

Научная статья
УДК 656.132
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-748-761>
EDN: VAEMSJ



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ: ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ, РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Н. Н. Якунин, Н. В. Якунина, И. И. Любимов*
Оренбургский государственный университет,
г. Оренбург, Россия

yakunin-n@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6282-2331>
nat.yakunina56@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8895-1307>
lyubimovii@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-0057-8537>
*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Функционирование пассажирского автомобильного транспорта в 90-х годах прошлого столетия можно охарактеризовать как период перехода к новым методам управления. Последующая стабилизация деятельности пассажирского автомобильного транспорта произошла в большей степени за счёт нормативного регулирования. Однако важные проблемы становления отрасли, в особенности в регионах, не решены. Например, кризисная ситуация во внутрирегиональных межмуниципальных перевозках, высокая аварийность. В значительной степени такое положение вызвано отставанием современного толкования региональной пассажирской автотранспортной системы от её реального состояния, что не позволяет добиваться наибольшего эффекта в развитии пассажирского автомобильного транспорта. Цель работы состоит в повышении эффективности регулярных перевозок пассажиров на основе анализа вклада структурных частей региональных пассажирских автотранспортных систем, применения методологии оценивания их состояния, с учётом правил развития этих систем.

Материалы и методы. В работе использованы общенаучные методы анализа и синтеза, системного анализа, математической статистики, а также положения теории транспортных процессов и систем. Использованы современные общенаучные программные продукты, открытые информационные ресурсы о пассажирских автотранспортных средствах в регионах.

Полученные результаты. Основным научным результатом статьи является введённое понятие региональной пассажирской автотранспортной системы. Для количественной оценки её состояния разработан показатель уровня самоорганизации системы, определяемый отношением количества легковых автомобилей к количеству автобусов, троллейбусов и трамваев в регионе. Значения показателя находятся в пределах от 74 до 543 при среднем значении 277. Выявлены зависимости влияния валовых региональных продуктов и количества населения в регионах на количество автобусов и легковых автомобилей в них. Практическая значимость состоит в разработке инструментария оценки состояния региональных пассажирских автотранспортных систем. Направления дальнейших исследований связаны с определением влияния структурных частей на уровень самоорганизации системы, построением на этой основе эффективных региональных стратегий развития пассажирского автомобильного транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: пассажирский автомобильный транспорт, транспортная система, автомобиль

Статья поступила в редакцию 09.09.2023; одобрена после рецензирования 07.11.2023; принята к публикации 20.12.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Якунин Н. Н., Якунина Н. В., Любимов И. И. Региональные пассажирские автотранспортные системы: постановка задачи, первые результаты оценивания // Вестник СибАДИ. 2023. Т. 20, № 6 (94). С. 748-761. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-748-761>

© Якунин Н. Н., Якунина Н. В., Любимов И. И., 2023



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-748-761>
EDN: VAEMJSJ

REGIONAL PASSENGER MOTOR TRANSPORT SYSTEMS: PROBLEM STATEMENT, FIRST ESTIMATION RESULTS

Nikolai N. Yakunin, Natalia V. Yakunina, Igor I. Lyubimov*

Orenburg State University,

Orenburg, Russia

yakunin-n@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6282-2331>

nat.yakunina56@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8895-1307>

lyubimovii@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-0057-8537>

*corresponding author

ABSTRACT

Relevance. Passenger road transport in the 90s of the last century showed a high rate of transition to new management methods. The subsequent streamlining of activities progressed unevenly, mainly through regulation. However, important problems in the development of the industry, especially in the regions, have not been resolved. A crisis situation in intra-regional inter-municipal transportation and a high accident rate are the example. To a large extent, this situation is caused by the lag of the modern interpretation of the regional passenger road transport system from its real state, which does not allow achieving the greatest effect in the development of passenger road transport. The purpose of the work is to increase the importance of regular passenger transportation based on the substantiation of the importance of the structural parts of regional passenger motor transport systems, the developed methodology for assessing their condition, and creating development rules taking this into account.

Materials and methods. General scientific methods of analysis and synthesis, system analysis, mathematical statistics, as well as the provisions of the theory of transport processes and systems are used in the work. Modern general scientific software products, open information resources about passenger vehicles in the regions were used.

Results. The main scientific result of the article is the introduced concept of a regional passenger motor transport system. For a quantitative assessment of its condition, an indicator of the level of system self-organization has been developed, which is determined by the ratio of the number of cars to the number of buses, trolleybuses and trams in the region. The values of the indicators are in the range from 74 to 543 with an average value of 277. The dependencies of the influence of gross regional products and the number of population in the regions on the number of buses and cars in them are revealed. The practical significance lies in the development of tools for assessing the state of regional passenger transport systems. The directions for further research to determine the influence of structural parts on the level of self-organization of the system, building on this basis effective regional strategies for the development of passenger road transport are related.

KEYWORDS: passenger road transport, transport system, car

The article was submitted 09.09.2023; approved after reviewing 07.11.2023; accepted for publication 20.12.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation: Lyubimov: I. I., Yakunin N. N., Yakunin N. V. Regional passenger motor transport systems: problem statement, first estimation results. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2023; 20 (6): 748-761. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-6-748-761>

© Yakunin N. N., Yakunina N. V., Lyubimov I. I., 2023



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Функционирование пассажирского автомобильного транспорта в 90-х годах прошлого столетия можно охарактеризовать как период перехода к новым методам управления. Последующая стабилизация деятельности пассажирского автомобильного транспорта произошла в большей степени за счёт нормативного регулирования. Однако важные проблемы становления отрасли, в особенности в регионах, не решены до настоящего времени. Сложилась и продолжает усугубляться кризисная ситуация во внутрирегиональных межмуниципальных перевозках, в которых доминирующие позиции занимают перевозки легковыми автомобилями, часто не имеющими необходимой разрешительной документации. Данный факт характеризуется наличием в подавляющем большинстве регионов РФ структуры взаимодействия в пассажирских перевозках, основанной на «модели 90-х годов» [1]. В процессе осуществления городских регулярных пассажирских перевозок возникает множество не решённых задач во взаимодействии между перевозчиками. Данное утверждение базируется на анализе региональных законодательств и количестве возбужденных уголовных дел, связанных с взаимодействием властей и перевозчиков. На наш взгляд, управление этим видом деятельности осуществляется с использованием большого количества нормативных и поднормативных актов, которые зачастую противоречат друг другу. Данный факт отрицательно влияет на привлекательность регулярных пассажирских автомобильных перевозок, уменьшая их долю в удовлетворении транспортного спроса и, как следствие, увеличивает долю перевозок легковыми автомобилями, в том числе легковыми такси.

Вышеизложенное не соответствует Транспортной стратегии развития РФ на период до 2030 г. с прогнозом на период до 2035 г. В последнее время для улучшения состояния отрасли сделано много. Приняты программы по обновлению подвижного состава, развивается транспортная инфраструктура, внедряются передовые информационные системы в технологию и организацию перевозок, упорядочиваются требования к перевозчикам, совершенствуется система контроля. Однако в полном объёме кризисные явления преодолеть не удалось. В значительной степени такое положение вызвано отставанием современного толкования региональной пассажир-

ской автотранспортной системы от её реального состояния, что не позволяет добиваться наибольшего эффекта в развитии. Цель работы состоит в повышении эффективности регулярных перевозок пассажиров на основе анализа вклада структурных частей региональных пассажирских автотранспортных систем, применения методологии оценивания их состояния с учётом правил развития этих систем. Задачи работы: выполнить литературный обзор в области региональных пассажирских автотранспортных систем и транспортной системы страны в целом; провести анализ сложившейся ситуации в области пассажирских перевозок в регионах Российской Федерации; разработать функциональную схему региональной пассажирской автотранспортной системы; выполнить анализ нормативных баз пассажирских перевозок; разработать схему принадлежности категорий транспортных средств детерминированной и стохастической частям; разработать методику определения уровня самоорганизации региональной пассажирской автотранспортной системы.

Обзор литературы. В современной литературе авторам не удалось встретить рассмотрение систем подобного уровня. Однако существует большое количество исследований, направленных на глубокое изучение направлений, которые актуальны в настоящее время и которые необходимо учитывать при исследовании автотранспортных систем широкого класса, региональных пассажирских автотранспортных в частности.

Теоретическим базисом для разработки региональных пассажирских автотранспортных систем послужили работы [2, 3, 4, 5, 6], в которых приведена общая характеристика единой транспортной системы страны, составных её частей, в том числе автомобильного транспорта. Отмечается, что в состав транспортной системы входят транспортная инфраструктура, предприятия транспорта, осуществляющие перевозочную деятельность, а также деятельность по поддержанию подвижного состава в исправном техническом состоянии, подвижной состав, научные и образовательные организации. С учётом этого приводятся определения транспортной системы. Упоминается региональный транспорт, предназначенный для удовлетворения потребностей производства в регионе. Объединяющим фактором перечисленных публикаций является наличие в них предпосылок к формированию экономических и социальных основ автотранспортных систем страны.

В работе [5] приводится более полное определение единой транспортной системы, в ней, дополнительно к выше отмеченной структуре, упоминаются средства управления и связи, производственные взаимоотношения между субъектами транспорта. Отмечается, что транспортный комплекс состоит из двух основных частей: первая часть предназначена для удовлетворения общественных потребностей в перемещениях; вторая – для технологических потребностей хозяйствующих субъектов, у которых транспортная деятельность не является основной. Приводятся актуальные в настоящее время определения понятий «технология транспортного процесса», «организация транспортного процесса», «управление на транспорте».

В работах [7, 8, 9] исследованы современные информационные автотранспортные технологии, применяемые при проектировании процессов перевозок пассажиров и грузов, организации движения, в том числе в интересах регулярного транспорта, исследовании пассажиропотоков, оценке психофизиологического состояния водительского состава. Отмечаются положительное влияние интеллектуальных транспортных систем на качество транспортного процесса, сложившиеся трудности и противоречия. Объединение пассажирских и грузовых перевозок выполнено на основе влияния этих видов перевозок на валовые региональные продукты регионов страны.

В работе [1] исследованы современные модели взаимодействия субъектов пассажирского автомобильного транспорта. Отмечается необходимость преодоления сложившегося ещё в 90-х годах многообразия методик управления автотранспортным комплексом. Доказана перспективность применения Бруто-модели во взаимоотношениях организаторов транспортного процесса и транспортных операторов.

В работе [10] изложены современные методы управления качеством перевозок пассажиров автомобильным транспортом с использованием положений теории квалиметрии и складывающейся системы государственного регулирования.

Многочисленные работы посвящены технической эксплуатации автомобилей. Отметим в

этой связи работу [9], в которой дана методология адаптации автосервисной деятельности к современным условиям с учётом особенностей автотранспортного комплекса региона.

Проблема подготовки специалистов для автотранспортных комплексов регионов изучена в работе [11, 12]. Отмечается недостаточное количество подготавливаемых специалистов, кризисное состояние региональных систем высшего автотранспортного образования. Выявлено, что развитие образования должно опираться не только на потребности отрасли автомобильного транспорта, но и на потребности хозяйствующих субъектов другой хозяйственной направленности.

Работа¹ посвящена развитию организации и технологии пассажирских перевозок. Существует работа, в которой изложены основные положения современной теории пассажирских автомобильных перевозок². Работа [13] посвящена перевозке организованных групп детей в междугороднем сообщении, обеспечивающих безопасность транспортного процесса. Доказана необходимость учёта возраста перевозимых детей и корректировки в этой связи режимов труда и отдыха водителей.

Часть работ [14, 15, 16] направлена на изучение транспортного поведения населения городских агломераций, распределение транспортных корреспонденций по длине маршрутов, времени суток. Сформулировано понятие транспортной системы индивидуального поведения с учётом временных и пространственных характеристик и особенностей агломераций.

В работах [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 12, 25] рассматриваются положения, касающиеся системы оценки региональных автотранспортных систем по показателям безопасности дорожного движения на основе применения положений энтропийного анализа. В результате появилась возможность оценки соотношения двух основных характеристик случайного процесса – детерминированной и стохастической. Такое соотношение характеризует степень управляемости случайным процессом. Этот подход может быть применён к оценке управляемости в региональной пассажирской автотранспортной системе.

¹ Ларин О.Н., Моононхуу Ц., Баасан С., Оюунгарав А. Анализ данных при планировании перевозок // Интеллектуальные транспортные системы. Материалы II Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 238–242.

² Якунина Н.В. Методика повышения качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом на регулярных маршрутах: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.10. Оренб. государственный университет, Оренбург. 2015. 438 с. утв. 31.03.2016

В рамках статьи нельзя осветить все направления исследований, изученные модели и применяемые методы, однако можно утверждать о создании научного задела для изучения на его базе региональных пассажирских автотранспортных систем (РПАТС).

Постановка задачи исследования региональных пассажирских автотранспортных систем. Выполненный аналитический обзор позволил сформулировать определение изучаемой системы. Региональная пассажирская автотранспортная система – это совокупность материальных объектов, субъектов, методов их взаимодействия, соответствующая принципам необходимости и достаточности, обеспечивающая полное удовлетворение потребностей населения в перемещениях в пределах региона и муниципальных образований на его территории, устойчивое развитие в условиях изменений внешних по отношению к ней факторов.

На рисунке 1 приведена схема региональной пассажирской автотранспортной системы (РПАТС). Структурными частями этой системы являются: транспортная инфраструктура региона и муниципальных образований на его территории – совокупность всех видов пассажирского транспорта и пассажирских транспортных структур, деятельность которых направлена на создание благоприятных условий функционирования РПАТС; автотранспортные предприятия, перевозчики, автотранспортные службы хозяйствующих субъектов – организации, осуществляющие пассажирские перевозки автомобильным транспортом, а также хранение, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, и их хозяйственные подразделения, физические или юридические лица, выполняющие функцию по транспортировке пассажиров; автотранспортные информационные системы – системы, использующие инновационные разработки в моделировании РПАТС и регулировании автотранспортных потоков, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающая уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными автотранспортными системами; субъекты организации, контроля и управления РПАТС – государственные региональные и местные органы, осуществляющие надзор, контроль и управление элементами РПАТС; сервисные автотранспортные службы – предприятия и организации, реализующие мероприятия по техобслуживанию, текущему, восстановительному

и капитальному ремонту автотранспорта, а также по установке на него дополнительного оборудования; пользователи РПАТС – физические и юридические лица и организации различного уровня, которым представляются услуги в рамках РПАТС; система подготовки кадров, научного сопровождения и инновационного развития РПАТС – совокупности элементов, обеспечивающих бесперебойное и эффективное функционирование РПАТС. В схеме приведена структура первого уровня. Каждая из данных структурных частей образует соответствующую подсистему.

РПАТС существует и развивается в соответствии с нормативной базой эксплуатации автомобильного транспорта. Её общее состояние, характеристики структурных частей и эффективность их действия зависят от многих факторов, которые обобщённо названы социально-экономическим состоянием региона. В качестве показателя эффективности системы использован показатель уровня её самоорганизации, основанный на соотношении вклада стохастической и детерминированной частей в удовлетворение транспортного спроса.

Методика оценки уровня самоорганизации системы основана на определении степени распространённости нормативно-правового регулирования на виды пассажирских перевозок. В случае значительного влияния перевозок отнесены к детерминированной части, в случае не значительного – к стохастической.

Нормативная база в сфере эксплуатации автомобильного транспорта представлена законодательными актами федерального, регионального, муниципального уровней, а также локальными актами хозяйствующих субъектов. Все уровни законодательных актов носят подчинённый характер в отношении законодательных актов федерального уровня, поэтому в качестве основных документов рассмотрены пять федеральных законов: федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения»; федеральный закон от 13 июля 2015 г. N 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»; федеральный закон от 08.11.2007 N 259-ФЗ «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта»; федеральный закон от 4 мая 2011 г. N 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»; федеральный закон от



Рисунок 1 – Схема региональной пассажирской автотранспортной системы
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Scheme of the regional passenger motor transport system
Source: compiled by the authors.

29 декабря 2022 года № 580-ФЗ «Об организации перевозок пассажиров и багажа легковым такси в Российской Федерации, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений законо-

дательных актов Российской Федерации». В таблице приведены основные федеральные законы в сфере эксплуатации автомобильного транспорта и их распространённость на виды перевозок пассажиров.

Таблица
Основные федеральные законы в сфере эксплуатации автомобильного транспорта
и их распространённость на виды перевозок пассажиров
Источник: составлено авторами.

Table
The main federal laws in the field of operation of road transport
and their prevalence on the types of passenger transportation
Source: compiled by the authors.

№ п/п	Обозначение федерального закона	Вид перевозок пассажиров					
		$A_{б.рег.}$	$A_{б.зак.}$	$A_{б.хс.}$	$Л_{т.}$	$Л_{хс.}$	$Л_{гр.}$
1	196-ФЗ	да	да	да	да	да	да
2	220-ФЗ	да	нет	нет	нет	нет	нет
3	259-ФЗ	да	да	нет	да	нет	нет
4	99-ФЗ	да	да	да	нет	нет	нет
5	580-ФЗ	нет	нет	нет	да	нет	нет

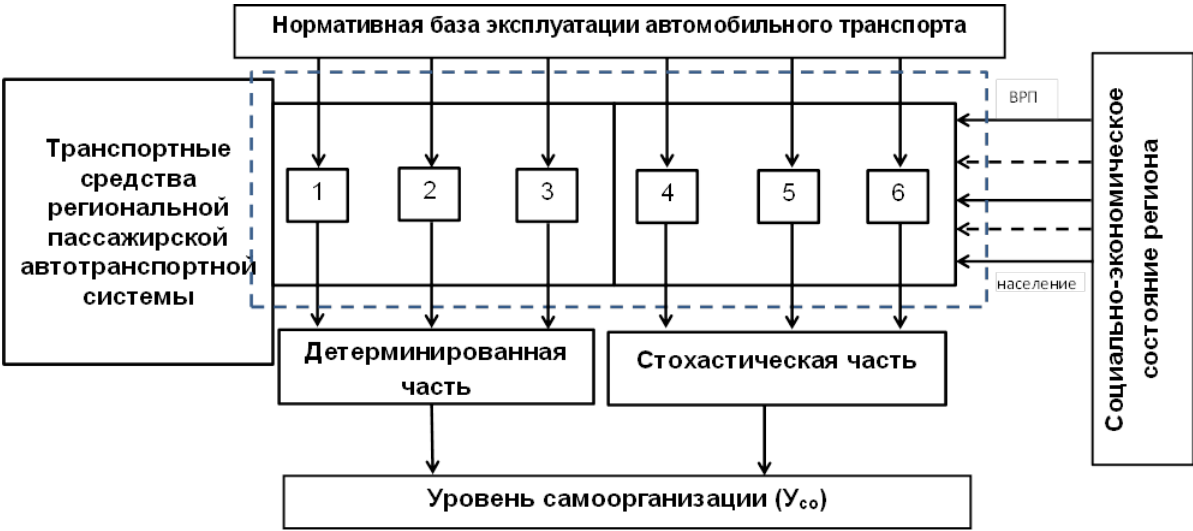


Рисунок 2 – Схема принадлежности категорий транспортных средств
детерминированной и стохастической частей
Источник: составлено авторами.

Figure2–Scheme of belonging to the categories of vehicles to deterministic and stochastic parts
Source: compiled by the authors.

В таблице применены обозначения: $A_{б.рег.}$ – перевозки автобусами, троллейбусами, трамваями по регулярным маршрутам; $A_{б.зак.}$ – перевозки автобусами, работающими по заказам; $A_{б.хс.}$ – перевозки автобусами, принадлежащими хозяйствующим субъектам, с использованием которых удовлетворяются их транспортные потребности; $Л_{т.}$ – перевозки легковыми такси; $Л_{хс.}$ – перевозки легковыми автомобилями, принадлежащими хозяйствующим субъектам, с использованием которых удовлетворяются их транспортные потребности; $Л_{гр.}$ – перевозки

легковыми автомобилями, принадлежащими гражданам, на которых удовлетворяются их транспортные потребности. Слово «да» означает распространение действия федерального закона, слово «нет» означает не распространение федерального закона.
Анализ данных таблицы свидетельствует о том, что нормативная база регулирует перевозки пассажиров всеми видами подвижного состава. Однако степень такого регулирования различна. Наибольшее регулирование отмечается при перевозках пассажиров автобусами.

Такие перевозки отнесены к детерминированной части. Наименьшее регулирование – при перевозках легковыми автомобилями, принадлежащими гражданам, на которых удовлетворяются их транспортные потребности, а также легковыми автомобилями, принадлежащими хозяйствующим субъектам, с использованием которых удовлетворяются их транспортные потребности. Такие перевозки осуществляются по индивидуальным маршрутам. По такому же типу маршрутов выполняются перевозки пассажиров легковыми такси. На этом основании такие перевозки отнесены к стохастической части.

Основываясь на результатах анализа, можно утверждать, что перевозки пассажиров автомобильным транспортом совершаются в рамках одной из двух конкурирующих частей. Соотношение количественных показателей этих частей отражает уровень самоорганизации РПАТС. В качестве количественных показателей принято количество подвижного состава в регионе, осуществляющего приведённые виды перевозок. На рисунке 2 приведена схема принадлежности категорий транспортных средств детерминированной и стохастической частей.

На рисунке обозначены: 1 – количество автобусов, троллейбусов, трамваев в регионе, осуществляющих перевозки по регулярным маршрутам ($K_{аб.рег.}$); 2 – количество автобусов в регионе, работающих по заказам ($K_{аб.зак.}$); 3 – количество автобусов в регионе, принадлежащих хозяйствующим субъектам, с использованием которых удовлетворяются их транспортные потребности ($K_{аб.хс.}$); 4 – количество легковых такси в регионе ($K_{лт.}$); 5 – количество легковых автомобилей, принадлежащих хозяйствующим субъектам, с использованием которых удовлетворяются их транспортные потребности ($K_{л.хс.}$); 6 – количество легковых автомобилей в регионе, принадлежащих гражданам, на которых удовлетворяются их транспортные потребности ($K_{л.гр.}$).

Основываясь на приведённых доводах, можно утверждать, что количество $K_{пасс.}$ подвижного состава в региональной пассажирской автотранспортной системе будет включать две основные группы. Детерминированная часть объединяет парк $K_{дет.}$ автобусов, троллейбусов и трамваев. Стохастическая часть объединяет парк $K_{ст.}$ легковых автомобилей.

$$K_{пасс.} = K_{дет.} + K_{ст.}, \quad (1)$$

$$K_{дет.} = K_{аб.рег.} + K_{аб.зак.} + K_{аб.хс.}, \quad (2)$$

$$K_{ст.} = K_{лт.} + K_{л.хс.} + K_{л.гр.}, \quad (3)$$

$$K_{пасс.} = K_{аб.рег.} + K_{аб.зак.} + K_{аб.хс.} + K_{лт.} + K_{л.гр.}, \quad (4)$$

Уровень самоорганизации определяют по формуле

$$Y_{co} = \frac{K_{ст.}}{K_{дет.}}, \quad (5)$$

Информационной базой для определения Y_{co} являются открытые базы о пассажирских автотранспортных средствах в регионах, например Реестр муниципальных маршрутов городов, Реестр межмуниципальных маршрутов регулярных перевозок и официальный сайт Росстата.

С учётом структурных частей системы математическая формулировка уровня самоорганизации Y_{co} отражена зависимостью

$$Y_{co} = A_I \Phi_I + A_{II} \Phi_{II} + A_{III} \Phi_{III} + A_{IV} \Phi_{IV} + A_V \Phi_V + A_{VI} \Phi_{VI} + A_{VII} \Phi_{VII}, \quad (6)$$

где $A_I \dots A_{VII}$ – весовые коэффициенты значимости структурных частей региональной пассажирской автотранспортной системы;

$\Phi_I \dots \Phi_{VII}$ – обобщённая количественная характеристика структурных частей региональной пассажирской автотранспортной системы, согласно пояснениям к рисунку 1.

Целевая функция показателя Y_{co} состоит в установлении его оптимальных значений с учётом особенностей региона. Зависимостью (6) и сформулированной целевой функцией в общем виде сформулирована задача дальнейших исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первые результаты оценивания состояния РПАТС приведены на рисунках 3, 4, 5, 6. В них содержатся установленные зависимости количества автобусов и легковых автомобилей в субъектах РФ от валовых региональных продуктов (ВРП) и численности населения.

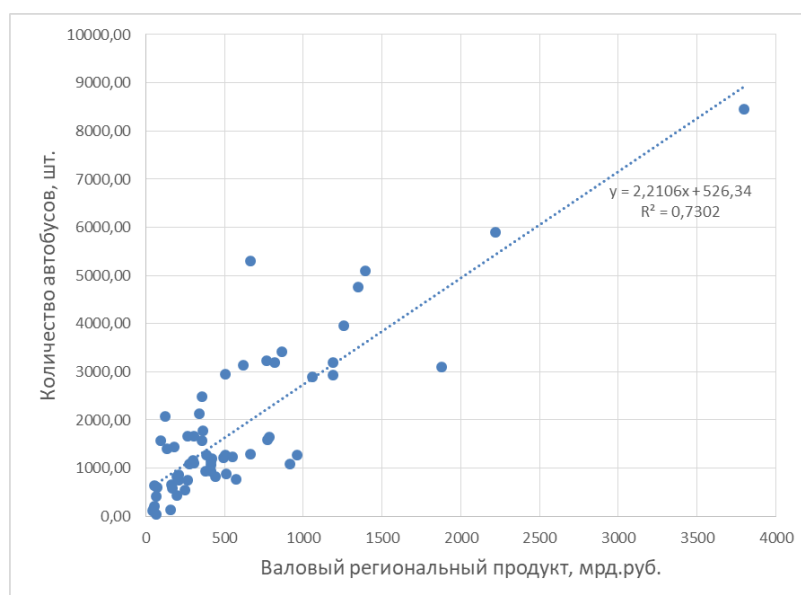


Рисунок 3 – Зависимость количества автобусов по субъектам Российской Федерации от ВРП
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Dependence of the number of buses in the constituent entities of the Russian Federation on GRP
Source: compiled by the authors.

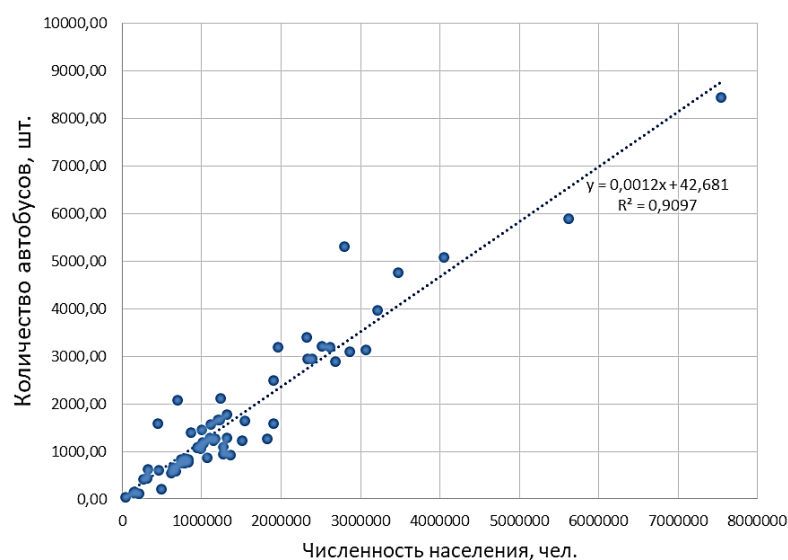


Рисунок 4 – Зависимость количества автобусов по субъектам Российской Федерации от населения
Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Dependence of the number of buses in the constituent entities of the Russian Federation on the population
Source: compiled by the authors.

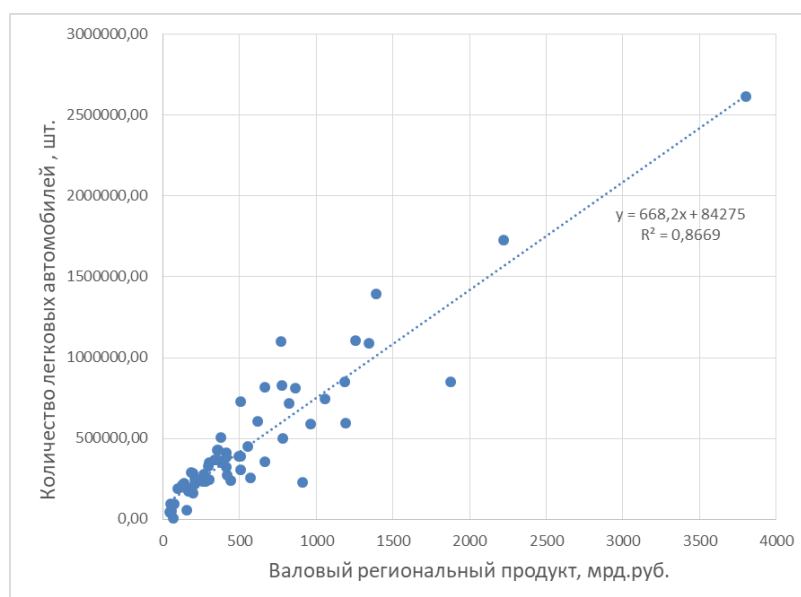


Рисунок 5 – Зависимость количества легковых автомобилей по субъектам Российской Федерации от ВРП
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Dependence of the number of passenger cars in the constituent entities of the Russian Federation on GRP
Source: compiled by the authors.

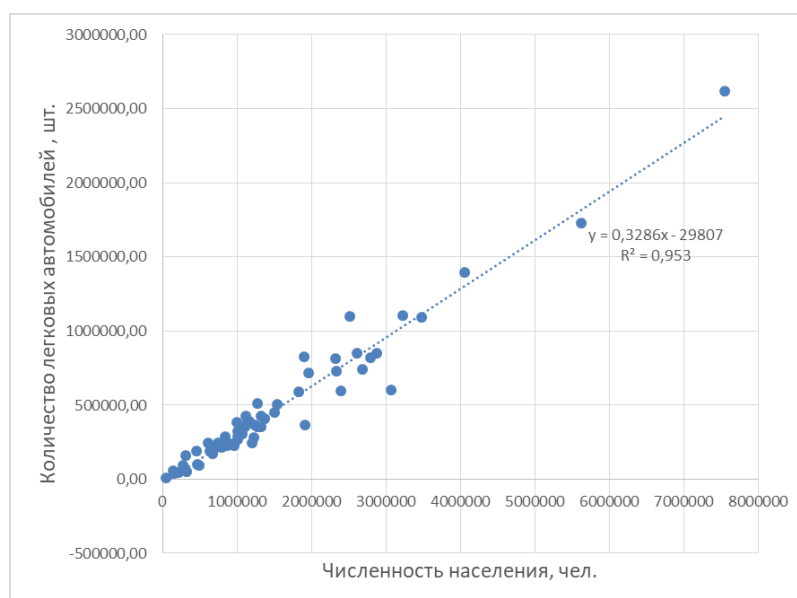


Рисунок 6 – Зависимость количества легковых автомобилей по субъектам Российской Федерации от населения
Источник: составлено авторами.

Figure 6 – Dependence of the number of cars in the constituent entities of the Russian Federation on the population
Source: compiled by the authors.

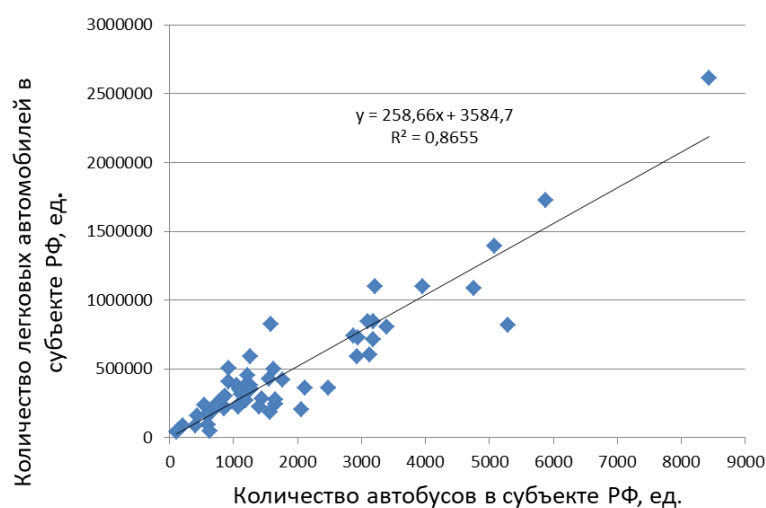


Рисунок 7 – Зависимость количества легковых автомобилей от количества автобусов в субъектах РФ
Источник: составлено авторами.

Figure 7 – Dependence of the number of cars on the number of buses in the constituent entities of the Russian Federation
Source: compiled by the authors.

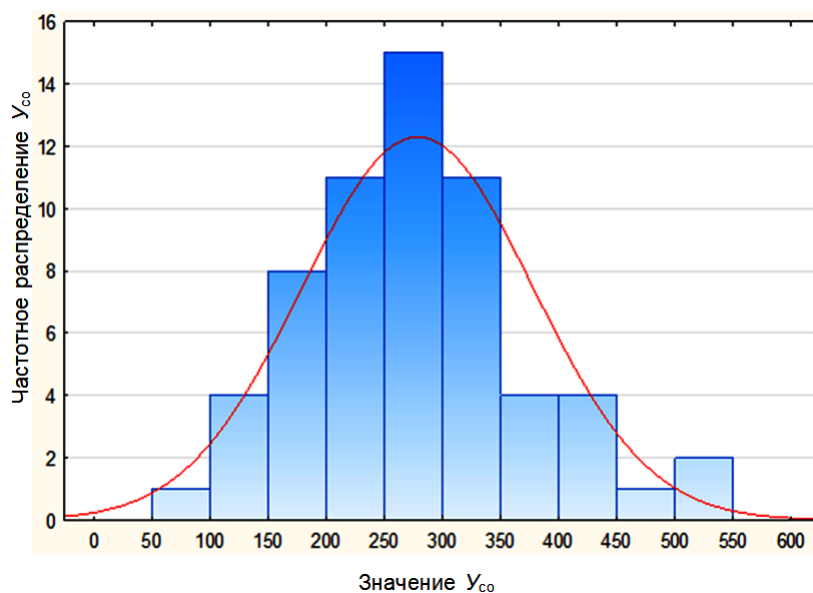


Рисунок 8 – Частотное распределение показателя Y_{∞} в регионах страны
Источник: составлено авторами.

Figure 8 – Dependence of the number of cars on the number of buses in the constituent entities of the Russian Federation
Source: compiled by the authors.

На рисунке 7 приведена зависимость количества легковых автомобилей от количества автобусов в регионах. Установленные зависимости имеют высокую степень верификации и указывают на высокую связь исследуемых видов подвижного состава с социально-экономическим состоянием регионов и количеством населения в них.

Рисунок 8 информирует о частотном распределении показателя Y_{∞} в регионах страны. Распределение подчинено нормальному закону. Минимальное значение показателя Y_{∞} составило 74, наибольшее – 543, при математическом ожидании – 277 легковых автомобилей на один автобус.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимым условием изучения современного состояния организации и технологии перевозок пассажиров автомобильным транспортом стала необходимость локализации изучения в рамках определённой системы. Введённое понятие региональной пассажирской автотранспортной системы является платформой, на базе которой появилась возможность системного рассмотрения современного состояния отрасли, определения эффективных путей её развития с учётом социально-экономического состояния регионов и количества населения в нём. Рассмотрение системы в рамках настоящей статьи следует отнести к уровню постановки задач дальнейшего исследования.

Региональный уровень системы имеет достаточно развитую и доступную информационную базу для определения её состояния и установления количественных характеристик. Разработанная методика количественной оценки базируется на энтропийном подходе, позволяющем определить уровень самоорганизации системы и относящим способы удовлетворения транспортного спроса к детерминированной или стохастической частям. Математическая формулировка уровня самоорганизации проста, что является её достоинством. Этот показатель определяется отношением количества легковых автомобилей к количеству автобусов, троллейбусов и трамваев в регионе. Значения показателей для регионов страны находятся в пределах от 74 до 543 при среднем значении 277. Это свидетельствует о различной развитости структурных частей РПАТС, в том числе об эффективности системы управления.

Первые результаты исследования системы позволили выявить высокое влияние валовых региональных продуктов и количества населения в регионах на количество автобусов и легковых автомобилей в них.

Практическая значимость состоит в дальнейшей разработке инструментария оценки состояния региональных пассажирских автотранспортных систем.

Направления дальнейших исследований связаны с определением влияния структурных частей на уровень самоорганизации системы, построением на этой основе эффективных региональных стратегий развития пассажирского автомобильного транспорта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Любимов И.И., Якунин Н.Н., Якунина Н.В. Анализ моделей взаимодействия субъектов пассажирских автомобильных перевозок // Вестник СибАДИ. 2022;19(6):878–889. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-878-889>.

2. Клепцова Л.Н., Желтышев В.Б., Подчалина М.К. Контроллинг-подход к совершенствованию логистической системы региональных междугородных пассажирских автоперевозок // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 6 (82). С. 159–162.

3. Макарова И.В., Мавляутинова Г.Р., Мухаметдинов Э.М., Габсалихова Л.М. Перспективы создания единого транспортного пространства России за счет совершенствования системы автомобильных перевозок // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 3-2 (78). С. 133–142. DOI: 10.33979/2073-7432-2022-2(78)-3-133-142.

4. Волчок Ю.Г. О перспективах формирования системы управления единым транспортным пространством евразийского экономического сообщества // Интеграл. 2012. № 4. С. 65–67.

5. Козлов П.А., Тушин Н.А., Колокольников В.С. Проблема организации единой транспортной системы // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2018. № 3. С. 748–755. DOI: 10.25559/SITITO.14.201803.748-755.

6. Комов М.С. Теоретические подходы к интеграции национальных транспортных комплексов в единую транспортную систему интеграционного объединения // Финансовая экономика. 2022. № 3. С. 146–148.

7. Азаренкова З.В. Интермодальные транспортные системы (итс) как единый комплекс // Градостроительство. 2022. № 1-2 (77-78). С. 19–22.

8. Архипов А.Е., Григорьев Е.А. Единая транспортная система России: истоки формирования, тенденции развития, резервы повышения эффективности // Проблемы современной экономики. 2021. № 1 (77). С. 120–123.

9. Феклин Е.В. Оперативное управление системой технического обслуживания и ремонта автобусного парка // Вестник СибАДИ. 2022. 19(4) С.560–568. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-4-560-568>.

10. Якунин Н.Н., Якунина Н.В., Фролов О.Ю., Хасанов И.Х. Методика определения структуры специалистов с автотранспортным образованием в регионе // Вестник СибАДИ. 2022. 19(3). С. 398–410. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-3-398-410>.

11. Якимов М.Р. Подходы к формированию эффективной маршрутной сети крупных городов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2022. № 3 (55). С. 107–113.

12. Say V., Gorelova D., Yakimov M. Economic and mathematical model of substantiation of organizational network elements. Transportation Research Procedia. 12. Сер. "12th International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability, TITDS 2021" 2022. С. 36-45.

13. Янучкова О.Е. Повышение безопасности дорожного движения в условиях профессионального подбора водителей с учетом психофизиологических качеств // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2022. № 6. С. 135–145, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-6-135>.

14. Агуреев И.Е., Ахромешин А.В. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций // Интеллект.

Инновации. Инвестиции. 2021. № 2. С. 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60.

15. Солодкий А.И. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. Новый этап // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2020. № 6. С. 10–19. DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-10.

16. Фадеев А.И., Ильянков А.М., Укадеров В.В. Распределение корреспонденций по сети в задачах проектирования перевозок городским пассажирским транспортом общего пользования // Вестник СибАДИ. 2023. 20(3). С.362–386. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-3-362-386>.

17. Петров С.А., Евтюков А.И. Концептуальные смыслы энтропийного анализа состояния безопасности дорожного движения в разномасштабных автотранспортных системах // Мир транспорта и технологических машин. 2022 №3 – 4(78). С. 55-62. doi:10.33979/2073-7432-2022-4(78)-3-55-62.

18. Петров А. И. Энтропия системного управления безопасностью дорожного движения: методика и практика использования // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 4. С. 72–82.

19. Dahim M. Enhancing the development of sustainable modes of transportation in developing countries: Challenges and opportunities. *Civil Engineering Journal (Iran)*. 2021; 7(12): 2030-2042.

20. Olowosegun A., Moyo D., Gopinath D. Multicriteria evaluation of the quality of service of informal public transport: An empirical evidence from Ibadan, Nigeria. *Case Studies on Transport Policy* 2021; 9 (4):1518-1530.

21. Ivanova N.A., Chirikanova E.A., Ulitskaya N.M., Dvoryanchikova A.A. Digital Transportation Technologies for Formation of Bus Routes in the Conditions of a Megapolis. *Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex*, TIRVED 2021 - Conference Proceedings.

22. Oveshnikova L.V., Sibirskaya E.V., Slepneva G.D., Lebedinskaya O.G. (2021). Spatio-temporal analysis of the development of the transport system: Russian and foreign experience. *IBIMA Business Review* 2020,515342.

23. Rohit M.H. An IoT based System for Public Transport Surveillance using real-Time Data Analysis and Computer Vision. Proceedings of 2020 3rd International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications, ICAECC 2020 9339485.

24. Ke X., Lin J.Y., Fu C., Wang Y. Transport infrastructure development and economic growth in China: Recent evidence from dynamic panel system-GMM analysis. *Sustainability (Switzerland)*. 2020; 12(14): 5618.

25. Taylor Z., Ciechański A. Ownership transformation and fdi among national carriers operating road passenger transport services in the visegrád group (V4) Countries. *Geografický Casopis*. 2020; 72(1): 81-102.

REFERENCES

1. Lyubimov I.I., Yakunin N.N., Yakunina N.V. Analysis for models of interaction between road passenger transport operators. *The Russian Automobile*

and Highway Industry Journal. 2022;19(6):878-889. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-6-878-889>

2. Klepcova L.N., Zheltyshev V.B., Podchalina M.K. Kontrollingovyj podhod k sovershenstvovaniyu logisticheskoy sistemy regional'nyh mezhdugorodnyh passazhirskih [Controlling approach to improving the logistics system of regional intercity passenger road transportation]. *Vestnik kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*. 2010;6 (82):159-162. (in Russ.)

3. Makarova I.V., Mavlajutdinova G.R., Muhametdinov Je.M., Gabsaliova L.M. Perspektivy sozdaniya edinogo transportnogo prostranstva Rossii za schet sovershenstvovaniya sistemy avtomobil'nyh perevozok [Prospects for creating a common transport space in russia by improving the system of road transportation]. *World of transport and technological machines*. 2022; 3-2 (78):133-142. (in Russ.) DOI:10.33979/2073-7432-2022-2(78)-3-133-142

4. Volchok Ju.G. O perspektivah formirovaniya sistemy upravleniya edinyim transportnym prostranstvom evrazijskogo jekonomicheskogo soobshhestva [On the prospects for the formation of a management system for the common transport space of the Eurasian economic community]. *Integral*. 2012;4: 65-67. (in Russ.)

5. Kozlov P.A., Tushin N.A., Kolokol'nikov V.S. Problema organizacii edinoj transportnoj sistemy [Problem of common transport system organization]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie*. 2018; 3: 748 – 755. (in Russ.) DOI: 10.25559/SITITO.14.201803.748-755

6. Komov M.S. Teoreticheskie podhody k integracii nacional'nyh transportnyh kompleksov v edinuju transportnuju sistemu integracionnogo ob'edinenija [Theoretical approaches to the integration of national transport complexes into a unified transport system of the integration association]. *Finansovaja jekonomika*. 2022; 3:146-148. (in Russ.)

7. Azarenkova Z.V. Intermodal'nye transportnye sistemy (its) kak edinyj kompleks [Intermodal transport systems (ITS) as a single complex]. *Gradostroitel'stvo*. 2022; 1-2 (77-78): 19-22. (in Russ.)

8. Arhipov A.E., Grigor'ev E.A. Edinaja transportnaja sistema rossii: istoki formirovaniya, tendencii razvitiya, rezervy povysheniya jeffektivnosti [Unified transport system of Russia: origins of formation, development trends, reserves for increasing efficiency]. *Problemy sovremennoj jekonomiki*. 2021;1 (77):120-123. (in Russ.)

9. Feklin E.V. Operational management of the bus fleet maintenance and repair system. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022;19(4):560-568. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-4-560-568>

10. Yakunin N.N., Yakunina N.V., Frolov O.Yu., Khasanov I.K. Determination method for structuring specialists skilled in motor transport in the region. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022;19(3):398-410. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-3-398-410>

11. Jakimov M.R. Podhody k formirovaniyu jeffektivnoj marshrutnoj seti krupnyh gorodov [Approaches to the formation of an effective route network in large cit-

ies]. *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshheniya*. 2022;3 (55):107-113. (in Russ.)

12. Say V., Gorelova D., Yakimov M. Economic and mathematical model of substantiation of organizational network elements. *Transportation Research Procedia*. 12. Sep. «12th International Conference on Transport Infrastructure: Territory Development and Sustainability, TITDS 2021» 2022. C. 36-45.

13. Januchkova O.E. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v usloviyah professional'nogo podbora voditelej s uchetom psihofiziologicheskikh kachestv [Improving road safety in the context of professional selection of drivers taking into account psychophysiological qualities]. *Intellekt. Innovacii. Investicii*. 2022; 6: 135–145. (in Russ.) <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-6-135>.

14. Agureev, I. E., Akhromeshin, A. V. (2021) [Approaches to formalizing the concept of transport behavior of the population of urban agglomerations]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60.

15. Solodkij A.I. Razvitie intellektual'nyh transportnyh sistem v Rossii: problemy i puti ih resheniya. Novyj jetap [Development of intelligent transport systems in Russia: problems and ways to solve them. New stage]. *Intellekt. Innovacii. Investicii*. 2020; 6:10–19. (in Russ.) DOI: 10.25198/2077-7175-2020-6-10.

16. Fadeev A.I., Iliankov A.M., Ukaderov V.V. Correspondence distribution over a network in designing public urban passenger transportation tasks. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2023;20(3):362-386. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-3-362-386>. EDN: YNNWNU

17. Petrov S.A. Evtjukov A.I. Konceptual'nye smysly jentropijnogo analiza sostojaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v raznomasshtabnyh avtotransportnyh sistemah [Conceptual meanings of entropy analysis of the state of road safety in multi-scale road transport systems]. *World of transport and technological machines*. 2022; 3 – 4(78): 55-62. doi:10.33979/2073-7432-2022-4(78)-3-55-62. (in Russ.)

18. Petrov A. I. Jentropija sistemnogo upravleniya bezopasnost'ju dorozhnogo dvizheniya: metodika i praktika ispol'zovaniya [Entropy of systemic road safety management: methodology and practice of use]. *Intellekt. Innovacii. Investicii*. 2023; 4: 72 – 82. (in Russ.)

19. Dahim M. Enhancing the development of sustainable modes of transportation in developing countries: Challenges and opportunities. *Civil Engineering Journal (Iran)*. 2021; 7(12): 2030-2042.

20. Olowosegun A., Moyo D., Gopinath D. Multi-criteria evaluation of the quality of service of informal public transport: An empirical evidence from Ibadan, Nigeria. *Case Studies on Transport Policy* 2021; 9 (4):1518-1530.

21. Ivanova N.A., Chirikanova E.A., Ulitskaya N.M., Dvoryanchikova A.A. Digital Transportation Technologies for Formation of Bus Routes in the Conditions of a Megapolis. *Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2021 - Conference Proceedings*.

22. Oveshnikova L.V., Sibirskaya E.V., Slepneva G.D., Lebedinskaya O.G. (2021). Spatio-temporal

analysis of the development of the transport system: Russian and foreign experience. *IBIMA Business Review* 2020,515342.

23. Rohit M.H. An IoT based System for Public Transport Surveillance using real-Time Data Analysis and Computer Vision. *Proceedings of 2020 3rd International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications, ICAECC 2020* 9339485.

24. Ke X., Lin J.Y., Fu C., Wang Y. Transport infrastructure development and economic growth in China: Recent evidence from dynamic panel system-GMM analysis. *Sustainability (Switzerland)*. 2020; 12(14): 5618.

25. Taylor Z., Ciechański A. Ownership transformation and fdi among national carriers operating road passenger transport services in the visegrAd group (V4) Countries. *Geograficky Casopis*. 2020; 72(1): 81-102.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Якунина Н. В. Сбор данных.

Якунин Н.Н. Составление статьи, окончательное утверждение версии для публикации, итоговая переработка статьи.

Любимов И. И. Концепция и дизайн работы, анализ и интерпретация данных, составление статьи, итоговая переработка статьи.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Natalia N. Yakunina . Data collection.

Nikolai N. Yakunin. Drafting the article; Final approval of the version for publication, final revision of the article.

Igor I. Lyubimov. Concept or design of the work; analysis and interpretation of the data; drafting of the article, final revision of the article.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Якунин Николай Николаевич – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автомобильного транспорта, член-эксперт Общественного совета при Министерстве транспорта Российской Федерации, SPIN-код: 7171-9493.

Якунина Наталья Владимировна – д-р техн. наук, доц., проф. кафедры автомобильного транспорта, SPIN-код: 8344-8385.

Любимов Игорь Ильич – канд. техн. наук., доц., доц. кафедры автомобильного транспорта, SPIN-код: 4217-9610.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nikolai N. Yakunin – Dr. of Sci., Professor, Head of the Motor Transport Department, expert-member of the Public Council under the Ministry of Transport of the Russian Federation, Orenburg State University, SPIN-код: 7171-9493.

Natalia V. Yakunina – Dr. of Sci., Associate Professor, Professor of the Motor Transport Department, Orenburg State University, SPIN-код: 8344-8385.

Igor I. Lyubimov – Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Motor Transport Department, Orenburg State University, SPIN-код: 4217-9610.