

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ КОЛИЧЕСТВА ЕДИНИЦ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ВАЛОВЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

И. И. Любимов¹, Н. Н. Якунин², Н. В. Якунина³

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

¹ e-mail: lyubimovii@gmail.com

² e-mail: yakunin-n@yandex.ru

³ e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Ш. М. Минатуллаев⁴

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, Махачкала, Россия

⁴ e-mail: interpoll199@mail.ru

Аннотация. *Пассажирский автомобильный транспорт играет большую роль в функционировании государства. Данный тезис можно обосновать тем, что пассажирский автомобильный транспорт выполняет важную социальную задачу – перевозку пассажиров. Пассажирский автомобильный транспорт в полной мере интегрирован в транспортную систему страны и её субъектов. В статье рассмотрены три основных вида деятельности, в которых задействован пассажирский автомобильный транспорт. К первому виду авторы относят коммерческую перевозку пассажиров, ко второму – перевозку пассажиров для собственных нужд предприятия-перевозчика и к третьему – использование пассажирского автомобильного транспорта как средства индивидуальной мобильности. Если рассматривать эти группы с точки зрения открытости информации по ним в различных базах данных, то первый вид деятельности является наиболее информативным, а второй и третий – наименее информативны.*

В настоящее время отсутствует инструментарий качественной и количественной оценки влияния пассажирского автомобильного транспорта на валовые региональные продукты (ВРП) и их составные части. Это приводит к неадекватным реакциям в системе управления, например, в сфере перевозок пассажиров. Повышение обоснованности развития систем пассажирского автомобильного транспорта за счёт повышения точности оценки его влияния на социально-экономическое развитие регионов представляет собой актуальную научную и практическую задачу.

Рабочая гипотеза заключается в том, что пассажирский автомобильный транспорт является одним из ключевых факторов, влияющих на развитие субъектов РФ. Нахождение взаимосвязей влияния пассажирского автомобильного транспорта на ВРП и их составные части позволит создать понятный и информативный инструмент для оценки социально-экономического состояния субъекта. Выявление таких взаимосвязей необходимо осуществить с учётом способов перемещения трудовых ресурсов: с использованием регулярных перевозок и с использованием индивидуального транспорта.

В работе использованы методы системного анализа, математической статистики, в частности корреляционного и регрессионного анализа. При анализе данных и обработке результатов авторы использовали открытые информационные базы данных.

Целью работы является создание теоретических предпосылок для аналитической платформы управления структурой парка пассажирских автотранспортных средств в регионах.

Научная новизна исследования заключается в выявленной связи между количеством пассажирских автотранспортных средств и валовыми региональными продуктами субъектов Российской Федерации (коэффициенты корреляции от 0.57 до 0.79), а также частями валовых региональных продуктов по отраслям (коэффициенты корреляции от 0.07 до 0.9). Впервые предложен показатель количества условных пассажирских автотранспортных единиц в регионе, дающий интегральную оценку способов пассажирских автотранспортных корреспонденций с учётом категорий и классов автотранспортных средств.

Практическая значимость исследования заключается в создании современного инструмента управления пассажирскими перевозками в субъектах РФ за счёт совершенствования процесса эксплуатации пассажирского автомобильного транспорта и управления количеством, категориями и классами пассажирских автотранспортных средств.

Направления дальнейших исследований состоят в применении приведённой методики к комплексному управлению транспортными системами субъектов РФ.

Ключевые слова: пассажирский автомобильный транспорт, управление, структура, транспортные системы.

Для цитирования: Любимов И. И., Якунин Н. Н., Якунина Н. В., Минатуллаев Ш. М. Результаты исследования взаимосвязи количества единиц подвижного состава пассажирского автомобильного транспорта и валовых региональных продуктов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 6. – С. 88–98, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-6-88>.

THE RESULTS OF THE STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NUMBER OF ROLLING STOCK UNITS OF PASSENGER ROAD TRANSPORT AND GROSS REGIONAL PRODUCTS

I. I. Lyubimov¹, N. N. Yakunin², N. V. Yakunina³

Orenburg State University, Orenburg, Russia

¹ e-mail: lyubimovii@gmail.com

² e-mail: yakunin-n@yandex.ru

³ e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Sh. M. Minatullaev⁴

Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

⁴ e-mail: interpol1199@mail.ru

Abstract. Passenger road transport plays an important role in the functioning of the state. This thesis can be substantiated by the fact that passenger road transport performs an important social task – the transportation of passengers. Passenger road transport is fully integrated into the transport system of the country and its subjects. The article considers three main types of activities in which passenger road transport is involved. The authors refer the commercial transportation of passengers to the first type, the transportation of passengers for the own needs of the carrier company to the second, and the use of passenger road transport as a means of individual mobility to the third. If we consider these groups from the point of view of the openness of information on them in various databases, then the first type of activity is the most informative, and the second and third are the least informative.

Currently, there is no tool for qualitative and quantitative assessment of the impact of passenger road transport on gross regional products (GRP) and their components. This leads to inadequate reactions in the control system, for example in the field of passenger transportation. Increasing the validity of the development of passenger road transport systems by improving the accuracy of assessing its impact on the socio-economic development of regions is an urgent scientific and practical task.

The working hypothesis is that passenger road transport is one of the key factors influencing the development of the subjects of the Russian Federation. Finding the relationship between the qualitative and quantitative assessment of the impact of passenger road transport on GRP and their components will create an understandable and informative tool for assessing the socio-economic condition of the subject in particular, and the country as a whole.

The work uses methods of system analysis, mathematical statistics, in particular, correlation and regression analysis. When analyzing the data and processing the results, the authors used the discovery of information databases.

The aim of the work is to create theoretical prerequisites for an analytical platform for managing the structure of the passenger vehicle fleet in the regions.

The scientific novelty of the study lies in the revealed relationship between the number of passenger vehicles and the gross regional products of the constituent entities of the Russian Federation (correlation coefficients from 0.57 to 0.79), as well as parts of gross regional products by industry (correlation coefficients from 0.07 to 0.9). For the first time, an indicator of the number of conditional passenger motor transport units in the region is proposed, which gives an integral assessment of the methods of passenger motor transport correspondence, taking into account the categories and classes of vehicles.

The practical significance of the study lies in the creation of a modern tool for managing passenger transportation in the constituent entities of the Russian Federation by improving the process of operating passenger road transport and managing the number, categories and classes of passenger vehicles.

Directions for further research are to apply the above methodology to the integrated management of transport systems of the constituent entities of the Russian Federation.

Key words: passenger road transport, management, structure, transport systems.

Cite as: Lyubimov, I. I., Yakunin, N. N., Yakunina, N. V., Minatullaev, Sh. M. (2022) [The results of the study of the relationship between the number of rolling stock units of passenger road transport and gross regional products]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 6, pp. 88–98, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-6-88>.

Введение

Для успешного развития экономики страны и работы различных отраслей экономической деятельности необходимо их надёжное обеспечение и транспортировка рабочей силы. С этой задачей в настоящее время и на далёкую перспективу успешно справляется пассажирский автомобильный транспорт. Пассажирский автомобильный транспорт является неотъемлемой частью экономики¹ и социальной жизни не только Российской Федерации, но и любой другой мировой державы и это утверждение доказано и обосновано многими авторами [1, 2, 3, 4, 22, 25].

Пассажирский автомобильный транспорт входит в общую систему эксплуатации автомобильного транспорта и соответственно подчинён закономерностям этой системы. Эксплуатация пассажирского автомобильного транспорта является хорошо изученной областью науки.

В данной области знаний проведено достаточное количество научных исследований в разрезе влияния пассажирского автомобильного транспорта на автотранспортные системы различных стран, которые рассмотрены в работах авторов [6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 29, 30].

Труды этих авторов составляют общую методологию автотранспортной системы страны, основы взаимодействия автомобильного транспорта с другими видами деятельности.

Проведя углубленный анализ литературных источников по теме работы, можно сделать вывод о том, что проблема, рассматриваемая авторами, является актуальной и существует достаточное количество работ, посвящённых этой проблеме. Но они раскрывают лишь качественные взаимосвязи между пассажирским автомобильным транспортом и ВРП и остаются нераскрытыми их количественные характеристики. Основной причиной слабой изученности таких взаимосвязей является отсутствие инструментария качественной и количественной оценки влияния пассажирского автомобильного

транспорта на валовые региональные продукты (ВРП) и их составные части. Устранению образовавшегося пробела посвящена настоящая статья.

Исходя из проведённого литературного обзора, можно сформулировать научную проблему, решаемую в данной работе и заключающуюся в создании методики и получении на её основе результата в виде выявленных взаимосвязей между пассажирским автомобильным транспортом и ВРП, а также их составных частей.

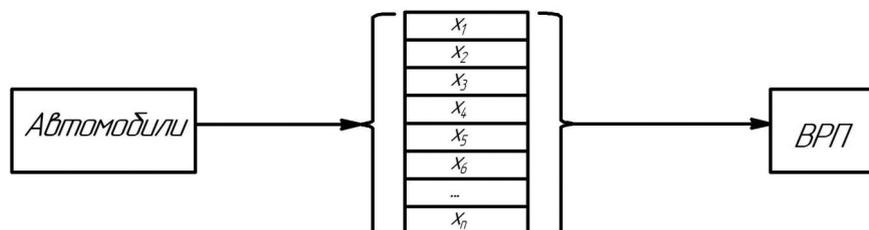
Теоретические исследования

Целью работы является создание теоретических предпосылок для аналитической платформы управления структурой парка пассажирских автотранспортных средств в регионах.

Рабочая гипотеза заключается в том, что пассажирский автомобильный транспорт является одним из ключевых факторов, влияющих на развитие субъектов РФ. Нахождение взаимосвязей влияния пассажирского автомобильного транспорта на ВРП и их составные части позволит создать понятный и информативный инструмент для оценки социально-экономического состояния субъекта. Выявление таких взаимосвязей необходимо осуществить с учётом способов перемещения трудовых ресурсов: с использованием регулярных перевозок и индивидуального транспорта.

В общем виде, взаимосвязи между пассажирским автомобильным транспортом и ВРП, с учётом легковых автомобилей, приведены на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 представлена структура взаимосвязей легковых автомобилей и ВРП, с учётом легковых такси, личного легкового транспорта и легковых автомобилей, используемых предприятиями для внутренних и внешних деловых корреспонденций. Следует отметить, что в данном случае, присутствует опосредованная зависимость между количеством легковых автомобилей и ВРП, через структуру показателей ВРП.



$(x_1 \dots x_n)$ – структурные показатели валового регионального продукта

Рисунок 1. Схема взаимосвязи легковых автомобилей и валового регионального продукта

Источник: разработано авторами

¹ Едовина Т. Большая пробка для мирового океана // Газета «Коммерсантъ» № 53/П от 29.03.2021, с. 2.

На рисунке 2 представлена структура взаимосвязей автобусов и ВРП, с учётом автобусов, используемых в качестве транспорта общего пользования, и автобусов, используемых предприятиями для

собственных нужд. В данном случае, присутствует прямая и опосредованная зависимости между количеством легковых автомобилей и ВРП.

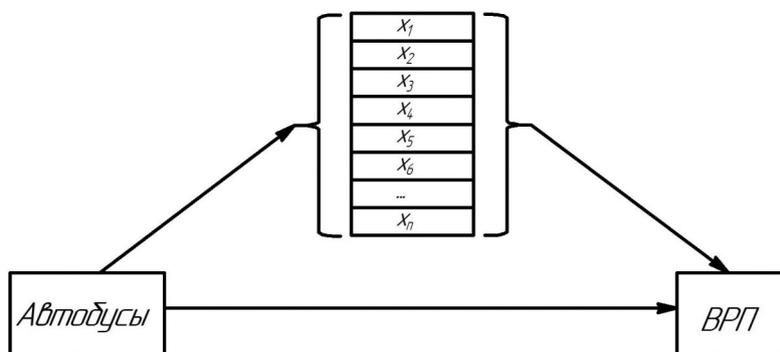


Рисунок 2. Схема взаимосвязи автобусов и валового регионального продукта
Источник: разработано авторами

В работе [1] авторами рассмотрены взаимосвязи грузового автомобильного транспорта и валового регионального продукта. По своей сути влияние грузового и пассажирского транспорта на ВРП схожи – выполнение транспортной работы. Не смотря на это, есть принципиальное отличие в целях перевозок грузовым транспортом и пассажирским, поэтому взаимосвязи, и соответственно влияние, этих видов транспорта на ВРП будет различным. Это различие заключается в структуре взаимосвязей. Так, например, если рассмотреть влияние грузового автомобильного транспорта на добывающую отрасль, то оно небольшое, т.к. в добывающей отрасли ос-

новным производственным транспортом является трубопроводный транспорт. Но если рассмотреть влияние пассажирского транспорта на ту же отрасль, то представляется более значительная и устойчивая взаимосвязь. Это объясняется использованием пассажирского транспорта для удовлетворения собственных нужд добывающей отрасли – перевозка трудовых ресурсов и деловые корреспонденции.

Предположим, что существует связь между ВРП и количеством пассажирских транспортных средств в регионе.

Тогда эту зависимость можно представить в виде

$$N_{\text{ПАТ}} = f(\text{ВРП}, N_{\text{у.п.а.е}}), \text{ ед.}, \quad (1)$$

где

$N_{\text{ПАТ}}$ – количество пассажирских автотранспортных средств в регионе,

$N_{\text{у.п.а.е}}$ – количество условных пассажирских автотранспортных единиц в регионе.

Под условными пассажирскими автотранспортными единицами подразумевается совокупность всех пассажирских автотранспортных средств, включая легковые автомобили и такси.

В статье впервые вводится показатель $N_{\text{у.п.а.е}}$ – количество условных пассажирских автотранспортных единиц в регионе. Исходным посылом для введения этого показателя является предположение, что трудовые ресурсы пребывают к месту своего занятия двумя способами – на автобусах и легковых автомобилях. Значение этого показателя указывает на то, какое количество легковых автомобилей необходимо для того, чтобы их суммарная номинальная пассажироместимости была равна номинальной пассажироместимости одного ав-

тобуса, или, что одно и то же, сколько легковых автомобилей заменяют один автобус по показателю номинальной пассажироместимости. Данный показатель формируется из двух составляющих – количества автобусов и легковых автомобилей. Взаимодействие количества автобусов и легковых автомобилей иллюстрирует рисунок 3. Левая часть графика свидетельствует о том, что все перемещения осуществляются с использованием легковых автомобилей, правая – с использованием автобусов. Эти крайние положения встречаются редко. Соотношение количества легковых автомобилей и автобусов расположено между этими крайними позициями.

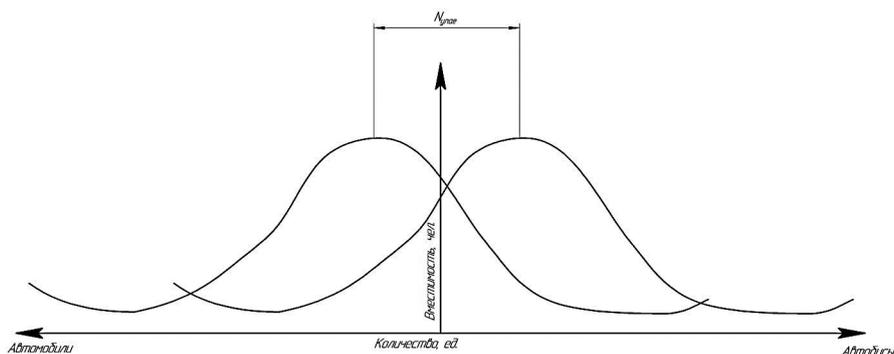


Рисунок 3. Графическая интерпретация показателя $N_{упае}$
 Источник: разработано авторами

Преобразовав с учётом этого выражение (1), получим

$$N_{упае} = f(N_a, N_{л.а.}), \text{ ед.}, \quad (2)$$

где

N_a – количество автобусов, ед.,
 $N_{л.а.}$ – количество легковых автомобилей, ед.

$$N_{упае} = N_a + \frac{N_{л.а.} \cdot q_{vm}^{л.а.}}{q_{vm}^a}, \text{ ед.}, \quad (3)$$

где

$q_{vm}^{л.а.}$ – средняя номинальная вместимость легкового автомобиля, чел.,
 q_{vm}^a – средняя номинальная вместимость автобуса, чел.

Принимаем $q_{vm}^a = 48$; $q_{vm}^{л.а.} = 4$.

Рабочую гипотезу исследования можно представить в виде зависимости между количеством ПАТ

и изменением ВРП в конкретном регионе РФ (4).

Решаем систему уравнений

$$\begin{cases} N_{ПАТ} = f(\text{ВРП}, N_{упае}) \\ N_{упае} = f(N_a, N_{л.а.}) \end{cases} \quad (4)$$

Предположим, что $N_{ПАТ}$, ед., это функция (Y), а ВРП, млрд руб., это зависимая переменная (X), тогда имеем взаимосвязь Y и X . В ходе проведения

экспериментальных исследований было получено выражение (5), описывающее эту взаимосвязь в общем виде:

$$y = 20,95x + 26560,22. \quad (5)$$

Методика исследования сводится к последовательному перебору состоящему из: формирования исходных данных; исследования корреляционных зависимостей между показателями $N_{ПАТ}$, ВРП, $N_{ПАТ}$ и значениями частей ВРП по видам деятельности; интерпретации полученных результатов.

Расчётная часть

Сбор и анализ информации из открытых баз данных – объём пассажирских автомобильных перевозок, количество легковых автомобилей, количество автобусов по субъектам, ВРП и части ВРП по видам деятельности. Наполнение исходной информа-

ции осуществлено с использованием информации Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации с 2014 по 2018 годы.

Была выявлена корреляционная зависимость между показателями $N_{упае}$, ед. и ВРП, млрд руб. Коэффициент корреляции имеет значение, $\rho_{ВРП}^{упае} = 0,79$. Связь этих показателей согласно шкале Чеддока является высокой.

При помощи программы Statistica получено регрессионное уравнение влияния количества пассажирских транспортных средств на структурные показатели валовых региональных продуктов (6):

$$N_{упае} = 3198,516 + 2,784 X_5 + 0,548 X_9 - 3,479 X_{11} + 0,387 X_{16} - 1,638 X_{18} \quad (6)$$

В результате, из выбранных факторов определены наиболее значимые по степени влияния на показатели количества пассажирских автотранспортных средств, которыми являются: X_5 – водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; X_9 – деятельность гостиниц и предприятий обще-

ственного питания; X_{11} – деятельность финансовая и страховая; X_{16} – образование; X_{18} – деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений

В таблице 1 приведены качественные и количественные характеристики результатов корреляционного анализа по структурным частям ВРП.

Таблица 1. Результаты корреляционного анализа по структурным частям ВРП

Обозначения структурных частей ВРП	Коэффициенты корреляции (ρ)			Качественная характеристика связи
	$N_{\text{улае}}$	$N_{\text{а}}$	$N_{\text{л.а}}$	
A	0,44	0,44	0,41	умеренная
B	0,10	0,07	0,09	слабая
C	0,87	0,70	0,86	высокая
D	0,82	0,64	0,81	высокая
E	0,90	0,76	0,89	высокая
F	0,65	0,53	0,64	заметная
G	0,77	0,59	0,77	высокая
H	0,83	0,66	0,82	высокая
I	0,87	0,77	0,86	высокая
J	0,71	0,53	0,71	высокая
K	0,67	0,47	0,67	заметная
L	0,80	0,63	0,79	высокая
M	0,75	0,57	0,75	высокая
N	0,76	0,60	0,76	высокая
O	0,83	0,66	0,82	высокая
P	0,88	0,73	0,87	высокая
Q	0,88	0,74	0,87	высокая
R	0,81	0,64	0,80	высокая
S	0,79	0,63	0,79	высокая

Источник: разработано авторами

Расшифровка обозначений структуры ВРП:

A – сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство;

B – добыча полезных ископаемых;

C – обрабатывающие производства;

D – обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха;

E – водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений;

F – строительство;

G – торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов;

H – транспортировка и хранение;

I – деятельность гостиниц и предприятий общественного питания;

J – деятельность в области информации и связи;

K – деятельность финансовая и страховая;

L – деятельность по операциям с недвижимым имуществом;

M – деятельность профессиональная, научная и техническая;

N – деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги;

O – государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение;

P – образование;

Q – деятельность в области здравоохранения и социальных услуг;

R – деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений;

S – предоставление прочих видов услуг.

Данные регрессионного и корреляционного анализа подтвердили ранее выдвинутую гипотезу о том, что без пассажирского автомобильного транспорта не представляется возможным нормальное развитие страны. Другими словами, функционирование перечисленных выше сфер напрямую зависит от пассажирского автомобильного транспорта.

Выводы

По результатам выполненных исследований можно заключить о следующем:

- создан научный задел для последующей разработки системы управления структурой подвижного состава пассажирского автомобильного транспорта на основе качественной и количественной оценки взаимосвязи с валовыми региональными продуктами и их составными частями по отраслевому признаку;
- созданы теоретические предпосылки для создания аналитической платформы управления структурой парка пассажирских автотранспортных средств в регионах, позволяющая транспортным властям регионов и муниципалитетов своевременно реагировать на изменение потребностей народного хозяйства, демонстрировать адекватные реакции в системе управления, например, в сфере

добычи полезных ископаемых;

– выявлены связи между количеством пассажирских автотранспортных средств и валовыми региональными продуктами субъектов Российской Федерации (коэффициенты корреляции от 0.57 до 0.79), а также частями валовых региональных продуктов по отраслям (коэффициенты корреляции от 0.07 до 0.9);

– впервые предложен показатель количества условных пассажирских автотранспортных единиц в регионе, дающий интегральную оценку способов пассажирских автотранспортных корреспонденций с учётом категорий и классов автотранспортных средств.

Направления дальнейших исследований состоят в распространении приведённой методики в направлении смешанной структуры подвижного состава автомобильного транспорта.

Результаты работы рекомендованы транспортным властям регионов для объективного оценивания роли пассажирского автомобильного транспорта в социально-экономическом развитии регионов, а также органам образования регионов для совершенствования системы подготовки персонала автотранспортной отрасли.

Литература

1. Концепция управления муниципальными автомобильными перевозками / Е. В. Бондаренко [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – № 2 (49). – С. 110–116. EDN: TYNRZV
2. Любимов И. И., Якунин Н. Н., Якунина Н. В. Результаты исследования взаимосвязи количества единиц подвижного состава грузового автомобильного транспорта и валовых региональных продуктов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 5. – С. 74–84, <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-5-74>.
3. Теоретические основы пассажирских межмуниципальных автомобильных перевозок: монография / Н. Н. Якунин [и др.] – Оренбург: ОГУ. – 2020. – 196 с.
4. Якунин Н. Н., Якунина Н. В., Спиринов А. В. Анализ положений Федерального Закона Российской Федерации от 13.07. 2015 г. № 220 с позиции методологии повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 2. – С. 128–132.
5. Aksamentov E., Kulikov Y., Cheglov V. (2020). Features of traffic organization and traffic safety in cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 766–772, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.089>.
6. Almetova Z., Shepelev V., Shepelev S. (2016) Cargo transit terminal locations according to the existing transport network configuration. *Procedia Engineering*. Vol. 150, pp. 1396–1402, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.335>.
7. Belokurov V., Spodarev R., Belokurov, S. (2020). Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 52–58, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.007>.
8. Dygalo V., Keller A., Evtiukov S. (2020). Monitoring of vehicles' active safety systems in operation. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 113–120, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.014>.
9. Kazhaev A., Almetova Z., Shepelev V., Shubenkova K. (2018) Modelling urban route transport network parameters with traffic, demand and infrastructural limitations being considered. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 177, 012018, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/177/1/012018>.
10. Kolesov V., Petrov A. (2020). Entropy and risks in regional road traffic safety systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 262–272, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.032>.
11. Komashinskiy V., Malygin I., & Korolev O. (2020). Introduction into cognitive multimodal transportation systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 273–279, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.033>.
12. Kuraksin A., Shemyakin A., Borychev S. (2017). Meso-DTA traffic model technology for evaluating effectiveness and quality of the organization of traffic in large cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 20, pp. 378–383, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.062>.

13. Lieberman I., Klachek P., Korjagin S. (2020). Comparison of intelligent transportation systems based on biocybernetic vehicle control systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 355–362, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.042>.
14. Lyubimov I., Melnikov A., Trubin N. (2016). The control system improvement of the city motor transportation. *Procedia Engineering*, № 150, pp. 1192–1199. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.235>
15. Maher M., Liu R., Ngoduy D. (2013) Signal optimisation using the cross entropy method. *Transportation Research, Part C: Emerging Technologies*. Vol. 27, pp. 76–88.
16. Motienko A. (2020). Integration of information and communication system for public health data collection and intelligent transportation system in large city. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 466–472, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.055>.
17. Mounce R., Carey M. (2011) Route swapping in dynamic traffic networks. *Transportation Research Part B: Methodological*. Vol. 45 (1), pp.102–111.
18. Novikov A., Eremin S. (2020). Patterns of passenger traffic formation in urban public transport. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 483–490, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.057>.
19. Novikov A., Shevtsova A. (2020). Method of calculations under traffic lights coordination plan using parameters of passenger cars. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 499–506, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.059>.
20. Seliverstov Y., Starichenkov A., Nikitin K. (2020). Using mobile applications to evaluate quality of road networks and transport mobility. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 636–646, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.075>.
21. Suleimanov I. et al. (2019). Improved methods of monitoring and managing the movement of urban passenger transport. *IIOABJ*. Vol.10 (S2), pp. 71–76.
22. Taysayev K. et al. (2020). Efficiency ratio assessment model for buses. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 674–680, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.079>.
23. Tokunova G., Rajczyk M. (2020). Smart technologies in development of urban agglomerations (case study of st. petersburg transport infrastructure). *Transportation Research Procedia*. Vol. 50 pp. 681–688, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.080>.
24. Trubin N. et al. (2020). The Quality Monitoring of City Passenger Transportations on Regular Routes Using Data of Objective Control. *MATEC Web of Conferences International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science (ICMTMTE 2020)* Vol. 329, 01006
25. Voitko A. et al. (2020). Improving safety of using ambulance vehicles in large cities. *Transportation Research Procedia* Vol. 50, pp. 716–726, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.084>.
26. Yakimov M. (2020). Methods for assessing road traffic accident risks with changes in transport demand structure in cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 727–734, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.085>.
27. Zedgenizov A., Seliangin K., Efremenko I. (2020). Methodology for assessing required area for allocating centers of mass attraction in layout of urbanized territories and their impact on quality of traffic management in adjacent street and road network. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 743–748, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.087>.
28. Zhankaziev S., Vorob'yov A., Morozov D. (2020). Principles of creating range for testing technologies and technical solutions related to intelligent transportation systems and unmanned driving. *Transportation Research Procedia* Vol. 50, pp. 757–765, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.091>.
29. Zhankaziev S., Vorob'yov A., Zabudsky A. (2020). Designing human-machine interface for unmanned vehicle with account for time for control transfer. *Transportation Research Procedia*, Vol. 50, pp. 749–756, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.088>.

References

1. Bondarenko, E. V. et al. (2015) [The concept of management of municipal road transport]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [World of transport and technological machines]. Vol. 2 (49), pp. 110–116. EDN: TYNRZV (In Russ.).
2. Lyubimov, I. I., Yakunin, N. N., Yakunina, N. V. (2022) [Results of the study of the relationship between the number of rolling stock units of freight road transport and gross regional products]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 5, pp. 74–84. <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2022-5-74>. (In Russ.).
3. Yakunin, N. N. et al (2020) *Teoreticheskiye osnovy passazhirskikh mezhmunitsipal'nykh avtomobil'nykh perevozok* [Theoretical foundations of passenger intermunicipal road transport]. Orenburg: OSU, 196 p.

4. Yakunin, N. N., Yakunina, N. V., Spirin, A. V. (2016) [Analysis of the provisions of the Federal Law of the Russian Federation of 13.07. 2015. No. 220 from the point of view of the methodology for improving the quality of passenger transportation by road]. *Intellekt. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, pp. 128–132. (In Russ.).
5. Aksamentov, E., Kulikov, Y., Cheglov V. (2020) Features of traffic organization and traffic safety in cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 766–772. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.089>. (In Engl.).
6. Almetova, Z., Shepelev, V., Shepelev, S. (2016) Cargo transit terminal locations according to the existing transport network configuration. *Procedia Engineering*. Vol. 150, pp. 1396–1402, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.335>. (In Engl.).
7. Belokurov, V., Spodarev, R., Belokurov, S. (2020) Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 52–58, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.007>. (In Engl.).
8. Dygalo, V., Keller, A., Evtiukov, S. (2020) Monitoring of vehicles' active safety systems in operation. *Transportation Research Procedia*, Vol. 50, pp. 113–120, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.014>. (In Engl.).
9. Kazhaev, A. et al. (2018) Modelling urban route transport network parameters with traffic, demand and infrastructural limitations being considered. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 177, 012018. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/177/1/012018>. (In Engl.).
10. Kolesov, V., Petrov, A. (2020) Entropy and risks in regional road traffic safety systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 262–272, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.032>. (In Engl.).
11. Komashinskiy, V., Malygin, I., Korolev, O. (2020) Introduction into cognitive multimodal transportation systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 273–279, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.033>. (In Engl.).
12. Kuraksin, A., Shemyakin, A., Borychev, S. (2017) Meso-DTA traffic model technology for evaluating effectiveness and quality of the organization of traffic in large cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 20, pp. 378–383, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.062>.
13. Lieberman, I., Klachek, P., Korjagin, S. (2020) Comparison of intelligent transportation systems based on biocybernetic vehicle control systems. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 355–362, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.042>. (In Engl.).
14. Lyubimov, I., Melnikov, A., Trubin, N. (2016) The control system improvement of the city motor transportation. *Procedia Engineering*. Vol. 150, pp. 1192–1199, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.235>(In Engl.).
15. Maher, M., Liu, R., Ngoduy, D. (2013) Signal optimisation using the cross entropy method. *Transportation Research, Part C: Emerging Technologies*. Vol. 27, pp.76–88. (In Engl.).
16. Motienko, A. (2020) Integration of information and communication system for public health data collection and intelligent transportation system in large city. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 466–472, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.055>. (In Engl.).
17. Mounce, R., Carey, M. (2011) Route swapping in dynamic traffic networks. *Transportation Research. Part B: Methodological*. Vol. 45 (1), pp. 102–111. (In Engl.).
18. Novikov, A., Eremin, S. (2020) Patterns of passenger traffic formation in urban public transport. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 483–490, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.057>. (In Engl.).
19. Novikov, A., Shevtsova, A. (2020) Method of calculations under traffic lights coordination plan using parameters of passenger cars. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 499–506, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.059>. (In Engl.).
20. Seliverstov, Y., Starichenkov, A., Nikitin, K. (2020) Using mobile applications to evaluate quality of road networks and transport mobility. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 636–646, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.075>. (In Engl.).
21. Suleimanov, I. et al. (2019) Improved methods of monitoring and managing the movement of urban passenger transport. *IIOABJ*. Vol.10 (S2), pp. 71–76. (In Engl.).
22. Taysayev, K. et al. (2020) Efficiency ratio assessment model for buses. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 674–680, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.079>. (In Engl.).
23. Tokunova, G., Rajczyk, M. (2020) Smart technologies in development of urban agglomerations (case study of st. petersburg transport infrastructure). *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 681–688, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.080>. (In Engl.).
24. Trubin, N. et al. (2020) The Quality Monitoring of City Passenger Transportations on Regular Routes Using Data of Objective Control. *MATEC Web of Conferences International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science (ICMTMTE 2020)* Vol. 329, 01006 (In Engl.).
25. Voitko, A. et al. (2020) Improving safety of using ambulance vehicles in large cities. *Transportation*

Research Procedia. Vol. 50, pp. 716–726, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.084>. (In Engl.).

26. Yakimov, M. (2020) Methods for assessing road traffic accident risks with changes in transport demand structure in cities. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 727–734, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.085>. (In Engl.).

27. Zedgenizov, A., Seliangin, K., Efremenko, I. (2020) Methodology for assessing required area for allocating centers of mass attraction in layout of urbanized territories and their impact on quality of traffic management in adjacent street and road network. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 743–748, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.087>. (In Engl.).

28. Zhankaziev, S., Vorob'yov, A., Morozov, D. (2020) Principles of creating range for testing technologies and technical solutions related to intelligent transportation systems and unmanned driving. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 757–765, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.091>. (In Engl.).

29. Zhankaziev, S., Vorob'yov, A., Zabudsky, A. (2020) Designing human-machine interface for unmanned vehicle with account for time for control transfer. *Transportation Research Procedia*. Vol. 50, pp. 749–756, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.088>. (In Engl.).

Сведения об авторах:

Игорь Ильич Любимов, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

ORCID ID: 0000-0002-0057-8537, **Researcher ID:** F-6765-2017, **Scopus Author ID:** 57190962056
e-mail: lyubimovii@gmail.com

Николай Николаевич Якунин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильного транспорта, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

ORCID ID: 0000-0001-6282-2331
e-mail: yakunin-n@yandex.ru

Наталья Владимировна Якунина, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автомобильного транспорта, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

ORCID ID: 0000-0002-8895-1307, **Scopus Author ID:** 55673113100, **Researcher ID:** 2015-10-16
e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Шамиль Минатуллаевич Минатуллаев, кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей, Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, Махачкала, Россия

ORCID ID: 0000-0003-3831-688X
e-mail: interpol1199@mail.ru

Вклад соавторов:

Любимов И. И. – концепция и дизайн работы, анализ и интерпретация данных, написание статьи, итоговая переработка статьи по результатам рецензирования, окончательное утверждение макета статьи.

Якунин Н. Н. – написание статьи, окончательное утверждение макета статьи.

Якунина Н. В. – сбор данных.

Минатуллаев Ш. М. – сбор данных, переработка статьи по результатам рецензирования.

Статья поступила в редакцию: 13.09.2022; принята в печать: 10.10.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Igor Iyich Lyubimov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Motor Transport, Orenburg State University, Orenburg, Russia

ORCID ID: 0000-0002-0057-8537, **Researcher ID:** F-6765-2017, **Scopus Author ID:** 57190962056
e-mail: lyubimovii@gmail.com

Nikolai Nikolaevich Yakunin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Motor Transport, Orenburg State University, Orenburg, Russia

ORCID ID: 0000-0001-6282-2331
e-mail: yakunin-n@yandex.ru

Natalya Vladimirovna Yakunina, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Motor Transport, Orenburg State University, Orenburg, Russia

ORCID ID: 0000-0002-8895-1307, **Scopus Author ID:** 55673113100, **Researcher ID:** 2015-10-16

e-mail: nat.yakunina56@yandex.ru

Shamil Minatullayevich Minatullaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Operation of Cars, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russia

ORCID ID: 0000-0003-3831-688X

e-mail: interpol1199@mail.ru

Contribution of the authors:

Lyubimov I. I. – concept and design of the work, analysis and interpretation of data, writing of the article, final revision of the article based on the results of peer review, final approval of the layout of the article.

Yakunin N. N. – writing the article, final approval of the layout of the article.

Yakunina N. V. – data collection.

Minatullaev Sh. M. – data collection, revision of the article based on the results of peer review.

The paper was submitted: 13.09.2022.

Accepted for publication: 10.10.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.