*. 2021.
6. Kotenkova I.N., Kotsurba S.V. *Nauchno-tekhicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. Sbornik nauchnykh trudov po materialam VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Donetskaya akademiya transporta* [Scientific and technical aspects of the innovative development of the transport complex. Collection of scientific papers based on materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Donetsk Academy of Transport]. 2022, pp. 143-146.
7. Expert Group Meeting on Progress in Improving Road Safety in Asia and the Pacific, 8-10 May 2013, Seoul, Republic of Korea. <http://www.unescap.org/ttdw/common/Meetings/TIS/EGM-Roadsafety-2013/ppt/4.2.KEC.pdf>.

8. Kotenkova I.N., Mironova M.P., Senin I.S., Kononykhina E.S. *Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politekhnichestkiy vestnik)*, 2022, no. 1, pp. 153-157.
9. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryanyan S.L. *Strategicheskii i innovatsionnyi menedzhment na avtomobil'nom transporte. uchebnoe posobie* [Strategic and innovative management in road transport]. Krasnodar, 2021.
10. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryanyan S.L. *Analiz raboty transportnykh sistem. uchebnoe posobie* [Analysis of the operation of transport systems]. Krasnodar, 2019.
11. Dombrovskiy A.N., Senin I.S., Kotenkova I.N., Mironova M.P. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki*, 2022, no. 4, pp. 197-200.
12. Konovalova T.V., Nadiryanyan S.L. *Elektronnyy setevoy politematicheskii zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU"*, 2015, no. 4, pp. 431-441.
13. Konovalova T.V., Kotenkova I.N. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 2, no. 2 (71), pp. 275-279.
14. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryanyan S.L. *Otsenka proektnykh resheniy na transporte. uchebnoe posobie* [Evaluation of design solutions for transport]. Krasnodar, 2020.
15. Kotenkova I.N. *Elektronnyy setevoy politematicheskii zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU"*, 2021, no. 3, pp. 55-61.

### **ДААННЫЕ ОБ АВТОРЕ**

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов», кандидат экономических наук, доцент  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020, Российская Федерация*

**Котенкова Ирина Николаевна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*

*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020,  
Российская Федерация  
ir-kot83@mail.ru*

**Сенин Иван Сергеевич**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Tatiana V. Konovalova**, Head of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
*Kuban State Technological University  
135, Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation*

**Irina N. Kotenkova**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
135, Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation  
ir-kot83@mail.ru*

**Ivan S. Senin**, Senior Lecturer of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University  
135, Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Russian Federation*

Поступила 03.10.2022

После рецензирования 15.10.2022

Принята 30.10.2022

Received 03.10.2022

Revised 15.10.2022

Accepted 30.10.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-41-51

УДК 656.13

## МААС-МОБИЛЬНОСТЬ КАК УСЛУГА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова*

*В данной статье авторы рассматривают основные положения концепции МaaS-мобильность как услуга. Это тип сервиса, который через совместный цифровой канал позволяет пользователям планировать, бронировать и оплачивать различные виды услуг мобильности. Авторами проанализированы перспективы развития данной системы, а так же основные варианты ее использования конечными потребителями.*

*Цель* – проанализированы условия внедрения и реализации концепции МaaS в условиях современных городов.

*Метод или методология проведения работы:* в статье использовались статистический анализ, синтез.

*Результаты:* определены факторы, повышающие эффективность реализации предлагаемой концепции и возможность ее внедрения в конкретных условиях. Определены основные проблемы, возникающие в процессе внедрения концепции МaaS в транспортную систему города.

*Область применения результатов:* научно-исследовательская деятельность по разработке новых подходов в области организации перевозок и транспортного обслуживания.

*Ключевые слова:* мобильность; транспорт; поездка; оплата; автомобиль; пассажиропоток; эффективность; автономность

## MAAS-MOBILITY AS A SERVICE. DEVELOPMENT PROSPECTS

*S.L. Nadiryanyan, I.N. Kotenkova*

*In this article, the authors consider the main provisions of the MaaS concept – mobility as a service. This is a type of service that, through a*

*shared digital channel, allows users to plan, book and pay for various types of mobility services.*

**Purpose** – *the conditions for the introduction and implementation of the MaaS concept in modern cities are analyzed.*

**Methodology:** *the article used statistical analysis, synthesis.*

**Results:** *the factors that increase the effectiveness of the proposed concept and the possibility of its implementation in specific conditions are identified.*

**Practical implications:** *research activity on the development of new approaches in the field of organization of transportation and transport services.*

**Keywords:** *mobility; transport trip; payment; car; passenger flow; efficiency; autonomy*

Мобильность как услуга (МaaS) – это тип сервиса, который через совместный цифровой канал позволяет пользователям планировать, бронировать и оплачивать различные услуги мобильности. Концепция МaaS предполагает переход от индивидуального режима передвижения к мобильности, предоставляемой в качестве услуги. Это возможно реализовать путем объединения транспортных услуг на государственном и частном уровне, с использованием различных транспортных сервисов через единую службу, которая создает и управляет поездками с использованием единой учетной записи. Пользователи могут оплачивать каждую поездку или платить ежемесячную плату за определенное расстояние. Предоставление решений для мобильности в соответствии с потребностями путешественников является одной из ключевых концепций МaaS.

Специализированные приложения для городской мобильности, такие как Transit, Uber и Lyft, также расширяют свои предложения, чтобы реализовать МaaS.

Планирование поездки должно начинаться с использования сервиса по планированию поездок. Например, сервис может показать, что человек может путешествовать из пункта отправления в пункт назначения, используя такие виды транспорта, как поезд

и автобус. При использовании сервиса пользователи могут выбирать поездки, которые им понравились наиболее привлекательными по таким параметрам, как стоимость проезда, время, затрачиваемое на перемещение и комфортабельность поездки. После выбора варианта поездки, все необходимые операции (такие, как заказ такси, покупка билетов на поезд) должны выполняться как единая услуга. Данный сервис должен работать в роуминге, то есть один и тот же сервис для клиентов должен стабильно работать в разных городах, не создавая для клиента необходимость устанавливать новое приложение или пользоваться на новыми услугами.

Вместе с другими развивающимися автомобильными технологиями, такими как автоматизированное вождение, подключенные автомобили и электромобили, МaaS вносит свой вклад в новый тип мобильности будущего, который представляет собой автономные, подключенные, электрические и совместно используемые транспортные средства.

С ростом востребованности на рынке транспортных продуктов индивидуального использования, появилось пространство для развития и расширения концепции МaaS. Движение к МaaS подкрепляется множеством инновационных новых поставщиков услуг мобильности, таких как компании по прокату автомобилей, программы систем совместного использования велосипедов, системы проката скутеров и автомобилей, «всплывающее» автобусное сообщение по запросу. Кроме того, предполагается, что люди будут ограничивать использование личных автомобилей в том случае, если появятся автономные системы управления транспортными средствами, без участия человека. В таком случае, использование арендных автономных автомобилей будет экономически более выгодным по сравнению с преимуществами личного транспорта.

Эти изменения привели к интеграции нескольких видов поездок в единую цепочку с несколькими режимами поездок, взиманием сборов на всех уровнях поездок. Например, пассажиры в Лондоне могут использовать бесконтактную банковскую карту (или Oyster card) для оплаты своей поездки. Он используется для

сбора информации о различных режимах, поездках и сборах, а также для того, чтобы помочь людям более эффективно ориентироваться. На уровне административной власти те же данные помогут принять максимально эффективные решения при рассмотрении вопросов улучшения местной транспортной системы.

МааS может скорректировать пассажиропоток, повысить эффективность транспортной сети, снизить затраты для пользователя. По мере того, как все больше и больше пользователей используют Маас в качестве основного ресурса, необходимо улучшать функционирование операторов МааS, чтобы уменьшить затраты на дорожной сети города. Кроме того, эта концепция может снизить выбросы транспортных средств атмосферный воздух, почву и воду, поскольку все больше и больше пользователей полагаются на автономные транспортные средства с компонентами общественного транспорта, интегрированные в систему Маас.

У Маас есть много преимуществ для бизнеса: понимание всей стоимости корпоративной мобильности может сэкономить лицам, принимающим решения, крупные суммы, затрачиваемые на поездки по нуждам предприятия. Используя предоставляемую информацию и расходы, связанные с деятельностью предприятия (например, расходы на аренду автомобиля, расходы на топливо, расходы на парковку, транспортные расходы на билеты на поезд, и время, необходимое для бронирования поездки), компании могут принимать обоснованные решения о своей транспортной политике, управлении автопарком и претензиях по расходам.

Однако существует также множество ожидаемых проблем для устойчивости и управления, связанных с МааS, начиная от увеличения потребления энергии, снижения воздействия на здоровье и заканчивая конфликтами между организациями.

МааS также обладает значительным потенциалом для революции систем общественного транспорта в развивающихся странах. Поскольку развивающиеся страны, как правило, сильно зависят от неформальных и неструктурированных видов общественного транспорта, концепция МааS может стать ключом к

предоставлению более эффективных, справедливых и доступных транспортных услуг. Однако в этих контекстах МaaS, возможно, потребуется пересмотреть и адаптировать к уникальным вызовам развивающегося мира, чтобы добиться желаемой эффективности.

Для внедрения и эксплуатации концепции МaaS требуется наличие и выполнение следующих условий (рисунок 1).

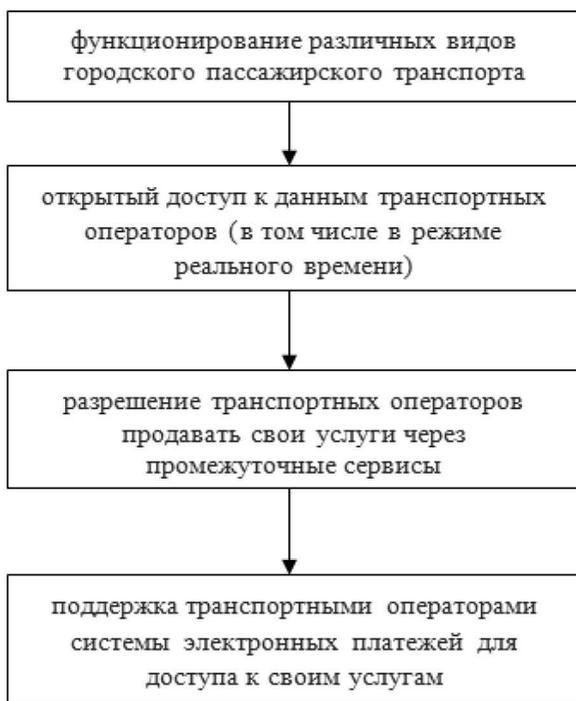


Рис. 1. Условия внедрения и эксплуатации концепции МaaS

Концепция предполагает использование для оплаты мобильное приложение, но наряду с ним может быть использован любой другой вид оплаты (кредитная карта, билет и т.д.).

При реализации системы можно использовать 2 варианта оплаты. Вариант ежемесячного снятия средств подразумевает, что определенное количество пассажиров регулярно используют для

передвижения городской транспорт в формате получения комплексных транспортных услуг. Оплатив ежемесячную плату, пользователи получают комплексные услуги общественного транспорта, включая фиксированное количество километров на легковом автомобиле, а также любое число поездок на городском пассажирском транспорте. Вариант ежемесячного платежа основан на работе платежного оператора, который будет приобретать комплекс транспортных услуг и предоставлять их пользователям. В Германии операторы МaaS могут покупать услуги общественного транспорта и выступать в качестве посредников посредством дифференциации. Система оператора не обязательно должна включать все виды транспортных средств, но их должно быть достаточно для гарантированного выполнения обязательств. Вариант ежемесячных платежей также предпочтителен тем, что предоставляет операторам МaaS достаточные средства для приобретения большого объема транспортных услуг, позволяя им использовать данный фактор для формирования привлекательной конечной потребительской цены. Кроме того, операторы МaaS могут решить проблему недостаточной заполняемости – например, в Хельсинки водители тратят 75% своего рабочего времени на подачу автомобиля и посадку пассажиров, и по факту они преодолевают половину расстояния, не получая прибыли. Операторы МaaS могут решить эту проблему, гарантируя водителю определенную фиксированную заработную плату через фирмы, привязанные к системе.

Модель оплаты «на ходу» хорошо работает в пространствах, где есть значительное количество пассажиров, осуществляющих разовые поездки (путешественники, сети общественного транспорта в районах с интенсивным использованием автомобилей и т.д.) Бронируется каждый этап путешествия, оценивается поставщиком транспортной услуги и устанавливается цена на услугу для конечного пользователя. В данном случае, мобильное приложение действует как поисковая система с целью объединения всех поставщиков транспортных услуг в одном сервисе, чтобы пользователи могли избежать взаимодействия с несколькими службами в попытке наибо-

лее эффективно и рационально спланировать путешествие. Многие города уже предоставляют для использования специальные карты, которыми можно оплатить комплексную поездку, но пока в этой системе отсутствуют автобусы и автомобили по запросу пользователя.

Оба варианта оплаты имеют схожие критерии использования, и позволяют запланировать передвижение посредством выстраивания последовательности поездок. А так же обеспечивают техническое, информационное и коммерческое взаимодействие с транспортными компаниями (например, бронирование, оплата электронных билетов, QR коды для оплаты проезда в городских автобусах и метро).

По мере ускорения развития автономных автомобилей Uber объявил о планах перевести приложение в полностью автономный сервис и использовать его как более дешевый вариант, чем приобретение автомобиля. Многие автопроизводители и компании объявили, что они оперативно начинают или находятся в стадии разработки беспилотных автомобилей, включая Tesla, General Motors, Apple и Local Motors.

Беспилотные транспортные средства могут разрешить клиентам использование общественных дорог с невысоким уровнем оплаты. Такой вариант будет обходиться дешевле, чем использование автомобилей-такси. Транспортные средства могут внести значительный вклад в улучшение качества жизни в городах и стать неотъемлемой частью будущего транспорта, людей, окружающей среды и других социальных сфер.

### *Список литературы*

1. Konovalova T.V., Litvinov A.E., Nadiryan S.L., Senin I.S. Investigation of vehicle rollover accidents // Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020. Commemorating the 90th anniversary of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. Сер. "Lecture Notes in Civil Engineering" 2021. С. 347-355.
2. Mironova M., Mironova U., Konovalova T., Nadiryan S., Litvinov A. Methodology for assessing the effectiveness of work in the road sector //

- Safety in Aviation and Space Technologies. Select Proceedings of the 9th World Congress “Aviation in the XXI Century”. Cham, 2022. С. 357-365.
3. Kurakina E., Evtyukov S. Results of studying road construction parameters condition // Architecture and Engineering. 2018. № 3 (1). P. 29-37.
  4. George R., Jana I., Joseph K. International student’s traffic engineering project seminar meps // The world of transport and technological machines. 2013. № 4 (43). С. 106-111.
  5. Konovalova T.V., Senin I.S., Kotenkova I.N. Problem of sustainable functioning of urban transport systems. Matec web of conferences. The VI International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2020). 2021.
  6. Котенкова И.Н., Коцурба С.В. Методы повышения экологической безопасности муниципальных образований на примере г. Краснодара // Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции. Донецкая академия транспорта. 2022. С. 143-146.
  7. Совещание Группы экспертов по прогрессу в повышении безопасности дорожного движения в Азиатско-Тихоокеанском регионе, 8-10 мая 2013 г., Сеул, Республика Корея. <http://www.unescap.org/ttdw/common/Meetings/TIS/EGM-Roadsafety-2013/ppt/4.2.КЕС.pdf>.
  8. Котенкова И.Н., Миронова М.П., Сенин И.С., Кононыхина Е.С. Перспективы применения информационных технологий в целях повышения безопасности дорожного движения // Наука. Техника. Технологии (Политехнический вестник). 2022. № 1. С. 153-157.
  9. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Стратегический и инновационный менеджмент на автомобильном транспорте. учебное пособие. Краснодар, 2021.
  10. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Анализ работы транспортных систем. учебное пособие. Краснодар, 2019.
  11. Домбровский А.Н., Сенин И.С., Котенкова И.Н., Миронова М.П. Влияние городской мобильности на устойчивое развитие территорий // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2022. № 4. С. 197-200.

12. Коновалова Т.В., Надирян С.Л. Пути повышения эффективности системы обеспечения безопасности движения на автомобильном транспорте // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2015. № 4. С. 431-441.
13. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Безопасность движения как подсистема транспортно-логистической системы региона // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2013. Т. 2. № 2 (71). С. 275-279.
14. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л. Оценка проектных решений на транспорте. учебное пособие. Краснодар, 2020.
15. Котенкова И.Н. Анализ влияния выбросов автомобильного транспорта в атмосферу на примере России // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2021. № 3. С. 55-61.

### *References*

1. Konovalova T.V., Litvinov A.E., Nadiryanyan S.L., Senin I.S. Investigation of vehicle rollover accidents. *Proceedings of the XIII International Scientific Conference on Architecture and Construction 2020. Commemorating the 90th anniversary of Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering. Ser. "Lecture Notes in Civil Engineering"*, 2021, pp. 347-355.
2. Mironova M., Mironova U., Konovalova T., Nadiryanyan S., Litvinov A. Methodology for assessing the effectiveness of work in the road sector. *Safety in Aviation and Space Technologies. Select Proceedings of the 9th World Congress "Aviation in the XXI Century"*. Cham, 2022, pp. 357-365.
3. Kurakina E., Evtyukov S. Results of studying road construction parameters condition. *Architecture and Engineering*, 2018, no. 3 (1), pp. 29-37.
4. George R., Jana I., Joseph K. International student's traffic engineering project seminar meps. *The world of transport and technological machines*, 2013, no. 4 (43), pp. 106-111.
5. Konovalova T.V., Senin I.S., Kotenkova I.N. Problem of sustainable functioning of urban transport systems. Matec web of conferences. *The*

- VI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Management of Transport Systems" (ITMTS 2020)*. 2021.
6. Kotenkova I.N., Kotsurba S.V. *Nauchno-tekhnicheskie aspekty innovatsionnogo razvitiya transportnogo kompleksa. Sbornik nauchnykh trudov po materialam VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Donetskaya akademiya transporta* [Scientific and technical aspects of the innovative development of the transport complex. Collection of scientific papers based on materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Donetsk Academy of Transport]. 2022, pp. 143-146.
  7. Expert Group Meeting on Progress in Improving Road Safety in Asia and the Pacific, 8-10 May 2013, Seoul, Republic of Korea. <http://www.unescap.org/ttdw/common/Meetings/TIS/EGM-Roadsafety-2013/ppt/4.2.KEC.pdf>.
  8. Kotenkova I.N., Mironova M.P., Senin I.S., Kononykhina E.S. *Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (Politehnicheskii vestnik)*, 2022, no. 1, pp. 153-157.
  9. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryman S.L. *Strategicheskii i innovatsionnyi menedzhment na avtomobil'nom transporte. uchebnoe posobie* [Strategic and innovative management in road transport]. Krasnodar, 2021.
  10. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryman S.L. *Analiz raboty transportnykh sistem. uchebnoe posobie* [Analysis of the operation of transport systems]. Krasnodar, 2019.
  11. Dombrovskiy A.N., Senin I.S., Kotenkova I.N., Mironova M.P. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki*, 2022, no. 4, pp. 197-200.
  12. Konovalova T.V., Nadiryman S.L. *Elektronnyy setevoy politemicheskii zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU"*, 2015, no. 4, pp. 431-441.
  13. Konovalova T.V., Kotenkova I.N. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 2, no. 2 (71), pp. 275-279.
  14. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryman S.L. *Otsenka proektnykh resheniy na transporte. uchebnoe posobie* [Evaluation of design solutions for transport]. Krasnodar, 2020.
  15. Kotenkova I.N. *Elektronnyy setevoy politemicheskii zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU"*, 2021, no. 3, pp. 55-61.

## **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Надирян София Леоновна**, старший преподаватель кафедры  
«Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический  
университет»*  
*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020,  
Российская Федерация*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Котенкова Ирина Николаевна**, старший преподаватель кафедры  
«Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический  
университет»*  
*ул. Красная, 135, г. Краснодар, Краснодарский край, 350020,  
Российская Федерация*  
*ir-kot83@mail.ru*

## **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Sofiya L. Nadiryan**, Senior Lecturer of the Department of Transport  
Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University,*  
*135, Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Rus-*  
*sian Federation*  
*sofi008008@yandex.ru*

**Irina N. Kotenkova**, Senior Lecturer of the Department of Transport  
Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
*135, Krasnaya Str., Krasnodar, Krasnodar Krai, 350020, Rus-*  
*sian Federation*  
*ir-kot83@mail.ru*

Поступила 05.10.2022  
После рецензирования 17.10.2022  
Принята 30.10.2022

Received 05.10.2022  
Revised 17.10.2022  
Accepted 30.10.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-52-63

УДК 656.13

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

*О.С. Гасилова, К.В. Кулаков,  
А.А. Мальцева, Б.А. Сидоров*

*Проведен натурный эксперимент по исследованию движения автомобилей на улично-дорожной сети крупных городов. Выявлено, что в процессе движения транспортных средств наблюдается большое число перестроений, как факторов, влияющих на пропускную способность улично-дорожной сети. Определены количественные характеристики перестроений автомобилей перед пересечениями. Установлена зависимость числа перестроений транспортных средств от количества полос движения и нахождения транспортного средства на конкретной полосе движения. Полученные результаты исследований необходимо учитывать при определении длительности циклов светофорного регулирования на пересечениях.*

*Цель – определение количества перестроений, как факторов, влияющих на пропускную способность улично-дорожной сети.*

*Метод или методология проведения работы: в работе использовались статистические методы обработки натурального эксперимента.*

*Результаты: получены количественные характеристики перестроений в зависимости от числа полос, состава транспортных потоков.*

*Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять при организации движения с помощью технических средств организации дорожного движения.*

*Ключевые слова: перекресток; улично-дорожная сеть; регулируемое пересечение; транспортный поток; состав транспортного потока; перестроение*

## FACTORS AFFECTING THE CAPACITY OF THE ROAD NETWORK

*O.S. Gasilova, K.V. Kulakov,  
A.A. Maltseva, B.A. Sidorov*

*Full-scale studies of the movement of vehicles on the street and road network of large cities have been carried out. It is revealed that a large number of realignments are observed during the movement of vehicles, as factors affecting the capacity of the road network. The quantitative characteristics of car rebuilds before relocations are determined. The dependence of the number of vehicle realignments on the number of traffic lanes and the location of the vehicle in a particular lane has been established. The obtained research results should be taken into account when determining the duration of traffic light regulation cycles at intersections.*

**Purpose** – determination of the number of realignments as factors affecting the capacity of the road network.

**Methodology** statistical methods of processing a full-scale experiment were used in the work.

**Results:** quantitative characteristics of realignments depending on the number of lanes and the composition of traffic flows are obtained.

**Practical implications** it is advisable to apply the obtained results in the regulation of road traffic by technical means of traffic management.

**Keywords:** intersection; street and road network; regulated intersection; traffic flow; composition of traffic flow; rebuilding

Пропускная способность улично-дорожной сети и безопасность дорожного движения являются объектами постоянного наблюдения многих специалистов. На эти объекты оказывают влияние множество факторов. В основном рассматриваются такие факторы, как интенсивность дорожного движения, плотность транспортного потока, состав транспортного потока, скорость движения транспортных средств и др. [1]. Натурные наблюдения по-

казывают, что большое воздействие на пропускную способность улично-дорожной сети оказывают перестроения движущихся транспортных средств перед пересечениями.

Не смотря на то, что вопросами организации дорожного движения занимались и занимаются известные специалисты, такие как Метсон Т.М., Пугачев И.Н, Лихачев Д.В., Клинковштейн Г.И., Зырянов В.В., в их работах влияние фактора перестроения автомобилей на пропускную способность улично-дорожной сети не рассматривается [2, 3, 4, 5, 7].

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2017 № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8] среди параметров дорожного движения действие фактора перестроения транспортных средств на пропускную способность улично-дорожной сети так же не рассматривается.

Простое наблюдение за движением транспортных средств в плотных транспортных потоках показывает, что перестроения автомобилей приводят не только к появлению дополнительных конфликтных точек, но и к замедлению движения транспортных потоков в целом. Это, в свою очередь, влияет на пропускную способность улично-дорожной сети и безопасность дорожного движения.

Для подтверждения учета влияния вышеназванных факторов были проведены натурные исследования. Исследования проводились на подходах к пересечениям ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва и ул. Ленина – ул. 8 Марта в г. Екатеринбурге [6].

При обработке материала, полученного с помощью натурного эксперимента и видео с камер наблюдения, были определены интенсивность движения, которая фиксировалась в часы «пик», состав транспортного потока, количество перестроений в зависимости от занимаемой полосы движения. Согласно проведенным исследованиям было определено, что из-за высокой интенсивности движения особенно в часы «пик» перед перекрестками увеличивается величина задержек транспортных средств и довольно часто наблюдаются заторовые ситуации [9, 12, 14]. В совокупно-

сти все эти факторы влияют на аварийность и пропускную способность на данных перекрестках.

Замеры интенсивности транспортных потоков проводились в утреннее время суток с 7-00 до 8-00 часов (в часы «пик») с использованием видеонаблюдения. Интенсивность движения определялась в рассматриваемом направлении с учетом состава транспортного потока.

На рисунке 1 представлено расположение пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва.



**Рис. 1.** Расположение пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва

На рисунке 2 представлена схема пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва с указанием числа полос движения по наблюдаемым направлениям движения на пересечении. Полосы движения обозначены цифрами от 1 до 4.

В результате обработки материалов были получены следующие результаты, которые дают возможность отметить, что суммарная интенсивность транспортного потока имеет пиковые нагрузки [10, 11, 13, 15]. Полученные данные отображают существующую про-

пусковую способность перекрестка по исследуемым направлениям (полосы 1–4) и отражены на рисунке 3.



Рис. 2. Схема пересечения ул. Радонежского – бульв. Энтузиастов в г. Москва

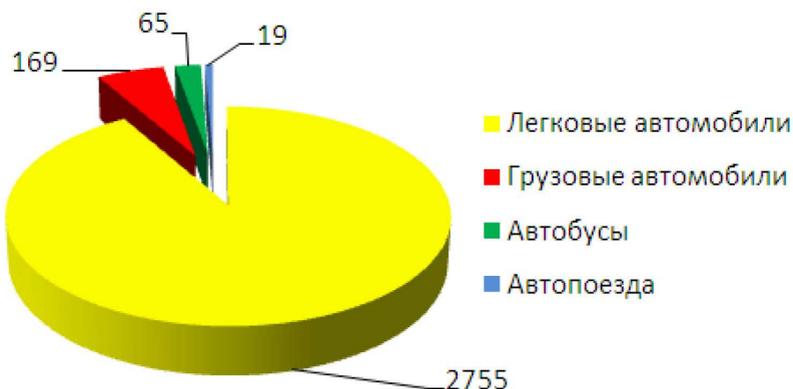


Рис. 3. Общая интенсивность движения с учетом состава транспортного потока по полосам движения 1–4

На рисунке 3 видно, что в транспортном потоке преобладают легковые автомобили. На рисунке 4 показано, что число перестро-

ений транспортных средств перед пересечением в рассматриваемом направлении (полосы 1–4) составляет 18,65% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении.



**Рис. 4.** Количество перестроений автомобилей перед пересечением

Легковые автомобили обладают большей маневренностью и перестраиваются на подъезде к пересечению намного чаще, чем все остальные транспортные средства. Движение за автобусами и грузовыми автомобилями связано с ограничением видимости по направлению движения, уменьшением времени для принятия решения в случае непредвиденных обстоятельств, уменьшением скорости движения, поэтому водители транспортных средств стараются избегать длительного движения за такими транспортными средствами [6]. В результате число перестроений увеличивается (таблица 1).

*Таблица 1.*

**Влияние типа транспортного средства на перестроения перед пересечением**

Число автомобилей, перестраивающихся за легковыми автомобилями	Число автомобилей, перестраивающихся за грузовыми автомобилями	Число автомобилей, перестраивающихся за автобусами
481 авт./ч	57 авт./ч	23 авт./ч
15,99 %	1,90 %	0,76 %

В таблице 2 показано количество перестроений по полосам движения, не учитывая влияние конкретных факторов. В резуль-

тате проведенных исследований определено, что большая часть перестроений осуществляется из 3 полосы во 2 и из 2 полосы в 1.

*Таблица 2.*

**Количество перестроений перед пересечением в зависимости от занимаемой транспортным средством полосы движения**

Номер полосы движения	Количество автомобилей	Процентное содержание
Из 1 полосы во 2	78	13,90 %
Из 2 полосы в 1	117	20,85 %
Из 2 полосы в 3	48	8,55 %
Из 3 полосы во 2	197	35,11 %
Из 3 полосы в 4	56	9,98 %
Из 4 полосы в 3	65	11,58 %

Аналогично были проведены исследования на подходе к пересечению ул. Ленина – ул. 8 Марта в г. Екатеринбурге, которые показали аналогичную картину. Состав транспортного потока большей частью представлен легковыми автомобилями (96,29%). Количество перестроений транспортных средств перед пересечением в процентном соотношении составляет 22,81%. При учете перестроений по полосам движения выявлено, что значительная часть перестроений осуществляется так же из 3 полосы во 2 и из 2 полосы в 1.

Не смотря на то, что исследуемые и сравниваемые объекты находятся в разных городах, число перестроений перед пересечениями оказалось примерно одинаковым. Это можно объяснить тем, что рассматриваемые пересечения имеют практически одинаковую конфигурацию, одинаковое число полос движения, интенсивность движения и состав транспортного потока.

В целом число перестроений перед пересечениями велико и находится в пределах 20% от общей интенсивности движения. Наибольшее число перестроений осуществляется из 3 полосы во вторую полосу (35,11%) и из второй полосы в первую (20,85%). Указанные факторы отрицательно влияют на пропускную способность пересечений и безопасность дорожного движения [6].

### *Список литературы*

1. Гасилова О.С. Методика обеспечения безопасности дорожного движения на регулируемых пересечениях при наличии поворотных потоков: дис. ... канд. техн. наук 05.22.10 / Гасилова Ольга Сергеевна. Санкт-Петербург, 2021. 140 с.
2. Зырянов В.В. Организация дорожного движения: учебное пособие / В.В. Зырянов, Н.А. Синеокая. Ростов-на-Дону: Ростовский гос. строит. ун-т, 2014. 92 с.
3. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
4. Лихачев Д.В. Повышение эффективности левоповоротного движения в зоне регулируемого перекрестка: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Лихачев Дмитрий Валерьевич. Орел, 2020. 26 с.
5. Метсон Т.М. Организация движения / Т.М. Метсон, У.С. Смит, Ф.В. Хард; пер. с англ. Р.Л. Гончаровой и др.; под ред. А.П. Алексеева. М.: Научно-техн. изд-во Мин-ва авт. тр-та и шоссеиных дорог РСФСР, 1960. 463 с.
6. Натурные исследования перестроений транспортных средств на улично-дорожной сети / Алексеева О.В., Гасилова О.С., Ивачев Е.А., Лыжина М.О. // Организация и безопасность дорожного движения: матер. X международной науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения д.т.н., проф. Л.Г. Резника. Тюмень: Тюмен. индустр. ун-т, 2017. Т.2. С. 139-142.
7. Организация дорожного движения: учеб. пособие для учреждений высш. проф. образования / И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, А.И. Солодкий, А.В. Белов; под ред. А. Э. Горева. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 240 с.
8. Федеральный закон от 29.12.2017 № 443-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286793/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286793/)
9. A. Gorev, O. Gasilova, B. Sidorov. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections // Architecture and Engineering. 2021. vol. 6. № 1. P. 73-80.

10. A. Pistsov, D. Zakharov. Analysis of methods of providing public transport priority in cities // WIT Transactions on the Built Environment. 27. Cep. "Urban and Maritime Transport XXVII" 2021. P. 291-298.
11. D. Karmanov, D. Zakharov, A. Fadyushin. Evaluation of changes in traffic parameters for various types of traffic signal regulation // Transportation research procedia. 2018. P. 274-280.
12. Highway capacity manual 2010 // Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA. 2010.
13. V. Morozov, S. Iarkov. The application of lane occupancy parameter for solving tasks of traffic management // Transportation research procedia. 2018. P. 520-526.
14. Webster, F. V., Wardrop, J. P. Capacity of Urban intersection // Traffic Egging and Control, vol. 4 № 7, 1962, P. 17-21.
15. Zakharov D.A., Karmanov D.S., Fadyushin A.A., Chistyakov A.N. Simulation modeling of traffic for various types of traffic lights regulation in conditions of intensive traffic of vehicles // Journal of mechanical engineering research and developments. 2018. vol. 4. № 4. P. 58-61.

### *References*

1. Gasilova O.S. *Metodika obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizhe-niya na reguliruemyykh peresecheniyakh pri nalichii povorotnykh potokov* [Methodology for ensuring road safety at regulated intersections in the presence of turning flows]. Saint-Petersburg, 2021, 140 p.
2. Zyryanov V.V., Sineokaya N.A. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Rostov-on-Don: Rostovskiy gos. stroit. un-t, 2014, 92 p.
3. Klinkovshhteyn G.I., Afanas'ev M.B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Moscow: Transport, 2001, 247 p.
4. Likhachev D.V. *Povyshenie effektivnosti levopovorotnogo dvizheniya v zone reguliruemogo perekrestka* [Improving the efficiency of left-turn traffic in the area of a regulated intersection]. Eagle, 2020, 26 p.
5. Metson T.M., Smit U.S., Khard F.V. *Organizatsiya dvizheniya* [Organization of movement]. Moscow: Nauchno-tekhn. izd-vo Min-va avt. tr-ta i shosseynykh dorog RSFSR, 1960, 463 p.
6. Alekseeva O.V., Gasilova O.S., Ivachev E.A., Lyzhina M.O. *Naturnye issledovaniya perestroeniy transportnykh sredstv na ulichno-dorozhnoy*

- seti [Full-scale studies of vehicle realignments on the road network]. *Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya: mater. Kh mezh-dunarodnoy nauch.-prakt. konf., posvyashchenoy 85-letiyu so dnya rozhdeniya d.t.n., prof. L.G. Reznika* [Organization and road safety: mater. X International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, prof. L.G. Reznik]. Tyumen: Tyumen. industr. un-t, 2017, vol. 2, pp. 139-142.
7. Pugachev I.N., Gorev A.E., Solodkiy A.I., Belov A.V. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* [Traffic management]. Moscow: Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2013, 240 p.
  8. Federal'nyy zakon ot 29.12.2017 № 443-FZ (red. ot 31.07.2020) «*Ob organizatsii dorozhnogo dvizheniya v Rossiyskoy Federatsii i o vnesenii izme-neniy v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossiyskoy Federatsii*» [Federal Law No. 443-FZ of 29.12.2017 (as amended on 31.07.2020) On the organization of road traffic in the Russian Federation and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286793/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286793/)
  9. A. Gorev, O. Gasilova, B. Sidorov. Prerequisite for accident-free traffic at signal-controlled intersections. *Architecture and Engineering*, 2021, vol. 6, no. 1, pp. 73-80.
  10. A. Pistsov, D. Zakharov. Analysis of methods of providing public transport priority in cities. *WIT Transactions on the Built Environment*. 27. Ser. "Urban and Maritime Transport XXVII", 2021, pp. 291-298.
  11. D. Karmanov, D. Zakharov, A. Fadyushin. Evaluation of changes in traffic parameters for various types of traffic signal regulation. *Transportation research procedia*, 2018, pp. 274-280.
  12. Highway capacity manual 2010. *Transportation Research Board, National Research Council*. Washington, D.C., USA, 2010.
  13. V. Morozov, S. Iarkov. The application of lane occupancy parameter for solving tasks of traffic management. *Transportation research procedia*, 2018, pp. 520-526.
  14. Webster, F. V., Wardrop, J. P. Capacity of Urban intersection. *Traffic Eg-ging and Control*, 1962, vol. 4, no. 7, pp. 17-21.
  15. Zakharov D.A., Karmanov D.S., Fadyushin A.A., Chistyakov A.N. Simu-lation modeling of traffic for various types of traffic lights regula-

tion in conditions of intensive traffic of vehicles. *Journal of mechanical engineering research and developments*, 2018, vol. 4, no. 4, pp. 58-61.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРЕ**

**Гасилова Ольга Сергеевна**, доцент кафедры «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура», кандидат технических наук

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*

*gasilovaolga1983@gmail.com*

**Кулаков Константин Викторович**, доцент кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин», кандидат технических наук

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет»*

*ул. Шоссе Энтузиастов, 50, г. Балашиха, Московская область, 143907, Российская Федерация*

*kost2608@yandex.ru*

**Мальцева Анастасия Алексеевна**, студентка 1 курса магистратуры кафедры «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура»

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*

*maltsevaana@m.usfeu.ru*

**Сидоров Борис Андреевич**, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт и транспортная инфраструктура», кандидат технических наук, доцент

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»*

*ул. Сибирский тракт, 37, г. Екатеринбург, Свердловская область, 620100, Российская Федерация*  
*sidorovba@m.usfeu.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHOR**

**Olga S. Gasilova**, Associate Professor of the Department of Automobile transport and transport infrastructure, Candidate of Technical Sciences

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*gasilovaolga1983@gmail.com*

**Konstantin V. Kulakov**, Associate Professor of the Department of Operation and technical service of machines, Candidate of Technical Sciences

*Russian State Agrarian Correspondence University*  
*50, Shosse Entuziastov St., Balashikha, Moscow Region, 143907, Russian Federation*  
*kost2608@yandex.ru*

**Anastasia A. Maltseva**, 1st year graduate student of the Department of Automobile transport and transport infrastructure

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*maltsevaaa@m.usfeu.ru*

**Boris A. Sidorov**, Head of the Department of Automobile transport and transport infrastructure, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*Ural State Forestry Engineering University*  
*37, Siberian tract St., Ekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620100, Russian Federation*  
*sidorovba@m.usfeu.ru*

Поступила 27.10.2022

После рецензирования 15.11.2022

Принята 20.11.2022

Received 27.10.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 20.11.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-64-80

УДК 004.94

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЙТИНГОВЫХ ПОДХОДОВ

*Я.Е. Львович, А.П. Преображенский, Т.В. Аветисян*

*Задача транспортной системы состоит в обеспечении безопасной и эффективной доставки грузов и перевозки пассажиров. Эффективное управление транспортными системами направлено не только на обеспечение оптимального прохождения всех процессов внутри таких систем. Основной задачей в этом случае выступает создание условий способных обеспечить мобильность населения и объемы перевозки грузов, которые будут удовлетворять задачам развития экономики. Таким образом, степень эффективности транспортной системы можно определить исходя из ее способности обеспечивать баланс между экономическими требованиями и общественными запросами, которые часто противоречат друг другу. Особенности организации управления транспортной системой: пространственное расположение элементов системы на большой территории, необходимость строго соблюдать технологические функции, влияющие на безопасность перевозок, единоначалие, диспетчеризация и соблюдение дисциплины при организации транспортных процессов, тесное взаимодействие и взаимная зависимость всех элементов транспортной системы.*

*В работе рассмотрена задача взаимодействия управляющего центра и объектов в транспортной системе. Применяются механизмы рейтинговых оценок. Приведена иллюстрация структурной схемы, на основе которой реализуются механизмы рейтингового управления. Результаты продемонстрировали эффективность используемых подходов. Они могут быть использованы*

*при оценках работоспособности широкого круга транспортных систем.*

***Ключевые слова:** транспортная система; управление; рейтинговая оценка; моделирование*

## **MANAGEMENT MODELING OF TRANSPORT ORGANIZATIONS WITH THE APPLICATION OF RATING APPROACHES**

***Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky, T.V. Avetisyan***

*The task of a transportation system is to ensure the safe and efficient delivery of goods and transportation of passengers. Effective management of transport systems is aimed not only at ensuring the optimal passage of all processes within such systems. The main task in this case is to create conditions capable of ensuring the mobility of the population and the volume of cargo transportation which will meet the objectives of economic development. Thus, the degree of efficiency of the transport system can be determined on the basis of its ability to ensure a balance between economic requirements and social demands, which often contradict each other. Features of transport system management organization: spatial location of system elements on a large territory, the need to strictly observe technological functions affecting the safety of transportation, one-man management, dispatching and discipline in the organization of transport processes, close interaction and mutual dependence of all elements of the transport system.*

*The paper considers the task of interaction between the control center and the objects in the transport system. The mechanisms of rating evaluations are applied. The illustration of the structural scheme, on the basis of which the mechanisms of rating management are implemented, is given. The results have demonstrated the efficiency of the approaches used. They can be used in evaluating the performance of a wide range of transportation systems.*

***Keywords:** transport system; management; rating assessment; modeling*

## **Введение**

Для транспортных организаций в ходе анализа можно отметить такие, внутри которых существует управляющий центр. На его основе будут объекты, которые однородны по видам основной деятельности объединены. Различные виды проблем учитываются в ходе взаимодействия объектов и управляющего центра. При этом в системе как организационном целом будет достигаться цель эффективного функционирования. Представляет интерес анализ по ресурсному обеспечению основной деятельности, а также объектов разных типов, которые будут входить в систему. Наблюдается определенная периодичность в совершении мониторинга по совокупности показателей управляющим центром в ходе выделения для объектов транспортной инфраструктуры ресурсного обеспечения [1, 2]. Принятия управленческих решений оказывается затруднительным вследствие того, что число показателей будет достаточно большим. Транспортная система оценивается по различным аспектам деятельности на основе рейтинга. При этом используется фиксированная шкала. Рейтинг рассматривается с точки зрения максимально свернутого вида. Он считается как комплексная информация относительно состояния транспортных объектов. Рейтинговое оценивание используется в ходе взаимодействия объектов и управляющего центра. В дальнейшем применяют процедуру рейтингового управления. Тогда объекты, которые входят в исследуемую транспортную систему, рассматриваются с точки зрения анализа контроля, учета, прогнозирования и регулирования деятельности в ходе использования рейтинга.

### **Модель взаимодействия между компонентами транспортной системы**

То, каким образом в транспортной системе происходит взаимодействие между компонентами, может быть описано на основе таких классификационных признаков.

1. Организатор поддержки рейтинга будет определять его вид. Он является внутренним и внешним. Это определяется тем, какие будут объекты.

2. Результаты внешнего рейтингования должны быть публичным образом продемонстрированы на основе соответствующей формы. Используются глобальные и тематические рейтинговые оценки.
3. В ходе взаимодействия есть соответствующее управляющее воздействие [3]. Оно характеризуется тем, как меняется ресурсное обеспечение объекта, каким образом в объекте меняется рейтинговое состояние.
4. Объекты и управляющий центра будут взаимодействовать в определенных режимах. Они могут быть связаны с основной деятельностью производственных систем, а также режимами развития.
5. В ходе рейтингового управления объектами со стороны управляющего центра могут быть разные формы. Они могут быть административными, а также с элементами поддержки принятия решений.

Администрацией управляющего центра может рассматриваться доминирующий эксперт-руководитель. Также методы экспертного оценивания могут быть использованы для того, чтобы использовать формализованные методы моделирования и оптимизации с привлечением администрации управляющего центра [4].

Можно применять обозначения, которые связаны с тем, как формализуются механизмы в рейтинговом управлении на основе указанных классификационных признаков:

$i = \overline{1, I}$  – в транспортной системе является нумерационным множеством объектов  $O_i$ ;

$y_{im}(t)$  – по  $i$ -му объекту при анализе  $t$ -го периода в транспортной системе демонстрирует эффективность функционирования по транспортной системе;

$m = \overline{1, M}$  – по показателям мониторинга рассматривается в виде нумерационного множества;

$t = \overline{1, T}$  – демонстрирует те периоды, которые используются в мониторинге и представляются множеством;

$a_{ij}(t)$  – по  $i$ -му объекту при анализе  $t$ -го периода в транспортной системе рассматриваются в виде ключевых показателей, чтобы осуществлять внутреннее рейтинговое оценивание со стороны управляющего центра;

$j = \overline{1, J}$  – демонстрирует в транспортной системе множество показателей, которые связаны внутренним рейтинговым оцениванием объектов;

$r_{in}$  – по  $i$ -му объекту в рамках  $n$ -го направления основной деятельности рассматривается как внутренняя рейтинговая оценка. При этом объекты  $O_i$  на базе интегральной оценки  $F_i = \varphi(a_{ij})$  будут упорядочены;

$n = \overline{1, N}$  – в транспортной системе по направлениям основной деятельности [5] рассматривается в виде нумерационного множества;

$\varphi(\cdot)$  – с использованием величины интегральной оценки  $F_i$  рассматривается в виде модели упорядочения объектов  $O_i$ ;

$V^0$  – в транспортной системе рассматривается в виде ресурсного обеспечения по основной деятельности;

$V_n^0$  – в рамках направления по основной деятельности рассматривается в виде ресурсного обеспечения;

$V^g$  – чтобы развивать транспортную систему [6], дополнительно происходит выделение ресурсного обеспечения в рамках основной деятельности;

$V_i^0$  – в транспортной системе по  $i$ -му объекту рассматривается в виде ресурсного обеспечения по основной деятельности;

$V_i^g$  – по объекту рассматривается в виде дополнительного ресурсного обеспечения;

$V_i^p$  – в транспортной системе, чтобы ее развивать по  $i$ -му объекту рассматривается в виде ресурсного обеспечения;

$\hat{V}_i$  – в транспортной системе по ресурсному обеспечению рассматривается в виде заявленной потребности;

$x_{in}$  – по  $i$ -му объекту, когда он взаимодействует с потребителями в рамках  $n$ -го направления по основной деятельности рассматривается в виде объемного показателя результатов;

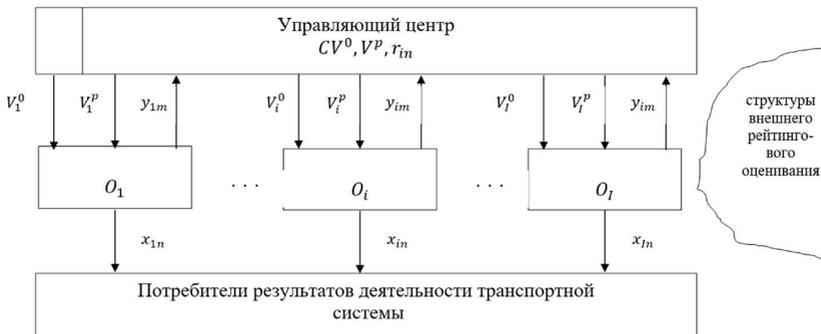
$c_{in}$  – по  $i$ -му объекту для  $n$ -го направления по основной деятельности рассматривается в виде удельных затрат, чтобы реализовать результат;

$r_i$  – по  $i$ -му объекту рассматривается в виде значения, относящегося к глобальной внешней рейтинговой оценке;

$r_{il}$  – по  $i$ -му объекту в рамках  $l$ -го тематического направления рассматривается в виде значения внешней рейтинговой оценки;

$l = \overline{1, L}$  – во внешнем рейтинговании рассматриваются как тематические направления, представленные в виде множества.

В ходе рейтингового управления, если объекты в транспортной системе взаимодействуют с управляющим центром, можно обозначить следующую структуру взаимодействия, которая приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Иллюстрация структуры того, как в ходе рейтингового управления в транспортной системе будут взаимодействовать объекты и управляющий центр

**Анализ в транспортных системах характеристик, связанных с механизмами рейтингового оценивания относительно объектов.** В рейтинговом оценивании проведем рассмотрение особенности соответствующих механизмов. Третий классификационный признак будет оказывать влияние. Объекты транспортной системы и управляющий центр должны быть согласованы с точки зрения их интересов, если происходит управление ресурсным обеспечением. Такие механизмы могут быть предложены в ходе решения проблем, связанных с ресурсным обеспечением:

- в транспортной системе по всем направлениям основной деятельности по ресурсному обеспечению реализация управления по его распределению;

- выделение дополнительного обеспечения по развитию согласования в транспортной системе интересов объектов и управляющего центра;

В транспортной системе по объектам [7], которые характеризуются наибольшим потенциалом изменения по своему рейтинговому состоянию проведение управления распределением по дополнительному ресурсному обеспечению.

Между объектами  $O_i$  происходит распределение ресурсного обеспечения  $V^0$ , основываясь на величине внутреннего рейтинга  $r_{in}$  в первом механизме рейтингового направления. Тогда будет выделение ресурсного обеспечения в объеме  $V_{in}^0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$  управляющим центром по  $i$ -му объекту в  $n$ -м направлении основной деятельности. Чтобы реализовать  $n$ -е направление основной деятельности по  $i$ -му объекту необходимо учитывать потребности по ресурсному обеспечению  $\hat{V}_{in}^0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ .

Объекты, которые входят в транспортную систему при реализации, ими должны характеризоваться минимальными суммарными затратами [8] во втором механизме управления. В рамках  $n$ -го направления основной деятельности в транспортной системе при использовании ресурсного обеспечения будут появляться противоречивые интересы среди объектов и администрацией управляющего центра  $V_n^0 = \sum_{i=1}^I V_{in}^0$ .

Чтобы реализовать основную деятельность по каждому объекту должно быть суммарное ресурсное обеспечение  $V_i^0 = \sum_{n=1}^N V_{in}^0$ .

По  $i$ -му объекту необходимо, чтобы при выделении ресурса и его экономии обеспечивалось согласование с управляющим центром вследствие того, что выбираются значения  $x_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ .

Дополнительное ресурсное обеспечение  $V_g$  выделяется на основе рейтингового управления в третьем механизме. Наибольшее улучшение значения по внешнему рейтингу относится к соответствующим объектам  $i^1 = \overline{1, I^1} \in \overline{1, I}$ . Объекты  $O_{i_1}, i_1 = \overline{1, I_1}$ , которые конкурентоспособны внутри глобальной среды.

Показатели эффективности деятельности  $y_{iml}$  изменяются, что ведет к этому изменению состояния  $r_{i_1l}$ . В рамках  $l$ -го тематическо-

го направления они будут оказывать влияние на то, то, как улучшается внешняя рейтинговая оценка.

Для глобального рейтинга  $r_{i^1}$  будет переход к более высокому кластеру с точки зрения рейтинговой позиции. Объектами  $O_{i^1}, i^1 = \overline{1, I^1}$  будет происходить дополнение ресурсного обеспечения  $V_{i^1}^g$  ресурсным обеспечением по развитию, основываясь на втором механизме управления. При этом экономятся затраты по основной деятельности [9]. В результате по управляющему центру будет происходить выполнение указанного требования.

В транспортной системе объекты и управляющий центр взаимодействуют соответствующим образом в рамках рассмотренных механизмов, что позволяет реализовать рейтинговое управление. По показателям  $y_{im}, i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M}$  объекты будут подвергаться мониторингу эффективности со стороны управляющего центра. Чтобы вычислять значения по внутренним рейтинговым оценкам  $r_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$  происходит выбор по каждому направлению основной деятельности набора показателей  $a_j$ .

Объем ресурсного обеспечения  $v_{in}^0$  определяется на их основе. Показатели ориентированы на потребности  $i$ -го объекта относительно ресурса  $v_{in}^0$ . Множество объектов  $i^1 = \overline{1, I^1}$  при этом будет сформировано, которые связаны с тем, как распределяется дополнительное ресурсное обеспечение  $V^g$ . Тематические и интегральные внешние рейтинговые оценки  $r_{i^1}, r_{i^1}$ , имеющих объемы  $V$ , будут улучшаться. Оптимальные значения по объемным показателям в результатах функционирования объектов будут определены вследствие того. Это будет вследствие того, что согласуются интересы объектов и управляющего центра [10] по распределению ресурсного обеспечения  $V_n^0$ . Учитывается взаимодействие с потребителями  $x_{in}^*$ ,  $i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ . Тогда можно по основной деятельности и развития определить ресурсное обеспечение  $V_i^0, V_i^p, i = \overline{1, I}$ .

В объеме  $V_i^0$  изменяются значения показателей эффективности деятельности  $O_{i^1}, i^1 = \overline{1, I^1}$  при распределении ресурсного обеспечения  $V_{i^1}^p$  для заключительного этапа. Для заданного периода перспективного планирования будет осуществляться переход к бо-

лее высокой позиции относительно внешних рейтинговых оценок  $r_{i^1 l}, r_{i^1}, i^1 = \overline{1, I^1}, l = \overline{1, L}$ .

На рис. 2. дана иллюстрация структурной схемы того, как реализуются механизмы в ходе рейтингового управления.

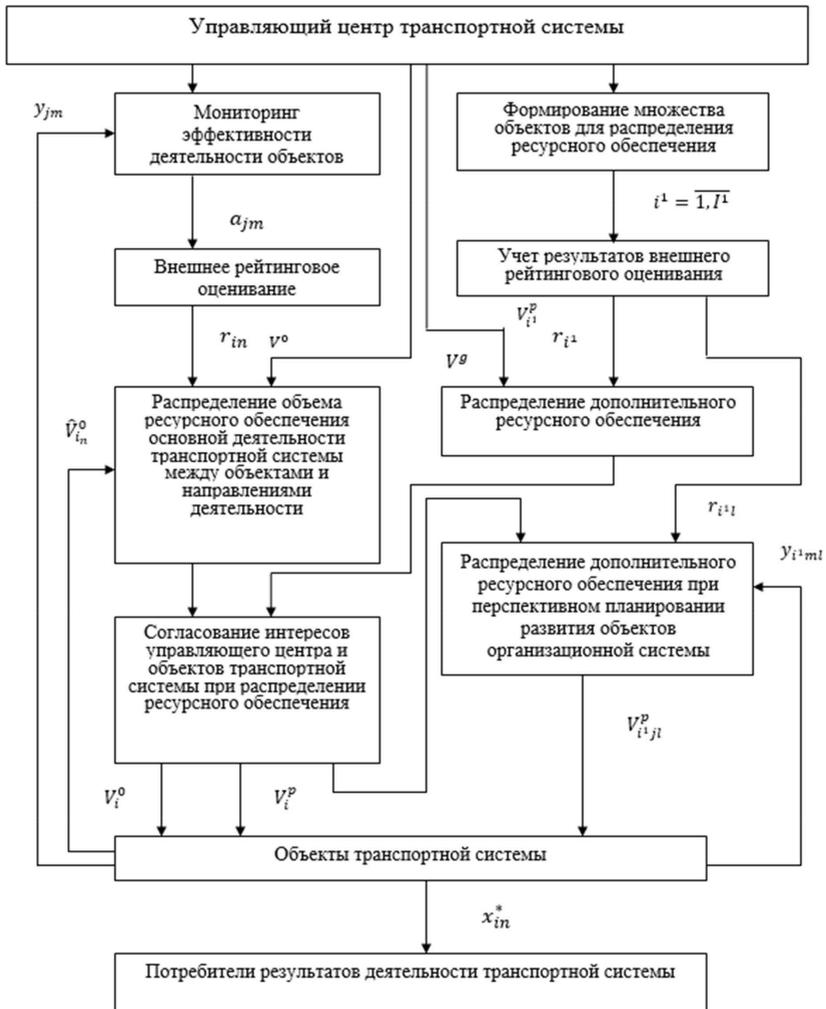


Рис. 2. Иллюстрация структурной схемы, на основе которой реализуются механизмы рейтингового управления

**Анализ характеристик, связанных с моделированием взаимодействия объектов транспортных систем и управляющего центра.** При реализации механизмов, направленных на рейтинговое управление необходимо рассматривать характеристики моделирования того, как взаимодействуют объекты в транспортных системах и управляющий центр. Применяются три вида моделей при рейтинговом управлении: рейтинговое состояние, упорядочение, ресурсное обеспечение.

Упорядочение связано с тем, какие способы существуют по вычислению интегральной оценки по объекту. Для того, чтобы осуществлять внутреннего рейтингового оценивание, необходимо опираться на известные значения показателей, которые выбираются со стороны управляющего центра

$$F_i = \varphi(a_{ij}) \quad (3)$$

Когда присваивается рейтинговая оценка  $r_i$ , происходит упорядочение нумерационного множества объектов  $i = \overline{1, I}$ , на это оказывают влияние значения (3). По модели (1) некоторые исследователи предложили определенные модификации.

Основываясь на максимальном значении количественной оценки в интегрированном показателе, может быть определен рейтинг в первой модификации.

Наибольший суммарный результат по объекту будет определять наивысшее значение в рейтинге.

Следующая формула применяется для того, чтобы осуществить оценку интегрированного показателя:

$$F_i^{(1)} = \sqrt{\sum_{j=1}^J a_{ij}^2}, i = \overline{1, I}. \quad (4)$$

Детализированные показатели будут формировать рейтинговую оценку в соответствии с указанной модификацией. В них будет доминирование по значениям количественных оценок независимо от того, какая их важность. Происходит описание только отдельных аспектов в объекте исследования того, насколько успешная деятельность.

Учет весомости по каждому детализированному показателю  $j = \overline{1, J}$  происходит во второй модификации рейтинговой оценки

$$F_i^{(2)} = \sqrt{\sum_{j=1}^J p_{ij} \cdot a_{ij}^2}, i = \overline{1, I}. \quad (5)$$

В ходе моделирования  $\mu_j$  рассматривается в виде весового коэффициента по анализируемому детализированному показателю  $j = \overline{1, J}$ .

По отдельному детализированному показателю можно учесть фактор предпочтений во второй модификации. Это связано с тем, что на основе экспертного подхода происходит определение весовых коэффициентов. При этом принимается во внимание относительная значимость каждого из тех показателей, который был выбран.

Детализированные показатели по качеству будут немного нивелированы. Это рассматривается как недостаток в модификации. Связано это с тем, что вклад больших количественных значений по одним детализированным показателям в общей оценке рейтинга будет вести к компенсации низких значений других.

В третьей модификации будет реализован принцип, который связан с соразмерностью детализированных показателей. Они будут сопоставляться с показателями таких объектов, по которым будет наилучшее значение в выборке соответствующего укрупненного показателя.

## Результаты

Было осуществлено моделирование управления транспортного предприятия с использованием предлагаемых подходов проводится рассмотрение управляющего центра и десять объектов управления. Чтобы оценить соответствие сформированной структуры системы, тем, какие возможности в успешном экономическом развитии и финансовых характеристиках, применяются рейтинговые показатели. Чтобы обеспечивать повышение уровня про-

даж в транспортной организации необходимо было опираться на рейтинговое управление. Внутри рынка продаж были учтены интересы по основным силам кроме интересов самой транспортной компании в модели управления. Рассматривались конкуренты, местные органы власти, акционеры, население в виде конечного потребителя.

По транспортной организации ведется анализ и управление финансовой устойчивостью с использованием интегральной оценки. Планирование и реализация прогнозирования по финансовым решениям, проведение анализа по финансовому состоянию, проведение контроля по выполнению производственных планов, а также задач рассматривается во внешнем рейтинговом управлении. Реализация функций, связанных с регулированием финансовой деятельности и стимулирования исполнения по целевым финансовым показателям кроме отмеченных задач, реализуется во внутреннем рейтинговом управлении.

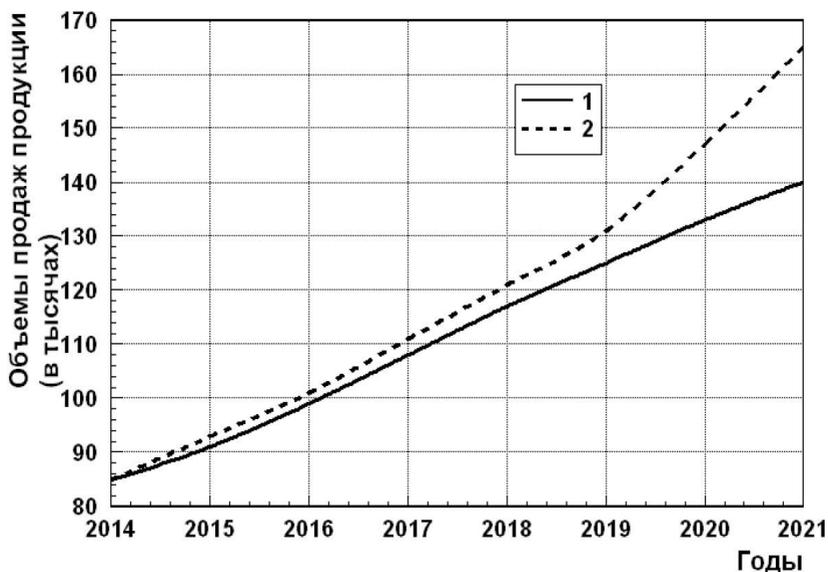


Рис. 3. Зависимость объемов производимой продукции с использованием и без использования механизмов рейтингового управления

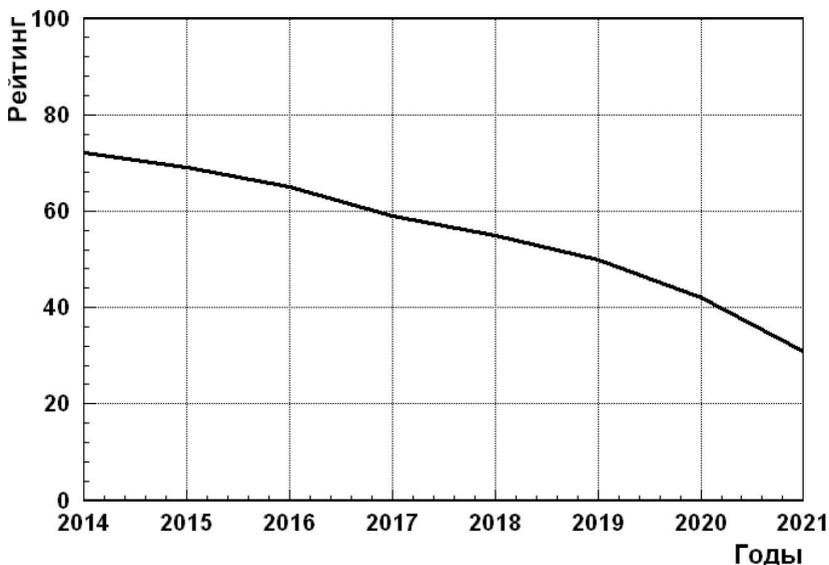


Рис. 4. Изменение рейтинга транспортной организации в зависимости от года

На рис. 3 продемонстрированы, объемы продаж продукции транспортного предприятия без того, чтобы применять механизмы рейтингового управления (кривая 1) и на основе применения таких механизмов (кривая 2).

На рис. 4 можно увидеть, каким образом происходило изменение в рейтинговой позиции среди тех 100 предприятий, которые были выбраны для осуществления анализа.

### **Выводы**

На процесс принятия решений в ходе управления транспортными предприятиями будут оказывать влияние как определенные классификационные признаки такого взаимодействия, так и механизмы, связанные с рейтинговым управлением. Они направлены на поддержку эффективного распределения ресурсного обеспечения, проведение согласования интересов между управляющим центром и объектами транспортных систем, проведение изменения

в рейтинговом состоянии объектов. Для того, чтобы моделировать взаимодействие объектов транспортных систем и управляющего центра представляет интерес применение трех классов моделей: связанной с упорядочением, связанной с ресурсным обеспечением и связанной с рейтинговым состоянием. В каждом классе есть различные структуры и параметры математических зависимостей рейтинговых оценок от других показателей эффективности функционирования объектов и объемов в ресурсном обеспечении. Это определяет многовариантность в ходе реализации механизмов рейтингового управления. Даны результаты, которые демонстрируют эффективность использования рейтинговых подходов с точки зрения роста объемов продаж выпускаемой продукции.

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

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### *Список литературы*

1. Львович К.И. Управление эффективностью деятельности персонала в условиях цифровой трансформации организационных систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Т. 8. № 3 (30). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.30.3.039>
2. Львович Я.Е., Преображенский А.П., Преображенский Ю.П. Анализ некоторых проблем оптимального управления в сложных системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 93-95.
3. Preobrazhenskiy Yu.P., Chuprinskaya Yu.L., Ruzhicky E. The problems of process control in computer systems // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 92-94.
4. Чупринская Ю.Л., Линкина А.В. Краткий обзор современных технологических трендов в контексте цифровой трансформации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 107-109.

5. Миркина О.Н. Состояние транспортной отрасли России и основные тенденции её развития // *International Journal of Advanced Studies*. 2022. Т. 12. № 1. С. 104-122. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2022-12-1-104-122>
6. Семенова Е.В. Основы безопасности формирования железнодорожных составов // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2022. № 2 (41). С. 13-16.
7. Воронов А.А., Блинов Р.А., Смирнов А.О., Иванов П.Т., Александров А.А. Применение методов системного анализа для повышения эффективности работы транспортных предприятий // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2022. № 1 (40). С. 114-117.
8. Рихтер Т.В., Белоус А.В. Автоматизация процесса учета оборудования на предприятии // *International Journal of Advanced Studies*. 2022. Т. 12. № 2. С. 69-85. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2022-12-2-69-85>
9. Зотова В.А., Тихонова Н.А., Феофанова Т.Д. Техническое состояние транспортных средств и его изменение в процессе эксплуатации // *International Journal of Advanced Studies*. 2021. Т. 11. № 3. С. 76-82. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-3-76-82>
10. Прохорова О.К., Куршин И.А., Прохорова А.Е. Методические подходы к оценке конкурентных преимуществ организации // *Вестник Воронежского института высоких технологий*. 2022. № 2 (41). С. 146-150.

### *References*

1. L'vovich K.I. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii*, 2020, vol. 8, no. 3 (30). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.30.3.039>
2. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij A.P., Preobrazhenskij YU.P. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 93-95.
3. Preobrazhenskij Yu.P., Chuprinskaya Yu.L., Ruzhicky E. The problems of process control in computer systems. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 1 (40), pp. 92-94.
4. CHuprinskaya YU.L., Linkina A.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 1 (40), pp. 107-109.

5. Mirkina O.N. *International Journal of Advanced Studies*, 2022, vol. 12, no. 1, pp. 104-122. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2022-12-1-104-122>
6. Semenova E.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 13-16.
7. Voronov A.A., Blinov R.A., Smirnov A.O., Ivanov P.T., Aleksandrov A.A. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 1 (40), pp. 114-117.
8. Rihter T.V., Belous A.V. *International Journal of Advanced Studies*, 2022, vol. 12, no. 2, pp. 69-85. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2022-12-2-69-85>
9. Zotova V.A., Tihonova N.A., Feofanova T.D. *International Journal of Advanced Studies*, 2021, vol. 11, no. 3, pp. 76-82. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-3-76-82>
10. Prohorova O.K., Kurshin I.A., Prohorova A.E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 146-150.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Львович Яков Евсеевич**, профессор, доктор технических наук,  
профессор  
*Воронежский государственный технический университет*  
*ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Российская Фе-*  
*дерация*  
*Komkovvvt@yandex.ru*

**Преображенский Андрей Петрович**, профессор, доктор техни-  
ческих наук, доцент  
*Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Komkovvvt@yandex.ru*

**Аветисян Татьяна Владимировна**, старший преподаватель  
*Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Komkovvvt@yandex.ru*

---

## DATA ABOUT THE AUTHORS

**Yakov E. Lvovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor

*Voronezh State Technical University*

*84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7051-3763>*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Professor, Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>*

**Tatiana V. Avetisyan**, Senior Lecturer

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

Поступила 27.10.2022

После рецензирования 14.11.2022

Принята 20.11.2022

Received 27.10.2022

Revised 14.11.2022

Accepted 20.11.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-81-95

УДК 681.3

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ И ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОБЕЛОВ

*Я.Е. Львович, А.П. Преображенский,  
Т.В. Аветисян*

*Анализ показывает, что реальные информационные потоки, характеризуются: произвольной функцией распределения; наличием как количественных, так и качественных показателей; отсутствием части содержательных фрагментов данных; недоверенностью данных, связанной с ошибками при регистрации и их вводе; параметрической избыточностью.*

*Не все существующие средства, включенные в состав большинства инструментальных систем, дают возможность решать ряд перечисленных задач.*

*В статье рассматривается задача, связанная с фильтрацией информации. Представлена иллюстрация схемы алгоритма, позволяющего вести информационную фильтрацию. Указаны подробно этапы, используемые в ходе построения алгоритма. Применяется геометрический подход. Он дает возможности для того, чтобы проводить рассмотрение информационных сообщений в виде «созвездий», которые связаны с  $i$ -мерным гиперпространством признаков. Предложен алгоритм, который позволяет реализовать заполнение пробелов.*

*Представленные в работе результаты могут быть полезными при рассмотрении различных потоков информации в современных информационных системах.*

**Ключевые слова:** алгоритм; фильтрация информации; заполнение пробелов; показатель

## ANALYSIS OF THE USE OF ALGORITHMS TO FILTER INFORMATION AND FILL GAPS

*Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky,  
T.V. Avetisyan*

*The analysis shows that the real information flows are characterized by: arbitrary distribution function; the presence of both quantitative and qualitative indicators; the absence of part of the meaningful data fragments; unreliability of data associated with errors in registration and their entry; parametric redundancy.*

*Not all of the existing tools included in most of the instrumental systems, make it possible to solve a number of these problems. The article deals with the problem related to information filtering. The illustration of an algorithm scheme, which allows to conduct information filtering, is presented. The stages used in the construction of the algorithm are specified in detail. The geometric approach is applied. It gives an opportunity to lead consideration of information messages in the form of “constellations” which are connected with the  $i$ -dimensional feature hyperspace. An algorithm that allows to implement gap filling is proposed. The results presented in the paper can be useful when considering different information flows in modern information systems.*

**Keywords:** *algorithm; information filtering; gap filling; indicator*

### **Введение**

Сейчас можно наблюдать активное использование различных систем, позволяющих осуществлять статистическую обработку информации в различных сферах. Для тех данных, которые применяются в практических приложениях, можно отметить произвольные функции распределения, наличие пропусков в данных, влияние различных помех, данные могут быть недостоверными, в них могут встречаться ошибки.

Не во всех случаях существуют возможности для того, чтобы по произвольным наборам данных осуществлять процессы каче-

ственной обработки. Это ведет к необходимости разработки соответствующих алгоритмов.

Цель работы связана с разработкой подхода, направленного на фильтрацию информации.

### Предложения по процедурам фильтрации информации

При рассмотрении функционирования информационных систем во многих случаях необходимо обеспечивать фильтрацию информации [1, 2]. Тогда обеспечивается выбор таких информационных сообщений, которые характеризуются такой совокупностью сведений, которая является наиболее вероятной.

Множество объектов позволяют рассматривать всю анализируемую информацию таким образом

$$G_{исх} = \bigcup_{n=1}^{N_{исх}} g_n, \quad (1)$$

в ходе моделирования считается, что  $N_{исх}$  рассматривается в виде объем первичной выборки.

Набор показателей связан с каждым из наблюдений:

$$\forall n : g_n \rightarrow P_n = \{P_n^1, P_n^2, \dots, P_n^i, \dots, P_n^{I_{исх}}\} \quad (2)$$

в ходе рассмотрения считается, что  $i = \overline{1, I_{исх}}$  будет индексом показателя,

$n = \overline{1, N_{исх}}$  при наблюдении считается порядковым номером.

Требуется, прежде всего, указать нижнюю и верхнюю возможные границы  $P_{min}^i$  и  $P_{max}^i$  ( $i = \overline{1, I_{исх}}$ ), которые относятся к каждому показателю  $P^i$  ( $i = \overline{1, I_{исх}}$ ). За границы можно выйти лишь вследствие того, что есть ошибки в измерениях или в ходе записей показателей [3]. После этого ведется отсев по недостоверным сообщениям. Возникнуть они могут вследствие того, что за некоторые установленные границы будет выход определенных параметров. Формируется множество

$$G_{Гр} = \bigcup_{n=1}^{N_{Гр}} g_n. \quad (3)$$

Это позволит включить в него лишь измерения, которые связаны с таким условием:

$$\forall n, \forall i: P_{\min}^i \leq P_n^i \leq P_{\max}^i \quad (4)$$

После этого в фильтрации выделяется второй этап. При этом обозначается некоторый порог  $w_0$ . Оценкой достоверности  $w_n$  ( $n = \overline{1, N_{\text{Гр}}}$ ) по информационным сообщениям должна превышать указанный порог. Если в информации есть лингвистические значения, тогда необходимо осуществить процессы преобразования с привлечением экспертных оценок в численный вид.

Если информация представлена численным способом [4, 5], тогда необходимо, чтобы множество, связанное с информационными сообщениями (3), было отображено к множеству оценок достоверности первичных сообщений

$$W = \bigcup_{n=1}^{N_{\text{Гр}}} W_n. \quad (5)$$

Реализуется процесс, в котором формируется множество  $G \subseteq G_{\text{Гр}}$  тех сообщений, которые будут отфильтрованными  $G_{\Phi} = \bigcup_{f=1}^{N_{\Phi}} g_f$  на основе правила

$$\forall n \left( n = \overline{1, N_{\text{Гр}}} \right) : g_n \rightarrow \begin{cases} g_f & | \quad w_n \geq w_0 \\ 0 & | \quad w_n < w_0 \end{cases}, \quad (6)$$

В указанном выражении 0 – рассматривается в виде пустого множества.

На практике можно столкнуться с тем, что в разных единицах измерения будут измеряться, различные показатели. Должна быть проведена нормировка по всем показателям, чтобы обеспечивать эффективную работу алгоритма фильтрации информации. Единообразное описание по всем признакам позволяет достичь нормировки. Тогда объекты могут быть формальным образом сопоставлены [6, 7]. Мы можем осуществлять какой-то из переходов от первичных значений  $x$  к нормированным  $z$ , если реализуется нормировка:

$$z^1 = (x - \bar{x}) / \sigma, \quad (7)$$

$$z^2 = x / \bar{x}, \quad (8)$$

$$z^3 = x / x', \quad (9)$$

$$z^4 = x / x_{\max}, \quad (10)$$

$$z^5 = (x - \bar{x}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad (11)$$

в ходе моделирования  $\bar{x}, \sigma$  рассматриваются в виде среднего и среднеквадратического отклонения  $x$ ;

$x'$  рассматривается в виде эталонного значения  $x$ ;

при анализе  $x_{\max}, x_{\min}$  являются наибольшим и наименьшим значениями  $x$ .

По шкалам, связанным с отношениями и интервалами используются нормировки  $z^1$  и  $z^2$ . Другие из них применяются лишь по шкалам отношений.

Если изменяются значения показателей, тогда удобно применять нормировку по допустимому диапазону. Необходимо применять следующую формулу в задаче (3):

$$\forall n, \forall i : P_{\text{-norm}}^i = \frac{P_n^i - P_{\min}^i}{P_{\max}^i - P_{\min}^i}. \quad (12)$$

Применяется концепция типичности, когда определяется степень достоверности в информационных сообщениях в ходе рассмотрения задачи (5)-(6). Будет тем больше значение в достоверности  $w_n$  информационных сообщениях, чем оно типично в анализируемой. Численные значения используются для того, чтобы представлять сведения по сообщениям  $\{P_n^i\}$ . В этой связи можно применить геометрический подход. Он дает возможности для того, чтобы проводить рассмотрение информационных сообщений в виде «созвездий», которые связаны с  $i$ -мерным гиперпространством признаков. То, насколько первичная выборка по сообщениям  $G_{\text{гр}}$  является «засоренной», будет оказывать влияние на тот метод решения, который используется.

В случае малой «засоренности» выборки  $G_{гр}$  можно это представить соответствующим геометрическим образом. Тогда будет группировка по сообщениям  $g_n$  вокруг некоторого мнимого центра тяжести. Группировка будет симметричной. Чем меньше расстояние до обобщенного сообщения  $g_0$ , тем будет больше значение вероятности. Для такого сообщения есть численный набор сведений  $P_0 = \{P_0^1, P_0^2, \dots, P_0^i, \dots, P_0^{I_{гр}}\}$ . Выполняется условие

$$\forall i : P_0^i = \sum_{n=1}^{N_{гр}} P_{norm_n^i} / N. \quad (13)$$

Необходимо найти решение. Оно связано с тем, что вычисляется значение, соответствующее вектору расстояний  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n, \dots, S_{N_{гр}}\}$  между сообщениями  $g_n \in G_{гр}$  и обобщенным сообщением  $g_0$ . При этом необходимо ориентироваться на некоторую метрику. В качестве примера может быть евклидова метрика:

$$\forall n : S_n = \left[ \sum_{\forall i} (P_{norm_n^i} - P_{norm_0^i})^2 \right]^{1/2} \quad (14)$$

Для того, чтобы по сообщениям  $g_n$  дать оценку степени достоверности, можно опираться на выражение

$$w_n = S_{min} / S_n, \quad (15)$$

учитывается, что  $S_{min} = \min_{\forall n} S_n$ .

Может быть случай большей «засоренности» по выборке  $G_{гр}$ . Например, может анализироваться половина выборки. В таких случаях можно говорить об асимметрии распределения анализируемых данных. Использование обобщенного сообщения  $g_0$  не дает преимуществ в рассмотрении выборки  $G_{гр}$ . Тогда может помочь использование соответствующей метрики. Она должна быть адекватной с точки зрения сведений метрики. Происходит вычисление между информационными сообщениями значений векторов суммарных расстояний  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n, \dots, S_{N_{гр}}\}$  таким образом

$$s_n = \left[ \sum_{m=1}^{N_{гр}} \sum_{i=1}^{I_{исх}} (P_n^i - P_m^i)^2 \right]^{1/2}, \quad n = \overline{1, N_{гр}} \quad (16)$$

Также как в (15) можно по сообщениям рассмотреть степень достоверности.

В случае сильной «засоренности» выборки  $G_{гр}$  можно учесть гипотезу компактности. Она относится другим возможным группировкам. В таком случае можно применять способы, связанные с кластерным анализом. Для того, чтобы определить степень достоверности информации можно применять соответствующие методики [8]. Происходит организация  $M=N_{гр}-2$  итерационных циклов, в которых есть индексы  $C = \overline{2, (N_{гр} - 1)}$ , в случае, когда в выборке  $G_{гр}$  объем будет  $N_{гр}$ . Выборка  $G_{гр}$  классифицируется по  $C$  классам для каждого итерационного цикла. Происходит подсчет по всем итерациям при объеме  $V_C \geq 2h_n$  общего числа включений каждого сообщения в классы  $K_C$

$$h_n = \sum_{C=2}^{N_{гр}-1} 1 \mid g_n \rightarrow K_C \& V_C, \quad n = \overline{1, N_{гр}} \quad (17)$$

В информационном сообщении  $g_n$  будет степень достоверности

$$w_n = h_n / (N_{гр} - 2) \quad (18)$$

Метод «средней связи» может быть использован при классификации выборки сообщений  $G_{гр} = \bigcup_{\forall \Gamma} g_n$  с учетом соответствующего числа классов  $C$ . Тогда происходит построение матрицы  $S$  взаимных расстояний среди сообщений. При этом необходимо выбирать метрику, например евклидову

$$s_{mn} = \left[ \sum_{i=1}^{I_{исх}} (P_m^i - P_n^i)^2 \right]^{1/2}, \quad n = \overline{1, N_{гр}} \quad (19)$$

После этого применяется гипотеза компактности, чтобы классифицировать сообщения. Тогда происходит расположение сходных сообщений внутри гиперпространства сведений компактным образом [9]. При этом расстояния среди центров классов будут

превышать расстояния среди сообщений, которые лежат в одном классе.

Установленное значение  $w_0$  оказывает влияние на объем отфильтрованных сообщений  $G_\phi$ .

### **Анализ особенностей алгоритма, позволяющего вести заполнение пробелов**

Были рассмотрены возможности формирования алгоритма, который позволяет пропущенные значения соответствующим образом заполнять. В ходе его создания мы опирались на несколько предпосылок.

Первая связана с тем, что когда используются на практике таблицы с данными, то в них наблюдается свойство избыточности. То есть объекты – строки будут похожими. Столбцы характеризуются зависимыми свойствами. Когда в таблице находятся случайные числа, тогда не будет избыточности. В таком случае нет возможностей для того, чтобы один прогноз был предпочтен другому.

Предпосылка вторая связана с тем, что при близости пары объектов близка с точки зрения ( $n-1$ ) свойств, можно считать, что будет наблюдаться близость относительно  $n$ -ого свойства. То есть, выполняется гипотеза аналогичности.

Предпосылка третья базируется на локальном характере избыточности (локальная компетентность). Тогда существует подмножество объектов-аналогов по каждому объекту. Также подмножество свойств-аналогов может быть выделено по каждому свойству. При заполнении пробелов необходимо соответствующим образом делать выбор строк и столбцов отдельным образом по каждому предсказываемому элементу [10]. Нормировка по всем показателям должна быть осуществлена, чтобы этот алгоритм был использован. Можно указать три этапа по анализируемому алгоритму.

1. Выделяется множество строк, которые можно использовать и после этого по таким строкам выделяется множество столбцов с точки зрения «соответствия».

2. Проводится проверка на то, чтобы прогнозная ошибка по была минимальной в ходе расчетов.

3. Реализуется процесс прогнозирования интересующих элементов.

Когда рассматривается 1-я строка, то она будет «соответствовать» с точки зрения  $i$ -ой строки, если выбирается величина  $L_{ii}$ . Она должна быть обратно пропорциональной расстоянию между указанными строками. Будет обеспечиваться «соответствие» между  $k$ -м столбцами  $j$ -м столбцом при выборе величины  $L_{jk}$ . Она должна быть пропорциональной тому расстоянию, которое будет среди столбцов. После этого осуществляется формирование подматрицы. В нее входят от 3-х до 7-и строк и столбцов.

В тех строках и столбцах, которые обеспечивают «соответствие», не должны быть пробелы для  $j$ -го столбца ( $i$ -ой строке).

Должна быть обеспечена нормировка по всем показателям, чтобы алгоритм функционировал эффективным способом. Тогда будет введена новой единицы измерения, что дает возможности для того, чтобы все признаки были представлены единообразным способом. Тогда сопоставление объектов формальные будет обеспечено формальным образом.

По допустимому диапазону, в котором изменяются значения показателей, можно обеспечивать процессы нормировки. В анализируемой задаче следующую формулу можно применять на практике:

$$\forall n, \forall i : y_{\text{norm}}^i = \frac{y_n^i - y_{\min}^i}{y_{\max}^i - y_{\min}^i} \quad (20)$$

Происходит выработка «подсказок»  $b(k) = F(X(k))$  с привлечением уравнений регрессии, когда предсказывается значение пробела на основе зависимостей среди  $j$ -ым и другими ( $k$ -ыми) столбцами. Используется вес, который пропорциональны компетентности соответствующего столбца при усреднения  $q$  подсказок, когда внутри под матрицы анализировался  $q+1$  столбец. Тогда,

вследствие избыточности, которая есть внутри столбцов будет формироваться прогнозная величина  $b(j)$ :

$$b(j) = \sum_{k=1}^q \left( b(k) \cdot \alpha \cdot L(jk) \right) / \sum_{k=1}^q L(jk) \quad (21)$$

В ходе моделирования используется  $\alpha$  – коэффициент, который позволяет вести регулирование влияние соответствия на результат предсказания. Чем больше значение используется для  $\alpha$ , тем больше будет влияние со стороны соответствия столбцов. Разные значения  $\alpha$  используются в ходе предсказания всех известных элементов в  $j$ -м столбце. После этого обеспечение минимальной ошибки по прогнозу обеспечивается при выборе соответствующего значения  $\alpha$ . Осуществляется процесс прогноза  $b(j)$  величины того элемента, который пропущен, при выбранном значении  $\alpha$  на основе формулы (21).

Используется зависимость среди  $i$ -ой строкой и  $s$  остальными (1-ыми) строками (1, 2,...1...s), если заполняется пробел. Тогда можно опираться на следующую формулу

$$b(i) = \sum_{l=1}^s \left( b(l) \cdot \alpha \cdot L(il) \right) / \sum_{l=1}^s L(il) \quad (22)$$

Исходим из того, что достигается минимальная ошибка в предсказании всех известных элементов  $i$ -ой строке, когда осуществляется процесс выбора  $\alpha$ . Усреднение  $b(i)$  и  $b(j)$  позволяет прогнозировать  $y'_{ij}$  значение в пропущенном элементе  $y_{ij}$ .

В «соответствующей» подматрице проводится вычисление по дисперсии величин подсказок  $b(k)$  и  $b(l)$ , которые могут быть получены относительно всех  $k$  столбцов и  $l$  строк. Тогда определяется ожидаемая ошибка в предсказании. Не будет устойчивая закономерная связь среди элемента  $y_{ij}$  и остальными элементами в подматрице, если наблюдаются большие значения в дисперсии.

На рис. 1 дана иллюстрация схемы алгоритма, позволяющего реализовывать информационную фильтрацию.

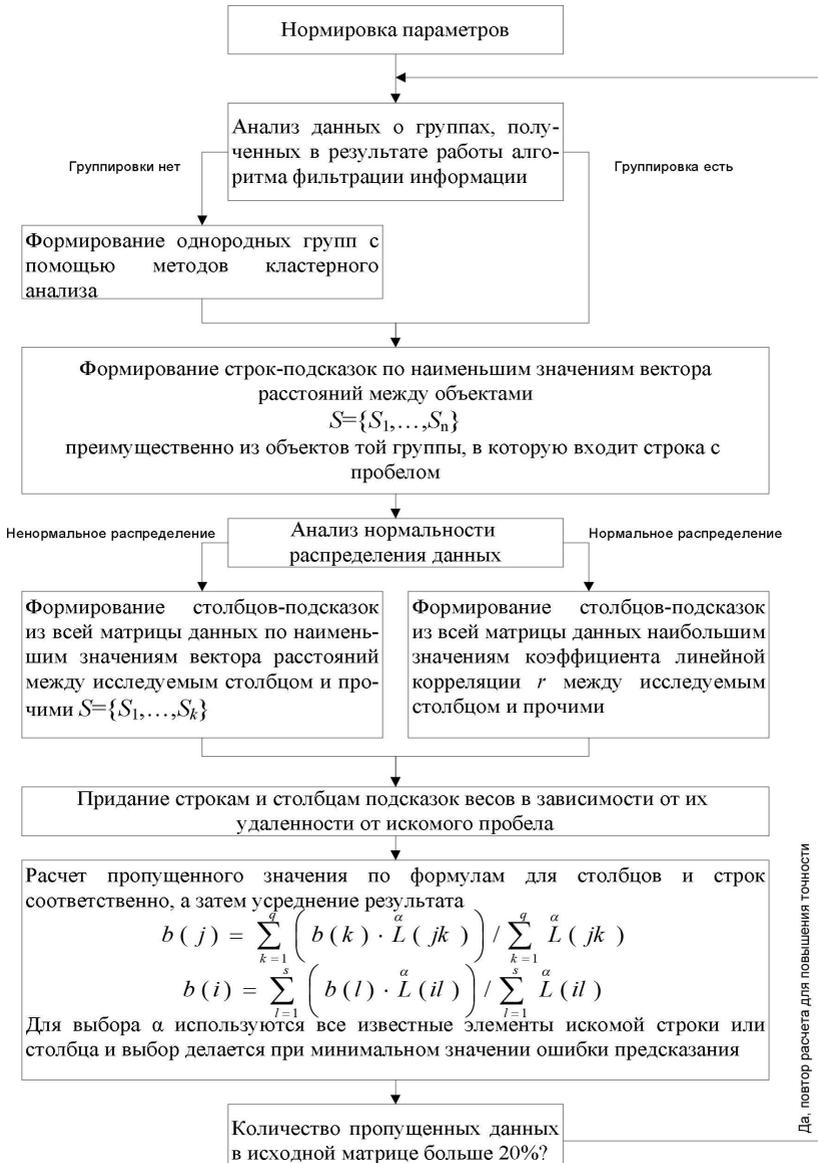


Рис. 1. Иллюстрация схемы алгоритма, который позволяет реализовать заполнение пробелов

## **Выводы**

Когда строятся классификационно-прогностические модели, тогда необходимо чтобы была использовались лингвистические переменные, если информация будет преобразована к числовому виду. Качество исходных данных оказывает влияние на точность применяемых моделей. Информация должна быть предварительным образом обработана. Предложен алгоритм заполнения пробелов в информации. Его эффективность может быть повышена за счет того, используются уравнения регрессии высших порядков.

## ***Список литературы***

1. Львович Я. Е., Преображенский Ю. П., Ружицкий Е. Анализ особенностей приема и передачи сигналов в компьютерных сетях // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 75–78.
2. Львович Я. Е., Преображенский Ю. П., Ружицкий Е. Исследование характеристик рубрикации текстов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 105–108.
3. Чупринская Ю.Л., Линкина А.В. Краткий обзор современных технологических трендов в контексте цифровой трансформации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 1 (40). С. 107–109.
4. Львович К. И. Управление эффективностью деятельности персонала в условиях цифровой трансформации организационных систем // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Т. 8. № 3 (30). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.30.3.039>
5. Rykova V.V. The northern sea route: a scientometric analysis of information arrays in Web of Science and Scopus databases // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 1. С. 77–86. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-1-77-86>
6. Львович Я. Е., Преображенский Ю. П., Ружицкий Е. О проблемах использования современных технологий в «умных городах»

- // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 116–119.
7. Львович Я. Е., Преображенский Ю. П., Ружицкий Е. Исследование характеристик алгоритмов классификации // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 96–99.
  8. Plotnikova T.A. Computer aided schematic design: how to manage large data in the early stages of urban design projects // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 2. С. 52–64. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-2-52-64>
  9. Rykova V.V. The arctic regional security: a scientometric analysis of information arrays in databases Web of Science and Scholar Sibirica // International Journal of Advanced Studies. 2020. Т. 10. № 3. С. 18–29. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2020-3-18-29>
  10. Линкина А.В., Лихачев С. А. Применение корреляционного и регрессионного анализа в геоинформационных системах // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2022. № 2 (41). С. 80–82.

### *References*

1. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 1 (40), pp. 75–78.
2. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 105-108.
3. SHuprinskaya YU.L., Linkina A.V. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 1 (40), pp. 107-109.
4. L'vovich K.I. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii*, 2020, vol. 8, no. 3 (30). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.30.3.039>
5. Rykova V.V. The northern sea route: a scientometric analysis of information arrays in Web of Science and Scopus databases. *International Journal of Advanced Studies*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 77-86. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-1-77-86>
6. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 116-119.

7. L'vovich YA.E., Preobrazhenskij YU.P., Ruzhickij E. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 96-99.
8. Plotnikova T.A. Computer aided schematic design: how to manage large data in the early stages of urban design projects. *International Journal of Advanced Studies*. 2021. T. 11. № 2. S. 52-64. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-2-52-64>
9. Rykova V.V. The arctic regional security: a scientometric analysis of information arrays in databases Web of Science and Scholar Sibirica. *International Journal of Advanced Studies*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 18-29. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2020-3-18-29>
10. Linkina A.V., Lihachev S.A. *Vestnik Voronezhskogo instituta vysokih tekhnologij*, 2022, no. 2 (41), pp. 80–82.

#### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Львович Яков Евсеевич**, профессор, доктор технических наук,  
профессор  
*Воронежский государственный технический университет*  
*ул. 20 лет Октября, 84, г. Воронеж, 394006, Российская Фе-*  
*дерация*  
*Kotkovvvt@yandex.ru*

**Преображенский Андрей Петрович**, профессор, доктор техни-  
ческих наук, доцент  
*Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Kotkovvvt@yandex.ru*

**Аветисян Татьяна Владимировна**, старший преподаватель  
*Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*Kotkovvvt@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Yakov E. Lvovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Voronezh State Technical University*

*84, 20 years of October Str., Voronezh, 394006, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7051-3763>*

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Professor, Doctor of Technical Sciences,  
Associate Professor

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>*

**Tatiana V. Avetisyan**, Senior Lecturer

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenin Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*Komkovvvt@yandex.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

Поступила 27.10.2022

После рецензирования 15.11.2022

Принята 20.11.2022

Received 27.10.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 20.11.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-96-110

УДК 004.932.2

## РАСПОЗНАВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ВИДЕОДАНЫМ

*А.В. Пятаева, М.А. Мерко,  
В.А. Жуковская, А.А. Казакевич*

*Настоящая работа посвящена решению задачи классификации вида физической активности человека по визуальным данным. Авторами предложено использование глубоких нейронных сетей с целью определения типа активности. Системы распознавания человеческой активности по видеоданным или отдельному изображению в настоящее время находят активное применение в различных областях человеческой деятельности от приложений для обучения занятиям спортом до системы контроля эффективности сотрудников предприятия, поэтому решение задачи распознавания действий человека по визуальным данным является актуальной задачей. Авторами разработан алгоритм определения типа физической активности по визуальным данным на основе моделей DenseNet121 и MobileNetV2, а затем самостоятельно построена модель глубокой нейронной сети, так как предварительно обученные сети не давали необходимой точности обнаружения типа физической активности, выполнен подбор гиперпараметров. Программная реализация модели выполнена в среде IDLE на языке программирования Python. Экспериментальные исследования, выполненные на специализированном наборе данных UCF50, содержащем 50 различных видов действий человека, подтверждают эффективность использования предложенного подхода для решения поставленной задачи. Дополнительно репрезентативность тестового набора данных увеличена с помощью видеопоследовательностей, полученных с YouTube.*

*Цель – разработка алгоритма определения физической активности человека по визуальным данным.*

**Метод или методология проведения работы:** в работе использованы методы компьютерного зрения; методы глубокого обучения, а также методы объектно-ориентированного программирования.

**Результаты:** разработан алгоритм отслеживания физической активности человека по визуальным данным с применением технологий глубокого обучения.

**Область применения результатов:** применение полученных результатов целесообразно в системах мониторинга деятельности человека, например, при отслеживании преступной деятельности в работе правоохранительных органов, в медицинской диагностике, для отслеживания активности сотрудников офиса и др.

**Ключевые слова:** распознавание физической активности человека; глубокие нейронные сети; классификация действий

## RECOGNITION OF HUMAN ACTIVITY BY VIDEO DATA

*A.V. Pyataeva, M.A. Merko,  
V.A. Zhukovskaya, A.A. Kazakevich*

*The paper considers the problem solution of classifying the type of physical activity of a person according to visual data. The authors propose using of deep neural networks to determine the type of activity. The recognizing human activity from video data or a single image systems are currently actively used in various areas of human activity. As the example we can take the system for monitoring the effectiveness of enterprise employees. So solving the problem of recognizing human actions from visual data is an actual task. The authors developed an algorithm for determining the physical activity type by visual data based on the DenseNet121 and MobileNetV2 models. Then the deep neural network model was built and hyperparameters were selected, because pre-trained networks did not provide the required accuracy of detecting the type of physical activity. The software implementation of the model*

*is made in the IDLE environment in the Python programming language. Experimental studies performed on a specialized UCF50 dataset containing 50 different types of human actions confirm the effectiveness of using the proposed approach to solve the problem. Additionally, the representativeness of the test data set was increased with the help of video sequences obtained from YouTube.*

**Purpose** – *development of an algorithm for determining a person's physical activity based on visual data.*

**Methodology:** *in the work the methods of computer vision, deep learning methods and object-oriented programming methods were used.*

**Results:** *an algorithm for tracking a person's physical activity based on visual data using deep learning technologies has been developed.*

**Practical implications:** *the obtained results can be used in human activity monitoring systems, for example, in tracking criminal activity, in medical diagnostics, in tracking the activity of office employees, etc.*

**Keywords:** *human physical activity recognition; deep neural networks; actions classification*

## **Глубинные нейронные сети для классификации активности человека**

Задача распознавания физической активности отличается от других задач классификации – распознавания объектов на изображениях тем, что необходим ряд экземпляров данных, чтобы предсказать правильное действие. Для классификации вида человеческой активности требуется обработка видеоданных, так как само понятие активности предполагает действие, продолжающееся во времени. Кроме того, по одному кадру часто невозможно отделить один вид действия от другого, например, действие «игра в теннис» состоит из различных двигательных паттернов, в одном кадре человек бежит, в другом прыгает, в третьем заносит ракетку для удара и т.п. Особенностью обработки данных видеоряда является наличие признаков действия определенной продолжительности, а, значит, базовые классификаторы компьютерного зрения,

ориентированные на обработку одного изображения для распознавания активности как действия будут неэффективны. Рассмотрим модели глубоких нейронных сетей, позволяющие выполнять обработку видеоданных.

В работе [6] для классификации видеоданных модель запускается для каждого отдельно взятого кадра видеоролика с последующим усреднением вероятностей присутствия каждого класса действий на исследуемом видео. Такой подход назван авторами однокадровой сверточной нейронной сетью. CNN. В статье [7] авторы рассмотрели два подхода – позднее и раннее слияния, где первый подход отличался тем, что метод объединения был встроен в саму сеть, а второй, противоположный позднему слиянию, так как временная размерность канала видео объединялись до передачи в модель, что позволило первому слою обучаться определению локальных движений пикселей между соседними кадрами.

Идея модели CNN + LSTM [8], описанной в статье заключается в использовании сверточных сетей, где их выходные сигналы передаются в многослойную сеть LSTM «многие к одному» для извлечения локальных признаков каждого кадра. Другая идея [9] использования также сети LSTM вместе с готовой моделью обнаружения позы, чтобы получить ключевые точки тела человека для каждого кадра в видео, а затем передать их в рекуррентную нейронную сеть для определения действия, выполняемого в видео.

Еще один подход, предложенный в работе [10], объединяет оптические потоки с CNN для захвата движения и пространственного контекста в видео используются два параллельных потока. Пространственный поток берет один кадр из видео, после чего запускает на нем несколько ядер CNN, а затем на основе пространственной информации делает прогноз. Временной поток принимает оптические потоки каждого соседнего кадра после их слияния с использованием Early Fusion, а затем использует информацию о движении для прогнозирования. В конце выполняется усреднение по обеим предсказанным вероятностям, чтобы получить окончательные вероятности.

Таким образом, применение глубоких нейронных сетей позволяет решать задачу обработки видеоданных для оценки вида деятельности продолжающегося в некоторый период времени.

### **Распознавание типа физической активности**

Первым этапом алгоритма распознавания типа физической активности по видеоданным является выбор модели глубокого обучения [1]. Среди множества подходящих архитектур на этом этапе использованы DenseNet121 [12] и MobileNetV2 [13], так как эти модели используют меньшее количество памяти среди других моделей в своем классе и при этом обеспечивают приемлемую точность, а в контексте решаемой задачи модели должны быть легковесными, обеспечивая эффективное время выполнения и занимать минимум памяти. В качестве входных данных каждая из моделей принимает тензоры вида «высота изображения, ширина изображения, цветовые каналы». В работе использовано цветовое пространство – *RGB*. Таким образом, размерность входного тензора модели – (64, 64, 3), где высота изображения – 64, ширина изображения – 64, каналов цвета – 3. Для проверки качества работы моделей DenseNet121 и MobileNetV2 использован набор данных UCF50, подробно описанный в разделе экспериментальных исследований настоящей статьи. Для достоверности проверки качества работы предобученных сетей модели запускались с одними и теми же гиперпараметрами, а эффективности их работы оценивалась с помощью классической метрики Accuracy, также произведен расчет потерь при обучении. Количество эпох обучения для каждой модели составило 50, однако, для обучения DenseNet121 потребовалось 33 эпохи, для MobileNetV2 – 28 эпох. Размер мини-выборки составил 4 экземпляра, в процесс обучения интегрирована возможность ранней остановки для того, чтобы постоянно отслеживать величину ошибки на каждой эпохе. Если величина ошибки не уменьшается после 15 последовательных эпох, то обучение будет остановлено с сохранением последних значений весов сети. Модель MobileNetV2 дополнена слоем сглаживания и полносвяз-

ным слоем с 256 нейронами и функцией активации ReLU. Выходной слой модели имел сигноидную функцию активации. Набор данных разделен на тренировочный, тестовый и валидационный. На рисунках 1 и 2 показаны результаты тестирования моделей DenseNet121 и MobileNetV2 соответственно. Визуальные графики построены при помощи библиотеки Matplotlib.

На рисунках 1-2 приведены графики изменения точности и потерь для каждой из предварительно обученных моделей – DenseNet121 и MobileNetV2 – с ростом числа эпох.

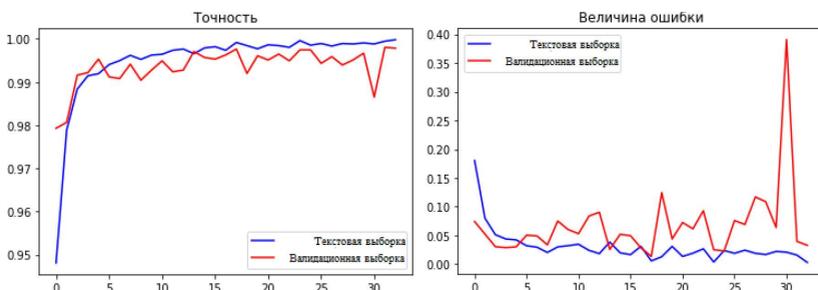


Рис. 1. График accuracy и loss модели DenseNet121

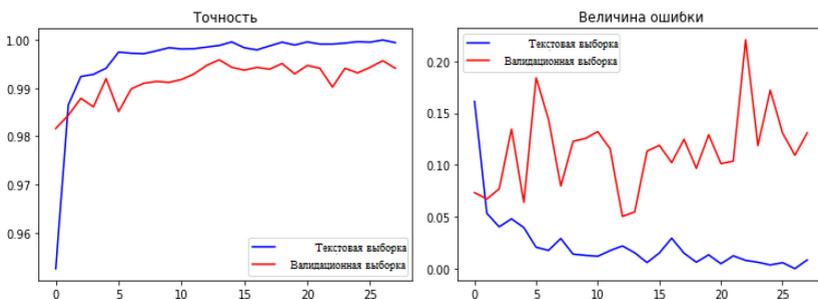


Рис. 2. График accuracy и loss модели MobileNetV2

Не смотря на высокую эффективность, продемонстрированную предобученными моделями для распознавания человеческой активности по визуальным данным, они не позволяют работать в режиме реального времени, поэтому требуется разработка модели, требующей меньше вычислительных ресурсов.

Вторым этапом работы алгоритма классификации виде активности является самостоятельное конструирование модели. Схема построенной модели изображена на рисунке 3.

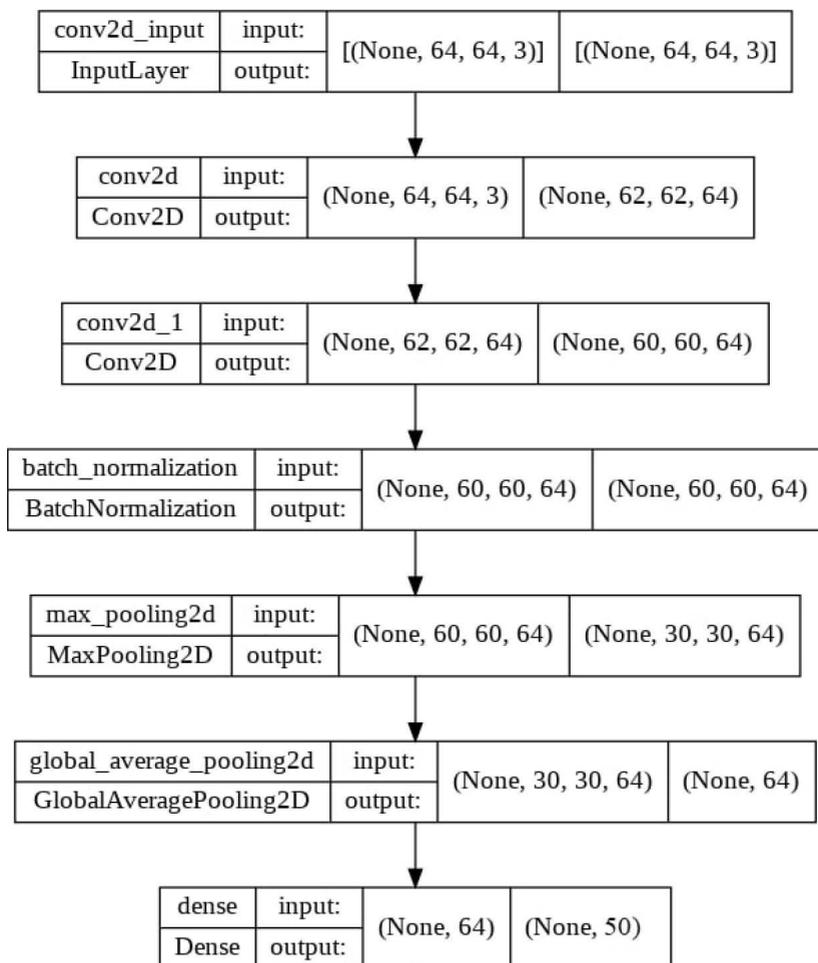
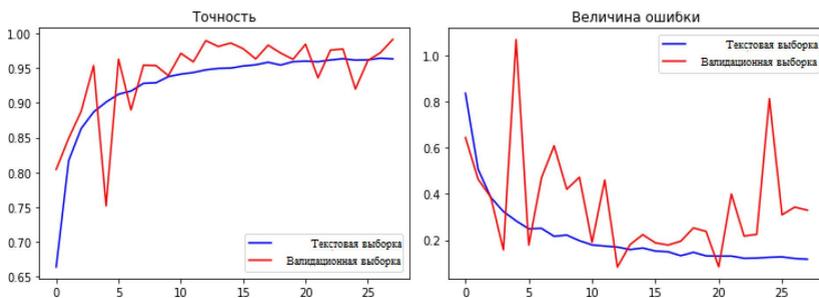


Рис. 3. Схема построенной модели сверточной нейронной сети

Разработанная модель содержит три подряд сверточных блока, позволяющих выделить значимые признаки для различных видов де-

тельности, наблюдаемых по видеоданным. Первые два сверточных слоя модели содержат по 64 нейрона с ядром свертки  $3 \times 3$ . На третьем сверточном слое выполняется свертка с 64 фильтрами. Размеры входного слоя определяются размерами видеокадра, его высотой и шириной,  $\text{img\_h} \times \text{img\_w}$ , а также количеством каналов изображения. Функция активации – ReLU [4]. Каскад сверточных слоев завершается слоем пакетной нормализации, за которым идут слои подвыборки: max-пулинга и average-пулинг. За ними идет полносвязный слой с 256 нейронами и функцией активации ReLU, далее полносвязный слой из 50ти нейронов по количеству видов, распознаваемых действия, с функцией активации Softmax [5]. Программная реализация модели выполнена в среде IDLE [14] на языке программирования Python [2-3].

Для обучения самостоятельно построенной модели потребовалось 28 эпох из 50 с достижением значения Accuracy в 0,99. Качество модели было проверено на валидационной выборке исходного набора данных, тех данных, которые модели в процессе обучения не видела. Как следует из рисунка 4, величина Accuracy модели на неизученных ранее данных составила 0,9855.



**Рис. 4.** График изменения точности модели и величины ошибки с ростом числа эпох обучения

Таким образом, точность предложенной модели сопоставима с рассмотренными ранее (разница не превышает 1%), а ее размер в десятки раз меньше рассмотренных моделей глубокого обучения DenseNet121 и MobileNetV2, что делает ее более предпочтительной в качестве классификатора физической активности.

## Экспериментальные исследования

Для обучения моделей и проведения экспериментальных исследований использован набор данных UCF50 [11], содержащий 50 видов физической активности. Размер видеокadres составляет 320 x 240, число кадров каждого видеоролика различается, но в среднем составляет 150 кадров. Каждая видеопоследовательность содержит только одно действие. Дополнительно для тестирования моделей использованы видеоролики, загруженные с видеохостинга YouTube [15]. В наборе данных содержались следующие виды действий: игра в бейсбол, баскетбольная стрельба (серия ударов по корзине), жим лежа, езда на велосипеде, бильярдный удар, брасс, толчок, ныряние, игра на барабанах, фехтование, гольф, игра на гитаре, прыжок в высоту, скачки, верховая езда, вращение хулахупа, метание копья, жонглирование мячами, прыжки со скакалкой, прыжки на месте вверх, переправа на байдарках, выпады (упражнение для укрепления мышц ног), маршрутирование, замешивание теста, манипуляции с нунчаками, игра на фортепиано, приготовление пиццы, прыжки с шестом, прыжки на гимнастическом коне, подтягивания, удары, отжимания, скалолазание, гребля, сальса, скейтбординг, катание на лыжах, катание на гидроцикле, жонглирование футбольным мячом, качели, игра на индийской перкуссии, тай-чи (китайские боевые искусства), теннисные качели, прыжки на батуте, игра на скрипке, игра в волейбол, прогулки с собакой и игра в йо-йо. Примеры кадров использованных видеоданных и их описание приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Описание тестовых данных

Описание тестовой видеопоследовательности	Образец кадра	Описание тестовой видеопоследовательности	Образец кадра
Категория I			
UCF50/ v_Walking-WithDog_g01_c01.avi, Количество кадров: 240 Действие: Прогулка с собакой		UCF50/ v_PlayingPiano_g01_c01.avi, Количество кадров: 210 Псевдоним: Игра на пианино	

Окончание табл. 1.

UCF50/ v_Walking- WithDog_g01_c03. avi, Количество кадров: 240 Псевдоним: Прогулка с собакой		UCF50/ v_PlayingPia- no_g16_c02.avi, Количество кадров: 210 Псевдоним: Игра на пианино	
UCF50/ v_Basket- ball_g01_c02.avi, Количество кадров: 180 Псевдоним: Баскет- бол		UCF50/ v_PlayingGu- itar_g01_c01.avi, Количество кадров: 250 Псевдоним: Игра на гитаре	
UCF50/ v_Basket- ball_g04_c01.avi, Количество кадров: 90 Псевдоним: Баскет- бол		UCF50/ v_PlayingGu- itar_g03_c07.avi, Количество кадров: 250 Псевдоним: Игра на гитаре	
UCF50/ v_TennisS- wing_g02_c01.avi, Количество кадров: 60 Псевдоним: Теннис		UCF50/ v_Bench- Press_g02_c01.avi, Количество кадров: 75 Псевдоним: Жим лежа	
UCF50/ v_TennisS- wing_g11_c07.avi, Количество кадров: 90 Псевдоним: Теннис		UCF50/ v_Bench- Press_g04_c03.avi, Количество кадров: 200 Псевдоним: Жим лежа	

На каждое действие собрано не менее четырех различных видеоклипов, предпочтение при отборе отдавалось наиболее отличающимся между собой видеорядам, содержащим одно и то же действие. Таким образом, общее количество использованных видеороликов составило 6681. На тестовых данных присутствовали люди различного пола и возраста, выполнявшие одно и то же действие с существенной вариативностью, так в видеоролике UCF50/ v\_WalkingWithDog\_g01\_c01.avi, и видео UCF50/ v\_WalkingWithDog\_g01\_c03.avi, людьми выполняется действие «прогулка с собакой» со значительными различиями. Кроме того, в наборе данных объекты интереса имели различный масштаб,

точку и угол обзора, загроможденный фон, различные условия освещения.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что предложенная нейронная сеть эффективно справляется с распознаванием действий по видеоданным. Даже такие сложные действия, как жонглирование футбольным мячом, гребля и игра в баскетбол, которые состоят из множества атомарных поддействий, обнаруживаются с высокой точностью.

### **Заключение**

В работе реализовано решение классификации вида человеческой деятельности по видеоданным. Первоначально для распознавания действий применены модели DenseNet121 и MobileNetV2, затем самостоятельно сконструирована и обучена глубокая нейронная сеть. Для проведения экспериментальных исследований построена программная реализация модели в среде IDLE на языке программирования Python. Проверка качества модели выполнена с помощью набора данных UCF50 и полученных с ресурса YouTube видеороликов, содержащих различные действия человека. Экспериментальные исследования показывают высокую эффективность распознавания действий человека по визуальным данным. Самостоятельно разработанная модель нейронной сети незначительно превосходит по качеству работы предварительно обученные сети, однако требует значительно меньше вычислительных ресурсов, что позволяет в дальнейшем применять алгоритм распознавания активности человека в режиме реального времени, например, при контроле за работой сотрудников в офисе или для обнаружения внештатных ситуаций на производстве.

### ***Список литературы***

1. Николенко С. Глубокое обучение / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. СПб.: Питер, 2018. 480 с.
2. Андреас М. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. М.: Альфа-книга, 2017. 487 с.

3. Плас Д. Python для сложных задач. Наука о данных и машинное обучение. Руководство. М.: Питер, 2018. 759 с.
4. Chen Y., Guo M., Wang Z. An improved algorithm for human activity recognition using wearable sensors // 2016 Eighth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI). IEEE, 2016. С. 248-252.
5. Dong Y. et al. Dezert-Smarandache theory-based fusion for human activity recognition in body sensor networks // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2020. Т. 16. № 11. С. 7138-7149.
6. Pigou L. et al. Beyond temporal pooling: Recurrence and temporal convolutions for gesture recognition in video // International Journal of Computer Vision. 2018. Т. 126. № 2. С. 430-439.
7. Gadzicki K., Khamsehashari R., Zetzsche C. Early vs late fusion in multimodal convolutional neural networks // 2020 IEEE 23rd International Conference on Information Fusion (FUSION). IEEE, 2020. С. 1-6.
8. Ullah A. et al. Action recognition in video sequences using deep bi-directional LSTM with CNN features // IEEE access. 2017. Т. 6. С. 1155-1166.
9. Luo Y. et al. Lstm pose machines // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2018. С. 5207-5215.
10. Sargano A. B., Angelov P., Habib Z. A comprehensive review on handcrafted and learning-based action representation approaches for human activity recognition // Applied sciences. 2017. Т. 7. №. 1. С. 110.
11. UCF50 – Action Recognition Data [Электронный ресурс]. <https://www.crcv.ucf.edu/data/UCF50.php> (дата обращения: 12.10.2022)
12. Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., Weinberger, K.Q. Densely connected convolutional networks // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2017.
13. Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., Chen, L.C. MobilenetV2: inverted residuals and linear bottlenecks // Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2018.
14. IDLE // Python 3.11.0 Documentation [Электронный ресурс]. <https://docs.python.org/3/library/idle.html> (дата обращения: 30.10.2022).

15. YouTube [Электронный ресурс]. <https://www.youtube.com/> (дата обращения: 30.10.2022)

### *References*

1. Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangel'skaya E. *Glubokoe obuchenie* [Deep learning]. SPb.: Piter, 2018, 480 p.
2. Andreas M. *Vvedenie v mashinnoe obuchenie s pomoshch'yu Python. Rukovodstvo dlya spetsialistov po rabote s dannymi* [Introduction to Machine Learning with Python. A guide for data scientists]. M.: Al'fa-kniga, 2017, 487 p.
3. Plas D. *Python dlya slozhnykh zadach. Nauka o dannyykh i mashinnoe obuchenie. Rukovodstvo* [Python for complex tasks. Data Science and Machine Learning. Guide]. M.: Piter, 2018, 759 p.
4. Chen Y., Guo M., Wang Z. An improved algorithm for human activity recognition using wearable sensors. *2016 Eighth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI)*. IEEE, 2016, pp. 248-252.
5. Dong Y. et al. Dezert-Smarandache theory-based fusion for human activity recognition in body sensor networks. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2020, vol. 16, no. 11, pp. 7138-7149.
6. Pigou L. et al. Beyond temporal pooling: Recurrence and temporal convolutions for gesture recognition in video. *International Journal of Computer Vision*, 2018, vol. 126, no. 2, pp. 430-439.
7. Gadzicki K., Khamsehashari R., Zetzsche C. Early vs late fusion in multimodal convolutional neural networks. *2020 IEEE 23rd International Conference on Information Fusion (FUSION)*. IEEE, 2020, pp. 1-6.
8. Ullah A. et al. Action recognition in video sequences using deep bi-directional LSTM with CNN features. *IEEE access*, 2017, vol. 6, pp. 1155-1166.
9. Luo Y. et al. Lstm pose machines. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 2018, pp. 5207-5215.
10. Sargano A. B., Angelov P., Habib Z. A comprehensive review on hand-crafted and learning-based action representation approaches for human activity recognition. *Applied sciences*, 2017, vol. 7, no. 1, p. 110.
11. UCF50 – Action Recognition Data. <https://www.crcv.ucf.edu/data/UCF50.php>

12. Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., Weinberger, K.Q. Densely connected convolutional networks. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2017*.
13. Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., Chen, L.C. MobileNetV2: inverted residuals and linear bottlenecks. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition – 2018*.
14. IDLE // Python 3.11.0 Documentation. <https://docs.python.org/3/library/idle.html>
15. YouTube. <https://www.youtube.com/>

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Пятаева Анна Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры Систем искусственного интеллекта, Институт космических и информационных технологий

*СФУ*

*ул. Академика Киренского, 26Б, г. Красноярск, 660074, Российская Федерация [anna4u@list.ru](mailto:anna4u@list.ru)*

**Мерко Михаил Алексеевич**, доцент кафедры Систем искусственного интеллекта, кандидат технических наук, Институт космических и информационных технологий

*СФУ*

*ул. Академика Киренского, 26Б, г. Красноярск, 660074, Российская Федерация [mmerko@sfu-kras.ru](mailto:mmerko@sfu-kras.ru)*

**Жуковская Владислава Андреевна**, студентка 1 курса магистратуры, Институт космических и информационных технологий

*СФУ*

*ул. Академика Киренского, 26Б, г. Красноярск, 660074, Российская Федерация [zhukovskaya.vlada00@mail.ru](mailto:zhukovskaya.vlada00@mail.ru)*

**Казакевич Алена Александровна**, студентка 2 курса магистратуры, Институт космических и информационных технологий

СФУ

ул. Академика Киренского, 26Б, г. Красноярск, 660074, Рос-  
сийская Федерация

#### DATA ABOUT THE AUTHORS

**Anna V. Pyataeva**, Associate Professor of the Department of Artificial  
Intelligence Systems, Candidate of Technical Sciences  
*Siberian Federal University*  
26B, Academician Kirensky, Krasnoyarsk, 660074, Russian Fe-  
deration  
anna4u@list.ru  
SPIN-code: 2498-2148  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0140-263X>

**Mikhail A. Merko**, Associate Professor of the Department of Artificial  
Intelligence Systems, Candidate of Technical Sciences  
*Siberian Federal University*  
26B, Academician Kirensky, Krasnoyarsk, 660074, Russian Fe-  
deration  
mmerko@sfu-kras.ru  
SPIN-code: 2305-6520

**Vladislava A. Zhukovskaya**, 1st year master's student  
*Siberian Federal University*  
26B, Academician Kirensky, Krasnoyarsk, 660074, Russian Fe-  
deration  
zhukovskaya.vlada00@mail.ru  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6113-3128>

**Alena A. Kazakevich**, 2nd year master's student  
*Siberian Federal University*  
26B, Academician Kirensky, Krasnoyarsk, 660074, Russian Fed-  
eration

Поступила 08.11.2022

После рецензирования 15.11.2022

Принята 21.11.2022

Received 08.11.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 21.11.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-111-134

УДК 656.01: 338.47

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЛОГИСТИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНЫХ САНКЦИЙ

*О.Д. Покровская, А.А. Воробьев, А.А. Мигров,  
М.В. Шевердова, В.И. Ульяницкая, А.А.Власенский*

**Цель** – изучить тенденции эволюции транспортно-логистического рынка России под влиянием западных санкций с учетом конъюнктуры мировой экономики.

**Методы проведения работы:** аналитический, теории логистики, общей теории систем, маркетинга.

**Результаты.** В исследовании рассмотрены альтернативные логистические схемы доставки импортных товаров из США и стран ЕС в Россию. Установлены тенденции в построении новой архитектуры транспортной логистики.

**Область применения результатов.** Дана критическая оценка текущего состояния транспортно-логистического рынка РФ и установлены особенности его функционирования под влиянием шестого пакета западных санкций. Новизна заключается в определении перспектив, возможностей и угроз «быстрой перенастройки» архитектуры транспортно-логистических схем для России. Практическая значимость заключается в том, что принята попытка ответить на вопрос «Каким может стать сценарий по нивелированию триггерных эффектов от очередного пакета антироссийских санкций?». Установлено, что возможны следующие сценарии нивелирования триггерных эффектов: 1) интенсификация отечественного производства и его локализация внутри страны; 2) развитие транспортно-логистической инфраструктуры регионов на новых направлениях доставки; 3) преодоление дефицита порожних контейнеров, оптимизация ра-

боты погранпереходов, повышение эффективности взаимодействия видов транспорта; 4) развитие мультимодальных систем доставки в тесном сотрудничестве с зарубежными партнерами из Казахстана, Китая, Беларуси и др. 5) выход на новые рынки сбыта импортозависимых сфер экономики РФ; 6) государственное регулирование транспортно-логистического рынка. 7) «оживление» цепей поставок внутри страны.

**Ключевые слова:** транспортно-логистический рынок, логистическая система, антироссийские западные санкции, альтернативные логистические схемы, грузооборот, товародвижение, антиглобализм, геополитика.

## ALTERNATIVE LOGISTICS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONDITIONS OF WESTERN SANCTIONS

*O.D. Pokrovskaya, A.A. Vorob'ev, A.A. Migrov,  
M.V. Sheverdova, V.I. Ul'yanskaya, A.A. Vlasensky*

**Purpose.** *The aim is to study the trends in the evolution of the transport and logistics market of Russia under the influence of Western sanctions, taking into account the conjuncture of the world economy.*

**Methods of work:** *analytical, logistics theory, general theory of systems, marketing.*

**Results:** *the study considers alternative logistics schemes for the delivery of imported goods from the USA and EU countries to Russia. Trends in the construction of a new architecture of transport logistics have been established. Scope of the results: A critical assessment of the current state of the transport and logistics market of the Russian Federation is given and the features of its functioning under the influence of the sixth package of Western sanctions are established. The novelty lies in determining the prospects, opportunities and threats of “rapid reconfiguration” of the architecture of transport and logistics schemes for Russia.*

*The practical significance lies in the fact that an attempt has been made to answer the question “What could be the scenario for leveling the trigger effects of the next package of anti-Russian sanctions?”. It is established that the following scenarios of leveling trigger effects are possible: 1) intensification of domestic production and its localization within the country; 2) development of the transport and logistics infrastructure of the regions in new directions of delivery; 3) overcoming the shortage of empty containers, optimizing the work of border crossings, improving the efficiency of interaction of modes of transport; 4) development of multimodal delivery systems in close cooperation with foreign partners from Kazakhstan, China, Belarus and others . 5) entering new markets for import-dependent sectors of the Russian economy; 6) state regulation of the transport and logistics market. 7) the “revival” of supply chains within the country.*

**Keywords:** *transport and logistics market; logistics system; anti-Russian Western sanctions; alternative logistics schemes; cargo turnover; commodity movement; anti-globalism; geopolitics*

## **Введение.**

### **Российская логистика в условиях западных санкций**

Санкции повлияли на бизнес-процессы практически по всем направлениям. Следует признать, что логистика Европы и Азии никогда не будет прежней.

В работе предпринята попытка ответить на вопрос «Каким может стать сценарий по нивелированию триггерных эффектов от очередного пакета антироссийских санкций?». Кроме того, дается критическая оценка текущего состояния транспортно-логистического рынка РФ и установлены особенности его функционирования под влиянием шестого пакета западных санкций. Определены перспективы, возможности и угрозы «быстрой перенастройки» архитектуры транспортно-логистических схем для Российской Федерации.

Генеральной целью исследования является анализ тенденций в эволюции транспортно-логистического рынка России под влиянием западных санкций с учетом конъюнктуры мировой экономики.

Как показывает позитивный опыт быстрой перенастройки логистических схем «в обход территории ЕС», которые демонстрируют гибкость и адаптивность современного бизнеса Индустрии 4.0, а также сохранение международной торговли в целом, то организовать доставку в Россию можно из любой точки мира. Санкционная политика стран Запада при этом стимулирует использование альтернативных путей и способов доставки товаров, что влияет на сроки и цену [24].

Всего в отношении России введено порядка 10128 ограничений, что является «мировым рекордом». Основная часть товаров, поступающих в РФ, оказалась под запретом. Только 10-15% товарного потока доступно отечественному рынку. Острота сложившейся ситуации заключается в доле импорта из США и ЕС в экономике России: только доля импорта из ЕС составляет не менее 36% товарооборота, это более 280 млрд долларов доходов, возместить которые, как считают эксперты, будет невозможно в течение даже ближайших пяти лет. Действительно, отечественная логистика сегодня встретилась с небывалыми ограничениями, аналогов которым не было ни у одной страны мира. Так, например, в марте текущего 2022 года объем импорта в нашу страну снизился почти на 60%, прогнозируемое к концу года падение ожидается до 80%.

На транспортно-логистическом рынке России трендами стали рост транспортных тарифов, закрытие большинства маршрутов, уход иностранных компаний или приостановка их работы, экспортно-импортные ограничения на ряд товарных позиций, рост цен для конечного российского потребителя и беспрецедентно высокая транспортная составляющая в стоимости почти всех товарных групп. Следует полагать, что транспортно-логистическая сфера переживает сложнейшее время, время возможностей, определяемое «переделом» внутреннего и международного рынков [21].

Согласно исследованию, проведенному Центром макроэкономического анализа и прогнозирования, наиболее «пострадавшими» в результате антироссийских санкций сферами экономики РФ стали (с учетом зависимости от импорта), см. табл.1.

Таблица 1.

**Перечень импортозависимых сфер экономики РФ**

№ п/п	Сфера	Доля импорта, %
1	фармацевтическая	48,2
2	химическая	44,7
3	транспортное машиностроение	32,2
4	автомобильная	27
5	изготовление резиновых и пластмассовых изделий	26,8
6	бумажная	19,9
7	электротехническая	19,4

Большинство экспертов полагают, что транспортно-логистические, производственные и торговые компании, «ушедшие» с российского рынка, со временем заменят другие. РФ, в свою очередь, успешно нарастит свою долю в глобальной торговле. Это будет возможно за счет построения иной транспортной сети, которая перестанет зависеть от позиции европейских участников процесса перевозок [28].

Под давлением санкций активный поиск «окон возможностей» становится катализатором для отечественной логистики в части формирования альтернативных систем доставки. Так, например, на судоходном рынке уже создаются совместные предприятия с партнерами из дружественных стран для организации специализированных морских линий для перевозки исключительно российских грузов с точками транзитива в Турции и Марокко

Ключевой задачей становится поиск и выход на новые рынки сбыта, и построение альтернативных прежним логистических схем [22].

Все указанные тенденции нашли свое отражение и в научных исследованиях, посвященных особенностям трансформации современной логистики в новых геополитических условиях [1,2,6], а также анализирующих архитектуру управления логистической инфраструктурой под влиянием антиглобализма [3,4,5,7], цифровизации [12-15].

В исследованиях [8,11,18] показано, что на транспортно-логистическом рынке стремительно развиваются мультимодальные логистические системы доставки грузов, причем как во внешнеторговом, так

и во внутреннем сообщении. В свою очередь, современные условия переориентации грузопотоков и интеграции в системах доставки нескольких видов транспорта актуализируют и вопросы обеспечения рентабельности перевозок [9,10,27,30], и выбора транспортного коридора для перевозки экспортно-импортных грузов [17,20], и расположения элементов логистической инфраструктуры [25-26].

Вышеизложенное позволяет говорить об актуальности построения новых логистических схем, основанных на переносе «центров тяжести» на другие элементы логистической инфраструктуры, на взаимодействии в цепи поставок большего количества участников, а также на поиске новых форматов интеграции в перевозочном процессе двух и более видов транспорта. Указанные логистические схемы в настоящее время именуют «параллельными» или «альтернативными», поскольку они позволяют нивелировать триггерный эффект искусственной изоляции РФ и сохранить устойчивый внешнеторговый обмен с применением новых, альтернативных прежним, логистических схем. Их исследованию и посвящена данная работа.

### **Особенности «параллельной» («альтернативной») логистики**

По мнению издания Forbes, Россия «пугающими темпами» формирует новую, уникальную транспортно-логистическую систему, которая будет значительно эффективнее существовавшей до февраля 2022 года.

«Обходные пути» санкций – это не «узкие горные тропы мелких контрабандистов» [23]. Современные логистические схемы, применяемые сегодня зарубежными партнерами для торговли с Россией в условиях новой геополитики, трансформировались до неузнаваемости маршрутов и способов, и приобрели черты усложненности, масштабности и максимальной эффективности. Можно заключить, что сложившаяся геополитическая обстановка и санкционные ограничения стали как для российской, так и для мировой логистики не только вызовом, но и драйвером к максимальной эффективности, прозрачности и цифровизации.

Возможности США и ЕС распространить свои запреты на весь мир и проконтролировать их исполнение – сокращаются. Уже сейчас наблюдается массовый «перенос» производственных мощностей с территории США и ЕС в третьи страны, включая РФ, взаиморасчеты по международным сделкам трансформируются в расчет в национальной валюте, криптовалюте, а также в локальных аналогах системы Swift. Так, в частности, Регламенты Совета ЕС, Министерства торговли США в феврале 2022 года запрещали поставки в Россию компьютерной техники, электроники, авионики, промышленного оборудования для военно-промышленного комплекса, авиастроения, судостроения, приборостроения. Однако, поскольку львиная доля этой номенклатуры товаров производится вовсе не на территории ЕС или США, а в странах Юго-Восточной Азии, то указанное ограничение не является определяющим.

Антироссийскую санкционную политику следует рассматривать как триггер и вместе с тем – как катализатор развития сотрудничества с азиатскими странами, а также – как стимул к наращиванию собственного производства и усилению провозных и пропускных мощностей отечественной транспортно-логистической инфраструктуры.

Становится очевидным, что в условиях наблюдаемого после февраля 2022 года перенаправления товаропотоков, необходимым является «оживление» цепей поставок внутри страны, т.е. эффективного и максимально дешевого перераспределения товаров на территории РФ. В настоящее время наблюдается рост спроса на продукцию российских компаний. Этот тренд заметен еще с санкций, введенных против нашей страны в 2014 году. Очевидно, что искусственное исключение и «уход» большинства зарубежных участников с российского рынка создает потенциальные ниши для полноценного импортозамещения в сегменте отечественных товаров и услуг [19].

Сложности в автомобильной доставке наблюдаются на границе с ЕС: территория стран Европы «закрыта» для автотранспорта с российскими номерами. Маршруты усложняются, предусматри-

вая либо «обход», либо организацию перецепки полуприцепов на территории Белоруссии.

Воздушные пути существенно ограничены при наличии возможности организовать доставку по воздушным коридорам «дружественных государств» (Армения, Узбекистан, Таджикистан и др.).

В морских портах сложности возникают при нежелании крупных контейнерных компаний работать с российским бизнесом. В результате товары, контейнеры, транспортные средства остаются «замороженными» в портах, а грузовладельцы вынуждены оплачивать хранение грузов в порту.

По мнению большинства экспертов, наиболее надежным вариантом логистической цепи по поставке товаров является железнодорожная перевозка по направлению Казахстана, Монголии и Китая.

Зарубежные участники процесса перевозки сегодня реализуют три ключевых трека в создании новых логистических схем:

«Казахстан»: членство страны ЕАЭС существенно упрощает документооборот, однако, ее транспортно-логистическая инфраструктура в полной мере не справляется с возросшими объемами перевозок.

«Грузия». По территории страны организована доставка товаров широко номенклатуры из Ирана, Азербайджана и ЕС. «Узким» местом всех логистических схем является ограниченная пропускная способность пограничной инфраструктуры.

«Турция». Страна-лидер по экспорту в Россию, является крупнейшей транзитной зоной для европейских и ближневосточных товаров. По ее территории организуются как автомобильные логистические маршруты по направлению Грузии, так и морские: по Черному морю до Новороссийска.

Вместе с тем, Россия не находится в полной изоляции. Авиаперевозки доступны из Китая, Гонконга, европейские товары также поступают в Россию по альтернативным логистическим цепям «в обход» прямых вариантов. Автомобильные перевозки доступны через объездные пути, на морском транспорте активно используется инфраструктура портов Черного или Каспийского морей, а также порты Дальнего Востока.

Сроки доставки стали трудно прогнозируемыми, они постоянно срываются и удлиняются. Однако, следует отметить, что не всегда это связано с искусственной блокадой Евросоюзом или США перевозок и поставок в Россию. Зачастую проблемы связаны с недостаточной пропускной способностью и грузоперерабатывающей мощностью новых, альтернативные логистических схем, инфраструктура которых просто не справляется с растущими потоками грузов и товаров.

Например, транспортно-логистическая инфраструктура китайской железной дороги не готова к столь динамично растущим грузооборотом. «Узкими местами» становятся и пограничные переходы в других регионах. Например, в Грузии, по территории которой теперь поступают в нашу страну товары из Турции и Европы.

В сложившихся условиях «нейтральные» страны «разрываются» между возможностью реализовать прибыль в обслуживании экспорта в Россию и вместе с тем – опасениями перед США. Это, в свою очередь, определяет желание, и, что более важно, возможность поиска альтернативных, компромиссных логистических схем.

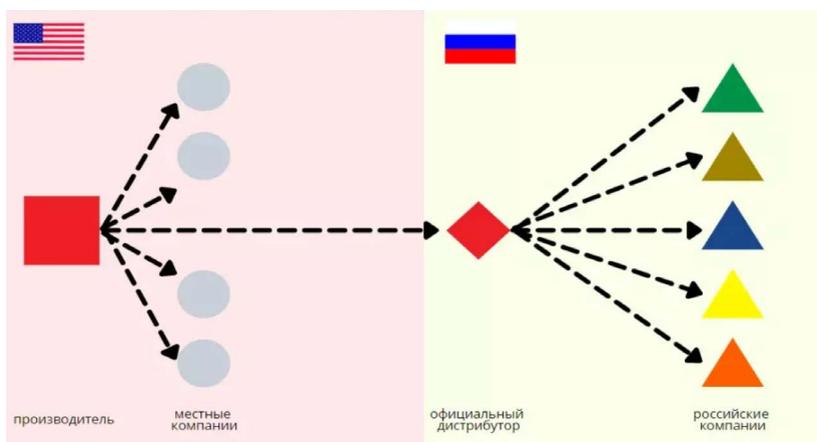
Рассмотрим наиболее распространенные сегодня на рынке схемы так называемой **«альтернативной» или «параллельной» логистики.**

Антисанкционные меры, которые предприняло правительство Ирана показали успешность схем приобретения товаров через третьи страны. В настоящее время Иран многие товары, например, цифровые продукты, уже локализованно производит на территории своей страны.

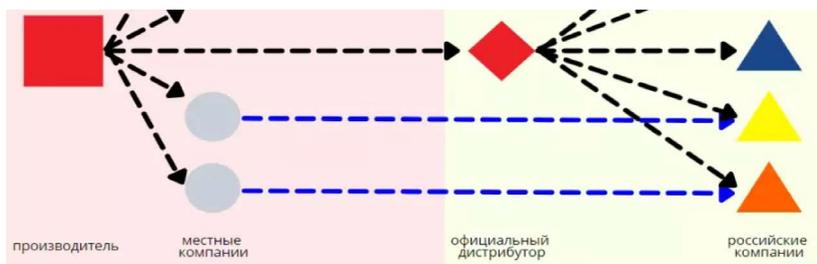
Безусловно, усложнение логистической цепи за счет вынужденного включения в нее дополнительных посредников приводит к ее удорожанию. Вместе с тем, потребности критического импорта, который сложно заместить быстро, остаются в целом «покрытыми». Налажены новые альтернативные маршруты поставок через Турцию, Казахстан, Киргизию и страны Прибалтики, Азербайджан, Армению и Грузию. Такое явление на отечественном транспортно-логистическом рынке эксперты называют как «параллельная логистика».

Действительно, механизм параллельного импорта стимулирует генезис новой, так называемой «параллельной» логистики, поскольку направления, которые долгое время были основными, теперь не являются таковыми.

На рис. 1 показан вариант «белого импорта», когда с помощью официального дистрибьютора с гарантией оригинальности и постпродажного обслуживания товары поступают в страну. Недостатки такой схемы очевидны и заключаются в «одном поставщике», который получает ожидаемую ценовую монополию и ставит в зависимость от всех своих поставок других участников перевозочного процесса.



**Рис. 1.** Логистическая схема «белый импорт»  
(составлено с использованием [29])



**Рис. 2.** Логистическая схема «серый импорт»  
(составлено с использованием [29])

На рис.2 показан вариант «серого импорта» через «альтернативных поставщиков», при котором реализуется свободное ценообразование, отсутствует зависимость от поставщика, в том числе и по размеру каждой партии товара. То есть, уже нет зависимости от официального дилера по цене – присутствует конкуренция в ценообразовании, а также нет зависимости и по объемам поставок.

Рассмотрим варианты преодоления санкционных барьеров в логистике:

1) механизмы государственного регулирования – например, по опыту Ирана и Ирака: это могут быть разрешения на прямые встречные сделки или организация работы уполномоченных администраторов сделок, наиболее востребованным может стать направление поставок сырьевых товаров, что может «прорвать» санкционный барьер; или же заключение трехсторонних контрактов в части поставок зерна, топлива, металлов;

2) оспаривание санкций в ВТО или международных арбитражных судах по предмету искусственного «вывода» российского бизнеса из экспорта из-за внесения собственников в санкционные списки для продолжения работы по прямой схеме, без посредников;

3) параллельный импорт как модификация свойств товара третьей страной. Например, по опыту Испании, которая получала нефть из Казахстана под российским брендом «Urals» [16].

### **Анализ трендов транспортно-логистического рынка России**

С февраля 2022 года экономическая санкционная война принимает тотальный характер. Транспортно-логистический рынок находится в беспрецедентном состоянии хаоса: торговля с Европой парализована санкциями, а доставка грузов обходными путями через Турцию или Китай – дорогая и долгая.

При Правительстве РФ функционирует штаб, который определяют новые маршруты движения грузов для ускорения инфраструктурного развития регионов, где появятся новые пути сообщения и мультимодальные логистические центры по обслуживанию альтернативных «быстро настраиваемых» схем доставки товаров.

Содействие РФ в построении альтернативных логистических схем могут полной мере оказать страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС) – Казахстан, Беларусь, Киргизия и Армения, на которые не распространяются санкции. Так, например, товары из Китая, которые не разрешены для продажи в России, могут поступать из Казахстана с растаможиванием на его территории.

Грузооборот российских портов к концу 2022 года может упасть вполовину. Это связано прежде всего с уходом крупнейших морских перевозчиков. На российских потребителях это отразится увеличением сроков доставки, сокращением ассортимента и ростом стоимости товаров, что связано с необходимостью для импортера закупать валюту в банках по курсу, более высокому, чем курс Банка России. К общему снижению грузопотока ведет, таким образом, и высокая волатильность курса валют. Это объясняется тем, что все участники современного транспортно-логистического рынка ищут альтернативные пути поставок грузов «в обход» ограничительных мер.

Снижение объема морских перевозок довольно существенно: так, с 1 марта 2022 года не принимают заказы на доставку контейнеров в Россию такие крупные компании-организаторы контейнерных перевозок, как «MSC», «СМА CGM» и «ONE», чья рыночная доля составляет порядка половины всего объема морских перевозок в РФ в сегменте импорта.

Сорваны поставки в Россию уже оплаченных импортных товаров, в том числе и не попавших под санкционный запрет, из стран Южной Азии, Африки и Южной Америки. В связи с отменой или перенаправлением импортных поставок в Россию, на отечественном рынке наблюдается дефицит порожних контейнеров для отправки экспортных грузов.

Безусловно, дополнительные «промежуточные звенья» в цепи поставок удорожают конечную стоимость товаров, но полностью прервать реэкспорт в Россию ЕС и США не в состоянии [23].

Уход с отечественного рынка крупных контейнерных компаний привел к разрыву сложившихся логистических цепей по направле-

нию, составу и мощности. Помимо обновления торговых связей, на отечественном рынке наблюдается «разворот» логистических маршрутов, проходящих по территории РФ, на Восток.

В условиях быстрой переориентации экспортно-импортных грузопотоков на порты Дальнего Востока, грузовладельцы выбирают перевозчиков из тех компаний, которые не отказывается принимать заявки на отправку и продолжают оказывать весь пакет услуг, прежде всего, это компании, готовые доставлять морем контейнеры в Россию (например, китайская компания COSCO (China Ocean Shipping)). К сожалению, наладить стабильные поставки до сих пор затруднительно, что связано с пролеганием основных маршрутов через транзитные порты в Европе. Это определяет необходимость полного изменения архитектуры логистических маршрутов.

Одним из альтернативных маршрутов сегодня становится транзитный маршрут из Владивостока в Пусан, Южная Корея. С учетом роста спрос на него южнокорейский порт перегружен, и транзит зачастую задерживается до трех недель. В целом, восточное направление в РФ всегда было перегружено. Для «расширки» Восточного полигона при увеличении мощности его загрузки, Холдинг «РЖД» был «докапитализирован» государством в сумме 250 млрд рублей из фондов ФНБ. Тенденцией становится стабильно растущая нагрузка на всю транспортно-логистическую инфраструктуру железных дорог, прежде всего – сухопутных пограничных переходов, а также дальневосточных и южных портов. Объем заявленных грузов сильно превышает пропускную способность. При этом немалая часть грузов идет в альтернативной логистической схеме через порт Новороссийск на экспортные рынки Турции, Египта и т.д.

По данным «Росморречфлот», в первые два месяца текущего 2022 г. грузооборот российских морских портов вырос на 6,8% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, это 136,7 млн тонн. Однако, уже к концу года объемы погрузки в балтийских и черноморских портах стремительно и существенно сокращаются. Резко сократился объем перевалки в портах при росте стоимо-

сти портовых услуг в 2,5 раза. Согласно аналитике, проведенной «РЖД Бизнес Актив», в январе 2022 г. перевозки по направлению «Запад» составили порядка 60%, «Восток» – 35%, «Юг» – порядка 5%. В марте это соотношение диаметрально изменилось и составило 46% «Запад» и 50% «Восток».

На рынке наблюдается определенный дефицит и даже, по мнению ряда экспертов, монополизм. Это определило стремительный рост ставок на морские перевозки. Сокращение судозаходов в порты России привело к переформатированию и расписания выходов судов. В итоге суда простаивают в ожидании погрузки контейнеров, загруженных экспортными товарами. При этом величина фрахтовых ставок поднялась до 55% (с недавних 15 %) с учетом пункта назначения экспортных товаров, причем на ряде направлений доставка в принципе оказалась невозможна. Таким образом, рынок морских перевозок, традиционно работающий по предложению грузовладельца, превратился в «рынок судовладельца».

Таким образом, в структуру транспортных потоков вмешался геополитический форс-мажор и стал как триггером, так и катализатором стремительного создания новых, альтернативных транспортно-логистических схем, приемлемых как для конечного потребителя европейских товаров, так и для их экспортера.

### **Заключение. Выводы**

Таким образом, в работе рассмотрены альтернативные логистические схемы доставки импортных товаров из США и стран ЕС в Россию. Установлены тенденции в построении новой архитектуры транспортной логистики.

Каким может стать сценарий по нивелированию триггерных эффектов от очередного пакета антироссийских санкций? 1) Прежде всего, это интенсификация отечественного, внутреннего производства и его локализация внутри страны. Ориентиром ближайшего периода до 2 лет является импортозамещение для обеспечения технологического и инновационного суверенитета РФ. 2) Развитие транспортно-логистической инфраструкту-

ры регионов на новых, альтернативных прежним, направлениях доставки, для обслуживания переориентированных грузопотоков. В частности, создание мультимодальных логистических центров для «быстро настраиваемых» схем доставки товаров. 3) Нивелирование негативных эффектов санкций на внутреннем транспортном рынке: повышение пропускной способности перегруженных транспортных направлений внутри страны, преодоление дефицита порожних контейнеров, оптимизация работы погранпереходов, повышение эффективности взаимодействия видов транспорта в морских и сухопутных транспортных узлах. 4) Активное развитие мультимодальных систем доставки в тесном сотрудничестве с зарубежными партнерами из Казахстана, Китая, Беларуси и др. 5) Поиск и выход на новые рынки сбыта импортозависимых сфер экономики РФ. 6) Развитие механизмов государственного регулирования транспортно-логистического рынка. 7) «Оживление» цепей поставок внутри страны для эффективного и максимально дешевого перераспределения товаров на территории РФ.

Как показало проведенное исследование, антироссийскую санкционную политику для отечественной логистики можно рассматривать как драйвер к максимальной эффективности, прозрачности и цифровизации, как мощнейший триггер и вместе с тем – как катализатор развития сотрудничества с азиатскими странами.

Надо полагать, что у РФ для реального импортозамещения имеются и технологии, и инновации, и человеческий капитал. Для логистического сектора нашей страны – это период выживаемости, «естественного отбора». Антироссийские санкции требуют от всех игроков отечественного транспортно-логистического рынка отыскивать новых партнеров, поставщиков и потребителей, перестраивать логистические схемы, оптимизировать поставки, адаптировать доставку грузов и товаров под новые геополитические условия и формируемые востребованные направления, а также активно развивать «локализованное», собственное производство внутри страны, с включением в системы доставки участников внутрироссийского рынка.

### *Список литературы*

1. Bayramov V., Rustamli N., Abbas G. Collateral damage: The Western sanctions on Russia and the evaluation of implications for Russia's post-communist neighbourhood // *International Economics*. 2020. Vol. 162, pp. 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.01.002>
2. Cui Z., Fu X., Wang J., Qiang Y., Jiang Y., Long Z. How does COVID-19 pandemic impact cities' logistics performance? An evidence from China's highway freight transport // *Transport Policy*. Available online 4 March 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.03.002>
3. He M. et al. Logistics space: A literature review from the sustainability perspective // *Sustainability*. 2018. T. 10. №. 8. С. 2815.
4. Mesjasz-Lech A., Włodarczyk A. The role of logistics infrastructure in development of sustainable road transport in Poland // *Research in Transportation Business & Management*. 2022. Vol. 44, 100841, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100841>
5. Trent N. M., Joubert J.W. Logistics sprawl and the change in freight transport activity: A comparison of three measurement methodologies // *Journal of Transport Geography* 2022. Vol. 101, 103350, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103350>
6. Rozin M., Ryabtsev V., Svechkarev V. Stereotypes of Transport Logistics in Geopolitical Analytics//*Transportation Research Procedia*. 2022. Vol. 61, pp. 285-288. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.047>
7. Zhuravleva N.A., Poliak M. Architecture of managing big data of mixed transportation of passengers in agglomerations // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 8. Сер. "VIII International Scientific Conference Transport of Siberia 2020". 2020. С. 012055.
8. Баритко А.Л., Куренков П.В. Организация и технология внешне-торговых перевозок // *Железнодорожный транспорт*. 1998. № 8. С. 59-63.
9. Быкадоров С.А., Куренков П.В., Серкова А.В., Чиркова О.В. Анализ методов определения себестоимости грузовых перевозок // *Вестник транспорта*. 2014. № 3. С. 30-41.
10. Вакуленко С.П., Куренков П.В., Элларян А.С., Астафьев А.В., Сечкарёв А.А. Конкуренция между магистралями направления

- «Север - Юг» // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2016. № 9-2 (24). С. 23-30.
11. Горин В.С., Персианов В.А., Куренков П.В. и др. Научная мысль в развитии транспорта России: историческая ретроспектива, проблемные вопросы и стратегические ориентиры: Коллективная монография. Москва, 2019.
  12. Дроздова М.А. Международные санкции как средства регулирования мировой экономики // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. Федеральное агентство железнодорожного транспорта, ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 113-116.
  13. Дроздова М.А., Кравченко Л.А. Антиглобализм в контексте современного международного экономико-правового дискурса // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2020. Т. 1. № 3 (96). С. 247-253.
  14. Дроздова М.А., Кравченко Л.А., Панков Д.А. Цифровая экономика и инфляция в период пандемии // Инновационные подходы развития экономики и управления в XXI веке. Сборник трудов III Национальной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 11-14.
  15. Дроздова М.А., Фурсова Е.А. Цифровизация отрасли железнодорожных перевозок: проблемы и успехи // III Бетанкуровский международный инженерный форум. Сборник трудов. 2021. С. 119-121.
  16. Запретный плод: как западные страны наладили параллельный импорт российских товаров [Электронный ресурс]. <https://profile.ru/economy/zapretnyj-plod-kak-zapadnye-strany-naladili-parallelnyj-import-rossijskih-tovarov-1140893/>
  17. Кириченко А.В. Перевозка экспортно-импортных грузов. Организация логистических систем / Под ред. А.В. Кириченко. СПб. : Питер, 2004. 506 с.
  18. Куренков П.В., Сафронова А.А., Кахриманова Д.Г., Преображенский Д.А., Баженов Ю.М., Астафьев А.В. Синхромодальность, ко-модальность, а-модальность и тримодальность – важные со-

- ставляющие современной политранспортной логистики // Бюллетень ОСЖД. 2018. № 5-6. С. 37.
19. Логистика в условиях санкций 2022 [Электронный ресурс]. <https://logistics.ru/logistika-scm/logistika-v-usloviyakh-sankciy-2022>
  20. Маликов О.Б. Классификация и оценка критериев эффективности транспортного коридора / О.Б. Маликов, М.А. Зачек // Известия ПГУПС. 2008. № 3. С. 163-177.
  21. Международная логистика в России после санкций [Электронный ресурс]. <https://retail-loyalty.org/expert-forum/mezhdunarodnaya-logistika-v-rossii-posle-sanktsiy/>
  22. Непредсказуемая логистика эпохи перемен. Обзор. [Электронный ресурс]. <https://www.interfax.ru/business/835549>
  23. Обходные пути: Россия строит новую логистику, которая мир удивит [Электронный ресурс]. <https://svpressa.ru/economy/article/330530/>
  24. Петербургские компании меняют поставщиков налаживают новые схемы логистики в условиях санкций [Электронный ресурс]. <https://topspb.tv/news/2022/05/5/peterburgskie-kompanii-menyayut-postavshikov-i-nalazhivayut-novye-shemy-logistiki-v-usloviyah-sankcij/>
  25. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона: монография. Новосибирск, 2012. 184 с.
  26. Покровская О.Д. Состояние транспортно-логистической инфраструктуры для угольных перевозок в России // Инновационный транспорт. 2015. № 1 (15). С. 13-23.
  27. Полянский Ю.А., Куренков П.В. Топологическое моделирование взаимодействия хозяйств железной дороги // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2003. № 7. С. 8.
  28. Российским грузам ищут новые пути поставок [Электронный ресурс]. [https://www.alt.ru/logistics\\_news/88424/](https://www.alt.ru/logistics_news/88424/)
  29. Россия легализовала параллельный импорт – что это – узаконенное пиратство или расширение конкуренции поставщиков? [Электронный ресурс]. <https://vc.ru/trade/391940-rossiya-legalizovala->

parallelnyy-import-chto-eto-uzakonennoe-piratstvo-ili-rasshirenie-konkurencii-postavshchikov

30. Сафронова А.А., Рудакова Е.Н., Куренков П.В. и др. Формирование системы финансового менеджмента: теория, опыт, проблемы, перспективы: Коллективная монография. Москва, 2018. 228 с.

### *References*

1. Bayramov V., Rustamli N., Abbas G. Collateral damage: The Western sanctions on Russia and the evaluation of implications for Russia's post-communist neighbourhood. *International Economics*, 2020, vol. 162, pp. 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.01.002>
2. Cui Z., Fu X., Wang J., Qiang Y., Jiang Y., Long Z. How does COVID-19 pandemic impact cities' logistics performance? An evidence from China's highway freight transport. *Transport Policy*. Available online 4 March 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.03.002>
3. He M. et al. Logistics space: A literature review from the sustainability perspective. *Sustainability*, 2018, vol. 10, no. 8, pp. 2815.
4. Mesjasz-Lech A., Włodarczyk A. The role of logistics infrastructure in development of sustainable road transport in Poland. *Research in Transportation Business & Management*, 2022, vol. 44, 100841, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100841>
5. Trent N. M., Joubert J.W. Logistics sprawl and the change in freight transport activity: A comparison of three measurement methodologies. *Journal of Transport Geography*, 2022, vol. 101, 103350, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103350>
6. Rozin M., Ryabtsev V., Svechkarev V. Stereotypes of Transport Logistics in Geopolitical Analytics. *Transportation Research Procedia*, 2022, vol. 61, pp. 285-288. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.01.047>
7. Zhuravleva N.A., Poliak M. Architecture of managing big data of mixed transportation of passengers in agglomerations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 8. Ser. "VIII International Scientific Conference Transport of Siberia 2020", 2020, pp. 012055.
8. Baritko A.L., Kurenkov P.V. *Zheleznodorozhnyy transport*, 1998, no. 8, pp. 59-63.

9. Bykadorov S.A., Kurenkov P.V., Serkova A.V., Chirkova O.V. *Vestnik transporta*, 2014, no. 3, pp. 30-41.
10. Vakulenko S.P., Kurenkov P.V., Ellaryan A.S., Astaf'ev A.V., Sechkarev A.A. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii*, 2016, no. 9-2 (24), pp. 23-30.
11. Gorin V.S., Persianov V.A., Kurenkov P.V. et al. *Nauchnaya mysl' v razvitiy transporta Rossii: istoricheskaya retrospektiva, problemnye voprosy i strategicheskie orientiry: Kollektivnaya monografiya* [Scientific thought in the development of transport in Russia: historical retrospective, problematic issues and strategic guidelines: Collective monograph]. Moscow, 2019.
12. Drozdova M.A. *Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative approaches to the development of economics and management in the XXI century. Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference], 2020, pp. 113-116.
13. Drozdova M.A., Kravchenko L.A. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, 2020, vol. 1, no. 3 (96), pp. 247-253.
14. Drozdova M.A., Kravchenko L.A., Pankov D.A. *Innovatsionnye podkhody razvitiya ekonomiki i upravleniya v XXI veke. Sbornik trudov III Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovative approaches to the development of economics and management in the XXI century. Proceedings of the III National Scientific and Practical Conference], 2020, pp. 11-14.
15. Drozdova M.A., Fursova E.A. *III Betankurovskiy mezhdunarodnyy inzhenernyy forum. Sbornik trudov* [III Betancourt International Engineering Forum. Collection of works], 2021, pp. 119-121.
16. Forbidden Fruit: How Western Countries Established Parallel Imports of Russian Goods. <https://profile.ru/economy/zapretnyj-plod-kak-zapadnye-strany-naladili-parallelnyj-import-rossijskih-tovarov-1140893/>
17. Kirichenko A.V. *Perevozka eksportno-importnykh грузов. Organizatsiya logisticheskikh sistem* [Transportation of export-import cargo. Organization of logistics systems] / ed. A.V. Kirichenko. SPb. : Piter, 2004, 506 p.

18. Kurenkov P.V., Safronova A.A., Kakhrimanova D.G., Preobrazhenskiy D.A., Bazhenov Yu.M., Astaf'ev A.V. *Byulleten' OSZhD*, 2018, no. 5-6, p. 37.
19. Logistics under sanctions 2022. <https://logistics.ru/logistika-scm/logistika-v-usloviyakh-sankciy-2022>
20. Malikov O.B., Zachek M.A. *Izvestiya PGUPS*, 2008, no. 3, pp. 163-177.
21. International logistics in Russia after sanctions. <https://retail-loyalty.org/expert-forum/mezhdunarodnaya-logistika-v-rossii-posle-sanktsiy/>
22. Unpredictable logistics of the era of change. Review. <https://www.interfax.ru/business/835549>
23. Detours: Russia is building a new logistics that will surprise the world. <https://svpressa.ru/economy/article/330530/>
24. St. Petersburg companies change suppliers, establish new logistics schemes under sanctions. <https://topspb.tv/news/2022/05/5/peterburgskie-kompanii-menyayut-postavshikov-i-nalazhivayut-novye-she-my-logistiki-v-usloviyah-sankcij/>
25. Pokrovskaya O.D. *Logisticheskie nakopitel'no-raspredelitel'nye tsenry kak osnova terminal'noy seti regiona: monografiya* [Logistic storage and distribution centers as the basis of the region's terminal network]. Novosibirsk, 2012, 184 p.
26. Pokrovskaya O.D. *Innovatsionnyy transport*, 2015, no. 1 (15), pp. 13-23.
27. Polyanskiy Yu.A., Kurenkov P.V. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informatsionnyy sbornik*, 2003, no. 7, p. 8.
28. Russian cargo is looking for new ways of supply. [https://www.alt.ru/logistics\\_news/88424/](https://www.alt.ru/logistics_news/88424/)
29. Russia has legalized parallel imports - what is it - legalized piracy or increased competition among suppliers?. <https://vc.ru/trade/391940-rossiya-legalizovala-parallelnyy-import-cto-eto-uzakonennoe-piratstvo-ili-rasshirenie-konkurencii-postavshchikov>
30. Safronova A.A., Rudakova E.N., Kurenkov P.V. et al. *Formirovanie sistemy finansovogo menedzhmenta: teoriya, opyt, problemy, perspektivy: Kollektivnaya monografiya* [Formation of financial management system: theory, experience, problems, prospects: Collective monograph]. Moscow, 2018, 228 p.

## ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Покровская Оксана Дмитриевна**, и.о. заведующего кафедрой «Управление эксплуатационной работой», профессор, доктор технических наук

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

*Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

*insight1986@inbox.ru*

**Воробьев Александр Алфеевич**, заведующий кафедрой «Наземные транспортно-технологические комплексы», профессор, доктор технических наук

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

*Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

**Мигров Александр Алексеевич**, старший преподаватель кафедры «Наземные транспортно-технологические комплексы»

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

*Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

**Шеврдова Мария Вячеславовна**, аспирант 1-го курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»

*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I*

*Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

**Ульяницкая Виктория Игоревна**, аспирант 1-го курса кафедры «Управление эксплуатационной работой»

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

**Власенский Артем Андреевич**, соискатель кафедры «Управление эксплуатационной работой»  
*Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I  
Московский пр., 9, г. Санкт-Петербург, 190031, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Oksana D. Pokrovskaya**, Acting Head of the Department “Operational Work Management”, Professor, Doctor of Technical Sciences  
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation  
insight1986@inbox.ru  
SPIN-code: 8252-2587  
ORCID: 0000-0001-9793-0666  
ResearcherID: AAH-4370-2019  
Scopus Author ID: 57204690735*

**Alexander A. Vorobyov**, Head of the Department “Ground Transport and Technological Complexes”, Professor, Doctor of Technical Sciences  
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation  
SPIN-code: 2244-1699*

**Alexander A. Migrov**, Senior lecturer of the Department “Ground transport and technological complexes”  
*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation  
SPIN-code: 7560-2776*

**Maria V. Sheverdova**, 1st-year postgraduate student of the Department of Operational Work Management

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation  
SPIN-code: 8748-8809*

**Victoria I. Ulyanitskaya**, 1st-year postgraduate student of the Department “Operational Work Management”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation  
SPIN-code: 7329-2935*

**Artem A. Vlasensky**, candidate of the department “Operational Work Management”

*Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University  
9, Moskovsky Ave., St. Petersburg, 190031, Russian Federation*

Поступила 27.10.2022

После рецензирования 15.11.2022

Принята 22.11.2022

Received 27.10.2022

Revised 15.11.2022

Accepted 22.11.2022

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-135-147

УДК 614.841.48

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Р.В. Кошкарлов, Л.А. Королева, Е.Е. Костин*

***Цель** – снижения тяжести последствий от пожаров необходимо активизировать совместные усилия органов государственной власти, органов местного самоуправления, а также предприятий и, главное, граждан и обеспечить совершенствование мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, что позволит гарантировать более активное их использование в процессе обеспечения пожарной безопасности.*

***Метод или методология проведения работы:** в статье отмечены традиционные элементы системы пожарной безопасности и механизмов регулирования обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации.*

***Результаты:** установлен факт существования недостатков в системе регулирования пожарной безопасности, в частности, чрезмерное количество проверок, недостаточный уровень профессиональной подготовки персонала, ответственного за соблюдение пожарной безопасности на транспорте. Предложены направления совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации.*

***Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять в профессиональной подготовке специалистов к обеспечению пожарной безопасности на железнодорожном транспорте.*

***Ключевые слова:** пожарная безопасность; обеспечение пожарной безопасности; государственное регулирование; механизм регулирования; система пожарной безопасности*

## IMPROVING THE PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS TO ENSURE FIRE SAFETY IN RAILWAY TRANSPORT

*R.V. Koshkarov, L.A. Koroleva, E.E. Kostin*

**Purpose.** *The goal is to reduce the severity of the consequences of fires, it is necessary to intensify the joint efforts of state authorities, local governments, as well as enterprises and, most importantly, citizens, and to ensure the improvement of measures of a legal, organizational, economic, social, scientific and technical nature, which will ensure their more active use in the process of ensuring fire safety.*

**The method or methodology of the work.** *The article notes the traditional elements of the fire safety system and the mechanisms for regulating fire safety in the Russian Federation.*

**Results.** *The fact of the existence of shortcomings in the fire safety regulation system, in particular, an excessive number of inspections, an insufficient level of professional training of personnel responsible for maintaining fire safety in transport, has been established. Directions for improving the mechanisms for regulating the process of ensuring fire safety in the Russian Federation are proposed.*

**Scope of the results.** *The obtained results should be applied in the professional training of specialists to ensure fire safety in railway transport.*

**Keywords:** *fire safety; ensuring fire safety; state regulation; regulation mechanism; fire safety system*

Основной целью пожарной безопасности выступает обеспечение такого состояния объекта, при котором минимизируется вероятность возгорания и распространения огня в пространстве объекта. Помимо этого важно обратить внимание, что вне зависимости от характеристики объекта, будь то частная жилая постройка, коммерческая недвижимость, складское помещение, – именно обеспечение пожарной безопасности выступает одной из прио-

ритетных задач. Не меньшей значимостью характеризуется и необходимость обеспечения пожарной безопасности на транспорте. Статистический анализ пожаров на транспорте свидетельствует о высоком риске не только порчи самого транспорта, но и о высоком риске причинения вреда жизни и здоровью людей. Это и формирует основную проблему данного исследования, которая заключается в том, что пожароопасная обстановка в России заставляет ответственные органы и организации работать над предупреждением, профилактикой и предупреждением пожарных угроз.

Для того чтобы минимизировать последствия пожаров, необходимо реализовать комплекс мероприятий, реализуемых органами государственной власти, органами местного самоуправления и отдельными предприятиями в области совершенствования правового, социального, организационного и научно-технического направления. Только при комплексном решении данной задачи можно добиться высоких результатов в области обеспечения пожарной безопасности. Учитывая это, вопрос поиска путей совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации приобретает особую актуальность.

Проблемы, которым посвящается данная статья: проблематика обеспечения пожарной безопасности и совершенствования системы подготовки специалистов в этом процессе поднимали в своих научных трудах такие отечественные исследователи, как Назаренко В.Ю., изучающая добровольную пожарную охрану в зарубежных странах, как составляющую организационно правового механизма государственного управления пожарной безопасностью, пытается рассмотреть его имплементации с учетом опыта России и предлагает организационно правовой механизм государственного управления пожарной безопасности в России [2, 3], Голуб С.В., рассмотрел вопросы применения кластеризации при формировании моделей информационных систем многоуровневого мониторинга пожарной безопасности [4], Гречанинов В.Ф. определяет основные черты технологии мониторинга пожарной безопасности

[5], Дендаренко В.Ю. предлагает метод адаптивного формирования структуры информационной системы мониторинга пожарной безопасности [6], Пономаренко Г. рассматривает пожарную безопасность как элемент внутренней безопасности государства, конкретизирует ее понятие и исследует систему мер обеспечения [7]. В то же время вопросам профессиональной подготовки специалистов по противопожарной безопасности на транспорте уделяется недостаточно внимания.

Задачей исследования является установление перечня направлений совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в России, которые реализуются как государственными ведомствами, так и в бизнес-среде, и во время самообеспечения пожарной безопасности отечественными субъектами хозяйственной деятельности.

Обеспечение пожарной безопасности в России имеет несколько направлений, среди которых отметим государственное регулирование, надзор и контроль. Только выполнение установленных государством требований и беспрекословное выполнение требований во всех отраслях народного хозяйства способно обеспечить пожарную безопасность. Обеспечение пожарной безопасности на территории России, регулирование отношений в этой сфере органов государственной власти, органов местного самоуправления и субъектов хозяйствования и граждан осуществляются в соответствии с Федеральным законодательством центральных органов исполнительной власти.

Анализ действующей системы пожарной безопасности в Российской Федерации включает различные социальные, организационные, научно-технические и правовые меры, основной целью которых выступает предупреждение и ликвидация возгораний. Следовательно, дальнейшие исследования в области обеспечения пожарной безопасности должны быть направлены на анализ эффективности и разработку предложения по обоснованию направлений совершенствования данных механизмов, исключение дублирования функций органов исполнительной власти, а также совершен-

ствование правовой базы в данной сфере [11]. Перечень основных направлений совершенствования механизмов государственного регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в России, предлагается дополнить следующими составляющими:

- разработать и внедрить инновационные меры государственного регулирования требований пожарной безопасности;
- сформировать нормативно-техническую базу, отвечающую всем современным требованиям противопожарной защиты;
- своевременно и в полном объеме реализовать меры в области контроля/надзора соблюдения требований пожарной безопасности;
- ужесточить и нормативно закрепить меры ответственности в случае нарушений требований пожарной безопасности;
- формирование унитарной технической политики с целью гармонизации правил и требований пожарной безопасности.

В качестве приоритетного направления в деятельности контрольно-надзорных органов в области пожарной безопасности должно быть формирование и внедрение инновационных методов и инструментов для уменьшения нагрузки на предприятия в комплексе с сохранением требуемого уровня защиты имущества, жизни и здоровья людей.

Главным направлением на сегодняшний день в области обеспечения пожарной безопасности выступает поиск приемлемого для государства и общества уровня расходов финансовых и материальных ресурсов, который будет комфортным и для государства и для населения, а именно, тот уровень затрат, которые они готовы затратить на внедрение в систему транспорта для обеспечения в нем пожарной безопасности.

Исследование зарубежного опыта свидетельствует о том, что одним из эффективных направлений выступает формирование саморегулируемых предприятий в области пожарной безопасности. Их эффективность обусловлена двумя основными направлениями:

- это способно существенно улучшить качественные характеристики услуг в данной области;

- это даст возможность перераспределить определенные разрешительные функции, а именно, передать их с государственного ведения в частное, что способно существенно снизить показатель администрирования бизнеса.

Помимо этого, перераспределение обязанностей также позволит минимизировать дублирование полномочий государственной власти в идентичных вопросах пожарной безопасности. Особенно это актуально в процессе реализации процедуры лицензирования. А именно, в случае формирования саморегулируемых предприятий в области реализации процедуры лицензирования появится возможность реализовать механизм саморегулирования.

При этом важно помнить, что каждой саморегулируемое предприятие несет ответственность за деятельность юридических лиц, которые входят в ее состав. Так, в случае, если одно из юридических лиц будет вести непрофессиональную деятельность, то ответственность понесет именно саморегулируемое предприятие.

Несмотря на определенные положительные моменты формирования саморегулируемых организаций в области пожарной безопасности, в том числе предупреждение фактов коррупции со стороны государственного пожарного надзора, существуют и определенные трудности в реализации, которые связаны с документальным оформлением. А именно:

- требуется создать платформу, позволяющую перевести отрасль от лицензирования и аккредитации к саморегулированию предпринимательской деятельности, что приведет к минимизации определенных административных барьеров;
- разработать перечень требований, предъявляемых к некоммерческим предприятиям, позволяющий обобщить субъектов предпринимательской или профессиональной деятельности в области пожарной безопасности для признания их саморегулируемой организацией;
- разработать и внедрить новые инструменты контроля в комплексе с передачей части надзорных функций в ведомство саморегулируемых организаций;

- пересмотреть и нормативно закрепить меры ответственности предпринимательской и профессиональной деятельности в области пожарной безопасности перед потребителями.

При этом первым шагом к саморегулированию в сфере пожарной безопасности выступает именно пересмотр нормативного правового регулирования в данной области.

В контексте современных российских реформ, необходимо реализовать такие меры, как создание и внедрение инновационных средств обнаружения и тушения пожаров с учетом лучших мировых практик. Помимо этого, актуальной задачей на сегодняшний день остается устаревшая и длительное время не пересматриваемая программа сертификации в области пожарной безопасности. Это формирует необходимость усиления контрольных функций в отношении отечественных аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий.

Остается актуальным на сегодняшний день и подготовка специалистов в области пожарной безопасности в условиях усиления традиционных и возникновения новых форм и видов угроз пожарной безопасности в России.

Современным вузам необходимо сформировать такую программу подготовки, которая была бы способна отвечать современным реалиям. Также требуется использовать инновационные методы и инструменты в обучении, только в этом случае будущий специалист сможет в дальнейшей своей трудовой деятельности эффективно решать поставленные задачи.

Одним из важных аспектов пожарной безопасности остается вопрос противопожарного страхования. Так, анализ рынка страхования Российской Федерации свидетельствует о том, что только за 2020 год было зафиксировано около 440 тысяч пожаров, число погибших в них достигло 8300 человек, а число лиц, получивших травму превышает 8400 человек. Общая сумма материального ущерба более 20,5 млрд. рублей.

Важно обратить внимание, что в сравнении с 2019 годом показатель пожаров сократился более чем на 6,5%, количество по-

гибших при пожаре сократилось более чем на 3%, число лиц, получивших травму, также сократилось более чем на 11%, а общая сумма материального ущерба увеличилась более чем на 12%.

Несмотря на угрожающую статистику, уровень страхования от пожаров в нашей стране невозможно назвать высоким, что обусловлено рядом объективных и субъективных причин. Так, к примеру, произвести оценку показателя страхования на защиту дома только от пожара достаточно сложно, это приводит к тому, что страхование от пожара является лишь составной частью программы страхования, в которую также включена защита от наводнения, от порчи имущества и т.д.

Помимо этого, существует и иная проблема, которая заключается в том, что страховая компания часто отказывает в выплатах в случае пожара, аргументируя это тем, что права собственности на данный вид страхования отсутствуют. Также страховые компании все чаще отдают предпочтение работы с меньшими рисками, а, в свою очередь, противопожарное страхование относится к области «повышенного риска».

Особое внимание в контексте поиска путей осуществления пожарной безопасности должно быть уделено активному использованию риск ориентированного подхода в процессе реализации надзорной деятельности. И первым шагом к этому необходимо полностью отказаться от полного бесконечного контроля, а проводить точечные проверки исключительно в отношении тех объектов, в которых действительно высок риск пожара и ранее были зафиксированы нарушения правил и норм пожарной безопасности.

В том случае если будет использован риск ориентированный подход в процессе реализации государственного пожарного надзора, это не только окажет положительное влияние на снижение административных барьеров, но и позволит существенно сократить расходы в области надзорной деятельности.

Для решения текущих задач регулирования пожарной безопасности в стране государственный аппарат, который должен выполнять указанные задачи, должно быть модернизирован и построен

по принципу двухуровневой системы реагирования: государственный уровень будет представлен центральным аппаратом и силами государственного подчинения, а территориальный - местными органами управления и силами территориального подчинения.

Такой подход соответствует лучшему мировому опыту. Например, в Японии, Франции и США функции пожарной охраны были существенно расширены, что привело к тому, что название предприятия осталось, а по-факту, она стало специализированной аварийно-спасательной службой, осуществляющую различные функции.

Итак, можно предложить следующие направления совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в России:

- расширение направлений государственно-частного сотрудничества, передача отдельных функций от государственных регуляторов в частную сферу;
- создание и расширение деятельности саморегулируемых организаций в сфере обеспечения пожарной безопасности;
- внедрение европейских и международных стандартов, повышение уровня надзора над стандартизацией и сертификацией продукции;
- контроль и надзор над учебным процессом в высших учебных заведениях, которые занимаются подготовкой кадров для обеспечения пожарной безопасности; организация практической подготовки по современным программам;
- стимулирование расширения сферы страхования пожара с целью обеспечения компенсации убытков пострадавшим лицам; налаживание сотрудничества между органами пожарного надзора и конкретными страховыми компаниями;
- применение риск ориентированного подхода при организации государственного пожарного надзора;
- уменьшение частоты и количества проверок состояния пожарной безопасности на малых и средних субъектах хозяйственной деятельности;

- расширение и модернизация законодательной базы, формирование перечня стратегических ориентиров в области обеспечения пожарной безопасности в России.

Выводы по проведенному исследованию и перспективы дальнейших исследований.

Проведенное исследование поиска направлений совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в России позволило сделать следующие выводы:

1. К существенным недостаткам в системе регулирования пожарной безопасности можно отнести чрезмерное количество проверок, несоответствие отечественных практик стандартам и нормам Европейского союза и международных инстанций, неразвитость рынка страховых услуг в направлении страхования от пожара и незаинтересованность физических и юридических лиц в таком виде страховых услуг, низкий уровень самообеспечения пожарной безопасности и участия частных структур в процессе регулирования состояния пожарной безопасности в России.

2. К направлениям совершенствования механизмов регулирования процесса обеспечения пожарной безопасности в России относятся: расширение направлений государственно-частного сотрудничества; создание и расширение деятельности саморегулируемых организаций в сфере обеспечения пожарной безопасности; внедрение европейских и международных стандартов; контроль и надзор над учебным процессом в вузах, которые занимаются подготовкой кадров для обеспечения пожарной безопасности; налаживание сотрудничества между органами пожарного надзора и конкретными страховыми компаниями; применение риск ориентированного подхода при организации государственного пожарного надзора; уменьшение частоты и количества проверок состояния пожарной безопасности; расширение и модернизация законодательной базы.

### *Список литературы*

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций при-

- родного и техногенного характера в 2020 году». М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с.
2. Назаренко В.Ю. Добровольная пожарная охрана за рубежом как составляющая организационно правового механизма государственного управления пожарной безопасностью: опыт для Российской Федерации // Теория и практика государственного управления. 2013. Вып. 2. С. 340-347.
  3. Назаренко В.Ю. Организационно правовой механизм государственного управления пожарной безопасностью в России // Теория и практика государственного управления. 2013. Вып. 3. С. 245-253.
  4. Голуб С.В. Применение кластеризации при формировании моделей информационных систем многоуровневого мониторинга пожарной безопасности / С.В. Голуб, И. Бурляй // Системы обработки информации. 2014. Вып. 4. С. 203-208.
  5. Гречанинов В.Ф. Основные черты технологии мониторинга пожарной безопасности // Системы обработки информации. 2014. Вып. 2. С. 263-268.
  6. Дендаренко В.Ю. Метод адаптивного формирования структуры информационной системы мониторинга пожарной безопасности // Системы обработки информации. 2010. Вып. 8. С. 174-178.
  7. Пономаренко Г. Пожарная безопасность как элемент внутреннего безопасности государства: понятие и система мер обеспечения // Теория и практика государственного управления. 2007. Вып. 74-76. С. 47-50.
  8. Парпан Т.В. Современное состояние правового регулирования пожарной безопасности в России // Право и общество. 2013. №6.2. С. 225-229.

### *References*

1. State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2020". М.: EMERCOM of Russia. FGBU VNII GOChS (FTs), 2021, 264 p.
2. Nazarenko V.Yu. *Teoriya i praktika gosudarstvennogo upravleniya*, 2013, no. 2, pp. 340-347.

3. Nazarenko V.Yu. *Teoriya i praktika gosudarstvennogo upravleniya*, 2013, no. 3, pp. 245-253.
4. Golub S.V., Burlyay I. *Sistemy obrabotki informatsii*, 2014, no. 4, pp. 203-208.
5. Grechaninov V.F. *Sistemy obrabotki informatsii*, 2014, no. 2, pp. 263-268.
6. Dendarenko V.Yu. *Sistemy obrabotki informatsii*, 2010, no. 8, pp. 174-178.
7. Ponomarenko G. *Teoriya i praktika gosudarstvennogo upravleniya*, 2007, no. 74-76, pp. 47-50.
8. Parpan T.V. *Pravo i obshchestvo*, 2013, no. 6.2, pp. 225-229.

### **ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ**

**Кошкарров Руслан Витальевич**, начальник кафедры специальной подготовки

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России  
п. Аякс, 27, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край,  
Российская Федерация  
koshkarov79@mail.ru*

**Королева Людмила Анатольевна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры пожарной аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России  
Московский проспект, 149, г. Санкт-Петербург, Российская  
Федерация  
lyudamil@mail.ru*

**Костин Евгений Евгеньевич**, начальник факультета дополнительного профессионального образования

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России  
п. Аякс, 27, о. Русский, г. Владивосток, Приморский край,  
Российская Федерация  
kostin2@mail.ru*

## DATA ABOUT THE AUTHORS

**Ruslan V. Koshkarov**, Head of the Department of special training  
*Far Eastern fire and rescue Academy – branch of the Saint Petersburg University of the Ministry of emergency situations of Russia*  
*Ajax, 27, Russian island, Vladivostok, Primorsky Krai, Russian Federation*  
*koshkarov79@mail.ru*

**Lyudmila A. Koroleva**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fire Safety, Emergency and Rescue Equipment and Automobile Industry  
*Saint Petersburg State University of Emergency Situations of Russia*  
*149, Moskovsky Ave., Saint Petersburg, Russian Federation*  
*lyudamil@mail.ru*

**Evgeny E. Kostin**, Head of the Faculty of Additional Professional Education  
*Far Eastern fire and rescue Academy – branch of the Saint Petersburg University of the Ministry of emergency situations of Russia*  
*Ajax, 27, Russian island, Vladivostok, Primorsky Krai, Russian Federation*  
*kostin2@mail.ru*

Поступила 01.09.2022  
После рецензирования 13.12.2022  
Принята 15.12.2022

Received 01.09.2022  
Revised 13.12.2022  
Accepted 15.12.2022

## AUTHOR GUIDELINES

<http://ijournal-as.com/>

**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 большого 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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ <i>Т.В. Коновалова, Ю.Д. Шевцов, С.Л. Надирян, М.П. Миронова, М.М. Журавлев</i> .....	7
МИКРОМОБИЛЬНОСТЬ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА <i>Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, И.С. Сенин</i> .....	27
МААС-МОБИЛЬНОСТЬ КАК УСЛУГА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ <i>С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова</i> .....	41
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ <i>О.С. Гасилова, К.В. Кулаков, А.А. Мальцева, Б.А. Сидоров</i> .....	52
МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕЙТИНГОВЫХ ПОДХОДОВ <i>Я.Е. Львович, А.П. Преображенский, Т.В. Аветисян</i> .....	64
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ФИЛЬТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ И ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОБЕЛОВ <i>Я.Е. Львович, А.П. Преображенский, Т.В. Аветисян</i> .....	81

**РАСПОЗНАВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА  
ПО ВИДЕОДАНЫМ**

*А.В. Пятаева, М.А. Мерко, В.А. Жуковская,  
А.А. Казакевич* .....96

**АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЛОГИСТИКА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНЫХ САНКЦИЙ**

*О.Д. Покровская, А.А. Воробьев, А.А. Мигров,  
М.В. Шевердова, В.И. Ульяницкая, А.А.Власенский* ..... 111

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ  
К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Р.В. Кошкаров, Л.А. Королева, Е.Е. Костин* ..... 135

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ** ..... 148

# CONTENTS

INCREASING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESSES THROUGH OPTIMIZATION OF VEHICLE CONTROL SYSTEMS <i>T.V. Konovalova, Yu.D. Shevtsov, S.L. Nadiryan, M.P. Mironova, M.M. Zhuravlev</i> .....	7
MICROMOBILITY AS AN ELEMENT OF THE URBAN TRANSPORT SYSTEM <i>T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, I.S. Senin</i> .....	27
MAAS-MOBILITY AS A SERVICE. DEVELOPMENT PROSPECTS <i>S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova</i> .....	41
FACTORS AFFECTING THE CAPACITY OF THE ROAD NETWORK <i>O.S. Gasilova, K.V. Kulakov, A.A. Maltseva, B.A. Sidorov</i> .....	52
MANAGEMENT MODELING OF TRANSPORT ORGANIZATIONS WITH THE APPLICATION OF RATING APPROACHES <i>Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky, T.V. Avetisyan</i> .....	64
ANALYSIS OF THE USE OF ALGORITHMS TO FILTER INFORMATION AND FILL GAPS <i>Ya.E. Lvovich, A.P. Preobrazhensky, T.V. Avetisyan</i> .....	81
RECOGNITION OF HUMAN ACTIVITY BY VIDEO DATA <i>A.V. Pyataeva, M.A. Merko, V.A. Zhukovskaya, A.A. Kazakevich</i> .....	96

ALTERNATIVE LOGISTICS OF THE RUSSIAN FEDERATION  
IN THE CONDITIONS OF WESTERN SANCTIONS

*O.D. Pokrovskaya, A.A. Vorob'ev, A.A. Migrov, M.V.*

*Sheverdova, V.I. Ul'yanitskaya, A.A. Vlasensky* ..... 111

IMPROVING THE PROFESSIONAL  
TRAINING OF SPECIALISTS TO ENSURE FIRE SAFETY  
IN RAILWAY TRANSPORT

*R.V. Koshkarov, L.A. Koroleva, E.E. Kostin* ..... 135

**RULES FOR AUTHORS** ..... 148

*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:  
Transport and Information Technologies are always open and free access.  
Each entire issue is downloadable as a single PDF file.

<http://ijournal-as.com/>

Подписано в печать 29.12.2022. Дата выхода в свет 29.12.2022.  
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 11,11. Тираж 999 экз. Свободная цена.  
Заказ 124/022. Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии  
«Издательство «Авторская Мастерская». Адрес типографии:  
ул. Пресненский Вал, д. 27 стр. 24, г. Москва, 123557 Россия.