

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАРИАНТОВ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

К.Э. Сафронов, Э.А. Сафронов  
ФГБОУ ВО «СибАДИ»,  
г. Омск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Введение.** В рамках приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» в регионах ведется разработка и реализация программ комплексного развития транспортной инфраструктуры – автомобильных и муниципальных дорог, приведение дорожной сети городских агломераций в нормативное транспортно-эксплуатационное состояние, устранение перегрузки дорожной сети городских агломераций, оптимизация транспортных потоков, повышение эффективности системы управления дорожным движением. В статье дана оценка эффективности вариантов развития транспортной инфраструктуры Омской области до 2041 г.

**Материалы и методы.** В научных исследованиях использовались методы анализа действующих нормативных, правовых, программных документов, проведение и анализ результатов обследований интенсивности дорожного движения в ключевых узлах с разбивкой по видам транспорта, проведение и анализ результатов обследований пешеходного движения в ключевых точках, анализ существующих условий дорожного движения, полученных по результатам разработки транспортной макромоделли Омской агломерации в программном комплексе PTV Vision VISUM, анализ причин и условий возникновения дорожно-транспортных происшествий, заторов, анализ статистических данных по грузообороту и пассажирообороту на территории Омской агломерации.

**Практическая значимость исследования.** В статье представлены результаты научных исследований, проведенных на примере Омской агломерации. Они легли в основу разработки программ комплексного развития транспортной инфраструктуры г. Омска и восьми районов Омской агломерации. Приведен обзор литературы по данной тематике, учтены достижения зарубежной науки.

**Обсуждение и заключение.** Необходимо постоянно совершенствовать методы получения данных, используемых при формировании транспортной модели, для улучшения показателей функционирования транспортной инфраструктуры современных городов. Материал будет полезен при реализации приоритетного проекта.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** программа комплексного развития транспортной инфраструктуры, комплексная схема организации дорожного движения, транспортные и пассажирские потоки, обследования, безопасность дорожного движения.

**Поступила 29.03.2019, принята к публикации 17.12.2019.**

**Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

**Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.**

**Конфликт интересов отсутствует.**

**Для цитирования:** Сафронов К.Э., Сафронов Э.А. Оценка эффективности вариантов комплексного развития транспортной инфраструктуры Омской агломерации *Вестник СибАДИ*. 2019;16(6): 692–705. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-692-705>

© Сафронов К.Э., Сафронов Э.А.



Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-692-705>

# TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF THE OMSK AGGLOMERATION: EVALUATION OF THE COMPLEX DEVELOPMENT OPTIONS

*Kirill E. Safronov, Eduard A. Safronov*  
Siberian State Automobile and Highway University,  
Omsk, Russia

## ABSTRACT

**Introduction.** On the basis of the priority project “Safe and High-quality Roads”, the researches develop and implement the programs of the transport infrastructure integrated development – highways and municipal roads, bringing the urban agglomeration network into a standard transport and operational state, eliminating the congestion of the urban agglomerations’ network, optimizing traffic flows, increasing efficiency traffic management systems. The paper assesses the options’ effectiveness of the transport infrastructure development in the Omsk region until 2041.

**Materials and methods.** The authors used analysis methods of existing regulatory, legal, program documents; of carrying out and analyzing the results of traffic intensity surveys at key nodes by means of transport; of conducting and analyzing the results of pedestrian traffic surveys at key points; analyzing the existing traffic conditions obtained from the results of the development of the transport macro model of the Omsk agglomeration in the PTV Vision VISUM software; of analyzing causes and conditions of accidents; of analyzing statistical data on freight turnover and passenger traffic in the Omsk agglomeration.

**Results.** The paper presented the research results on the Omsk agglomeration’s example. The results formed the programs’ basis for the integrated development of the transport infrastructure of Omsk and eight districts of the Omsk agglomeration. Moreover, the authors presented the literature review and took into account the achievements of foreign science.

**Discussion and conclusions.** The authors emphasize that it is necessary to improve the methods of obtaining data used in the formation of the transport model and to improve the performance of the transport i modern cities’ infrastructure.

**KEYWORDS:** *integrated development program of transport infrastructure, integrated traffic management scheme, transport and passenger flows, sociological survey, road safety.*

**Submitted 29.03.2019, revised 17.12.2019.**

**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:* Safronov Kirill E., Safronov Eduard A. Transport infrastructure of the Omsk agglomeration: evaluation of the complex development options. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2019;16(6): 692–705 (n Russ.). <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-692-705>

© Safronov K.E., Safronov E.A.



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

### ВВЕДЕНИЕ

В целях исполнения решений Президента Российской Федерации в регионах осуществляется реализация приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги»<sup>1</sup>. В рамках этого проекта запланирована разработка и реализация программ развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ). ПКРТИ предусматривает консолидацию ресурсов за счет всех возможных источников (федеральные целевые программы, региональные и муниципальные программы и т.д.) на решение поставленных приоритетных задач. ПКРТИ обеспечивает решение вопросов, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения (БДД), приведением дорожной сети городских агломераций в нормативное транспортно-эксплуатационное состояние; устранение перегрузки дорожной сети городских агломераций, в том числе за счет переключения перевозок пассажиров на общественный транспорт, оптимизации транспортных потоков, повышения эффективности системы управления дорожным движением; переход на современные модели развития транспортной инфраструктуры с использованием комплексных схем организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом, синхронизации развития всех видов транспорта и транспортной инфраструктуры, повышение уровня удовлетворенности граждан состоянием дорожной сети городской агломерации.

С 2019 г. в проект «Безопасные и качественные дороги», который реализуется с 2017 г., будут включаться капиталоемкие мероприятия: строительство, реконструкция дорог, развязок, расширение существующих дорог, для этого необходимо разработать ПКРТИ на основании комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД). ПКРТИ Омской области была разработана ОАО «Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта» (ОАО «НИИАТ») в 2018 г. на основе НИР «Разработка комплексных схем организации дорожного движения для дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения, относящихся к собственности Омской области и системы организации транспортного обслуживания населения на территории Омской области в части границ Омской агломерации на период 2019 – 2041 гг.».

Сбор и анализ исходных данных для разработки расчетного инструментария мультимодальной транспортной модели был выполнен специалистами СибАДИ. В задачи исследования входили:

- анализ данных о параметрах дорожной сети и существующих схем организации дорожного движения, выявление проблем, влияющих на развитие транспортной системы;
- прикладные и поисковые научные исследования в области изучения подвижности населения Омской области, выявления особенностей транспортного поведения населения Омской области, выявления закономерностей распределения транспортных потоков по автомобильным дорогам регионального или межмуниципального значения, относящихся к собственности Омской области;
- анализ существующей системы пассажирского и грузового транспорта;
- анализ существующей сети транспортных корреспонденций в границах муниципальных образований, расположенных на территории Омской области.

### ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Транспортные проблемы характерны для многих современных стран и городов и специалисты ищут оптимальные пути их решения. Высокий уровень автомобилизации определяет развитие экономического потенциала общества и обеспечивает максимальное удовлетворение транспортных потребностей населения. С другой стороны, это ведет к ухудшению состояния окружающей среды [1]. Из-за этого снижаются скорости транспортных потоков, растет загрязнение окружающей среды, связанное с движением транспорта, с соответствующим неблагоприятным социальным и финансовым воздействием на различные рынки по всему миру [2]. Специалистами [3] установлено, что муниципальные власти при создании модели управления системой городского пассажирского транспорта (ГПТ) должны в полной мере изучать потребности городского населения, пассажиропотоки и на этой основе определять маршруты и графики движения.

Запасы ископаемого топлива истощаются, их цена растет и подвержена непредсказуемым колебаниям. На местном уровне выбросы парниковых газов и мелкие частицы

---

<sup>1</sup> Паспорт приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги». Утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 21 ноября 2016 г. № 10).

загрязняющих веществ оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье людей и их среду обитания. С этой целью многие европейские города пытаются принять стратегии планирования, направленные на устойчивое использование общественного транспорта. Из-за общепризнанных нелинейных взаимозависимостей системы городского транспорта [4], эффекты этой политики трудно предвидеть. Иногда конечный эффект может противоречить интуитивным ожиданиям, вызывая обратные последствия. Акцизы могут быть определены в целом как косвенные налоги избирательного характера. Учитывая, что потребление топлива напрямую зависит от объема использования транспорта, некоторые государства (например, Германия, Швейцария) ввели определенную долю сбора акцизов в качестве источника финансовой поддержки общественного пассажирского транспорта [5]. Таким образом, более высокая цена на топливо предполагает более низкие тарифы в общественном пассажирском транспорте, и это также предполагает сокращение пробок и выбросов парниковых газов. Помимо некоторых государств-членов ЕС этот метод финансирования общественного транспорта также используется в США [6].

Экологические проблемы транспорта в последние годы решаются путем замены автобусов с традиционными двигателями на электрические. Процесс внедрения электрического автобуса является сложным с точки зрения технических, транспортных, экономических и экологических проблем. Специалистами [7] разработан алгоритм поддержки принятия решений операторами и организаторами общественного транспорта, обеспечивающий оптимальный процесс внедрения электрических автобусов на ГПТ.

Используя имитационное моделирование, авторы [8] разработали математическую модель функционирования транспортной сети и информационной системы, реализованной в среде SIMUL8 на пример городской сети общественного транспорта в г. Тамбове, включающей более 60 автобусных маршрутов, которые позволяют автоматизировать процесс имитационного моделирования и обработки результатов имитационного моделирования.

В докладе о ключевых концепциях транспорта будущего проведен обзор литературы с целью определения ключевых концепций транспорта, применимых к пассажирам и к сектору грузовых перевозок на период до 2035 г.<sup>2</sup> Типичным примером, широко обсуждаемым в литературе, является будущее существование концепции общей мобильности – MaaS (мобильность как услуга), направленной на переход от владения персональными транспортными средствами к услугам, предлагающим мобильность в качестве продукта, например, совместное использование поездок, совместное использование автомобилей или автономных транспортных средств.

В статье К. Ли и др. рассматривается комплексная транспортная развязка Шэньчжэнь-Футянь, в которой используется непрерывная многократная динамическая информация о движении в реальном времени для мониторинга и анализа пространственного и временного распределения пассажиропотока при различных видах транспорта и сервисная емкость соединения многомерных пространственно-временных перспектив, таких как разные периоды и специальные периоды [9]. С. Балди и др. провели исследование, чтобы проанализировать эффективность адаптивной стратегии реагирования на трафик, которая управляет параметрами светофора (время светофорного цикла, фаз и тактов) в городской сети, чтобы уменьшить заторы на дорогах [10].

Развитие транспортных систем является одной из глобальных целей устойчивого развития и приоритетной областью работы Европейской программы по транспорту, окружающей среде и охране здоровья, которая ориентирована на безопасный, эффективный, доступный, инклюзивный, экологичный и мобильный транспорт<sup>3</sup>. Приоритетной является задача интегрировать цели в области транспорта, здравоохранения и окружающей среды в политику городского и пространственного планирования для уменьшения воздействия транспорта на здоровье, окружающую среду и землепользование, увеличения энергоэффективности и поддержки зеленой и здоровой мобильности и транспорта, а также

<sup>2</sup> D2.2 Доклад о ключевых концепциях транспорта будущего (Версия 1, 30/04/2018).

<sup>3</sup> The Global Goals for Sustainable Development. Available at: <http://www.globalgoals.org/global-goals/sustainable-cities-and-communities>.

устойчивых средств к существованию<sup>4</sup>. Планирование городских и пригородных центров в соответствии с принципами смешанного использования и разумного роста должно стать частью устойчивого транспортного будущего. Развитие городов в соответствии с этими принципами будет способствовать снижению зависимости от личных транспортных средств и поддержке в более широком использовании систем общественного транспорта и немоторизованного транспорта для коротких расстояний и ежедневных поездок на работу [11].

Например, особенности развития транспортной системы США были связаны с реализацией «Нового курса» Рузвельта по развитию инфраструктуры. Поэтому города США, несмотря на свою прямоугольную планировку и широкие улицы, первыми столкнулись с проблемами, связанными с быстрым ростом автомобилизации. Во многих жилых и деловых районах на окраинах США нет доступа к линиям общественного транспорта. Только в последние годы в некоторых городах Северной Америки начали разрабатываться ориентированные на человека концепции, обеспечивающие доступ людей к услугам личного и общественного транспорта, а также велосипедов [12].

Доля поездок на общественном транспорте на душу населения в сутки в США составляет 2%, Австрия (17%), Швеция (14%), Германия (12%), Великобритания (10%), Норвегия (10%), Франция (8%), Финляндия (8%) и Швейцария (24%) [13]. Несколько факторов объясняют более низкий пассажиропоток общественного транспорта в Соединенных Штатах, чем в Европе и Канаде. Во-первых, США имеют более низкую плотность населения и более низкую плотность пригородной инфраструктуры, часто со строгим разделением землепользования. Низкую плотность населения трудно эффективно обслуживать на общественном транспорте [14, 15]. Во-вторых, легкая доступность автомобилей и низкая стоимость владения затрудняют конкуренцию общественному транспорту [16]. В-третьих, удобное транспортное сообщение с бесплатной парковкой делает вождение очень привлекательным и дешевым [17]. Наконец, в нескольких исследованиях было выявлено низкое качество общественного транспорта в Соединенных Штатах по сравнению с другими странами.

Реформирование общественного транспорта связано с внедрением рыночных механизмов в управление [18]. Внедрение льгот и ограничений для пассажиров и транспортных операторов позволит эффективно развивать систему общественного транспорта [19].

Поэтому необходимо установить наиболее эффективный способ регулирования системы пассажирских перевозок, в том числе определение политики муниципальных органов власти с учетом интересов транспортных операторов и пассажиров. Общественный транспорт – это социально-экономическая система, основным элементом которой является пассажир [20].

Городское пространство необходимо переосмыслить для оптимизации транспортных потоков, а также для увеличения использования пешеходного движения и велосипедов [21]. Как сказано в резолюции, принятой в 2018 General Assembly, к 2030 году необходимо обеспечить всех жителей безопасными, недорогими, доступными и экологичными транспортными системами, на основе повышения безопасности дорожного движения, в частности, расширить использование общественного транспорта для маломобильных пассажиров.

Компьютерное моделирование было выбрано многими исследователями в качестве инструмента для решения проблем маршрутизации и управления городским движением, поскольку оно осуществляет итеративную разработку модели, пошаговую детализацию моделируемых подсистем, что позволяет постепенно увеличивать точность оценки по мере появления новых вопросов и новой информации.

Поиск оптимального маршрута относится к NP-трудных задач. Методы решения таких задач разделяют на точные, эвристические и метаэвристические [22]. Точные методы основаны на полном переборе всех возможных решений, что, в свою очередь, делает их неэффективными. Эвристические методы производят относительно ограниченный поиск решений и обычно находят довольно хорошее решение за приемлемое время. Но данные методы также обладают недостатком, а именно, они являются приближительными [23]. Метаэвристические – самые эффективные, но в данных методах есть параметр, который напрямую влияет на результат, исходя из вход-

---

<sup>4</sup> Paris Declaration. City in motion: People first. Geneva: United Nations Publications. 2015. Available at: [https://www.unep.org/fileadmin/DAM/thepep/Publications/2015/Paris\\_Declaration\\_in\\_English\\_Final.pdf](https://www.unep.org/fileadmin/DAM/thepep/Publications/2015/Paris_Declaration_in_English_Final.pdf)

ных данных [24], и на практике приходится каждый раз отлаживать этот параметр заново.

Колебер Ю.А. сформулировала следующие особенности, характерные для процесса оптимизации маршрутной сети ГПТ [25]: она невозможна без предварительного получения матрицы пассажирских корреспонденций; процессу оптимизации должен предшествовать процесс сбора большого количества исходных данных; задачу оптимизации усложняет расхождение интересов перевозчиков и пассажиров в системе ГПТ; при современном развитии методов оптимизации невозможно обойтись без применения соответствующих сложных программно-вычислительных комплексов, но в то же время необходимы заключительные оценки экспертов.

При разработке транспортной макромодели Омской агломерации был использован программный комплекс PTV Vision VISUM, который потребовал сбора большого количества исходных данных. Приведем результаты работы разработки ПКРТИ на примере г. Омска.

### **ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

По данным официальных источников, на территории Омской области в 2017 г. было зарегистрировано 554 341 легковых автомобилей и проживало 1 972 682 чел, уровень авто-

мобилизации составил 281 авт./тыс. жит., что соответствует среднероссийскому<sup>5</sup>. Наличие автобусов в Омской области в 2017 г. составило 14 146 ед. (106,7% по сравнению с 2016 г.). Система ГПТ г. Омска включает в себя городской автомобильный транспорт (автобусы и маршрутные такси), городской электрический транспорт (трамваи, троллейбусы), железнодорожный транспорт (пригородные электрички). Перевозки автомобильным транспортом общего пользования по г. Омску осуществляются по 154 постоянным муниципальным маршрутам регулярных перевозок общей протяженностью 2972,4 км и дополнительно по 13 сезонным муниципальным маршрутам общей протяженностью 179,1 км, движение по которым организовано в летние месяцы. Перевозки городским электрическим транспортом осуществляются по 8 троллейбусным маршрутам общей протяженностью 113,5 км и 6 трамвайным маршрутам общей протяженностью 62,8 км. Расходы на транспортное обслуживание населения, выделяемые из бюджета города, по автобусным, троллейбусным и трамвайным перевозкам в 2017 г. составили 209,748 млн руб.

Анализ существующих условий для развития и размещения транспортной инфраструктуры муниципальных районов (МР) приведены на основе количественной оценки основных показателей транспортного потока в таблице 1.

**Таблица 1**  
Показатели работы транспортной системы Омской агломерации

**Table 1**  
Performance of the transport system of the Omsk agglomeration

Город и МР Омской агломерации	Показатели работы транспортной системы				
	Количество поездок на ОТ, пассажиров /сут	Количество поездок на ИТ, пассажиров/сут	Средняя скорость ОТ, км/ч	Средняя скорость ИТ, км/ч	Среднее время поездки, мин
г. Омск	1161100	554370	29	39,2	27,0
Омский МР	25 600	78 300	28	36,5	29,1
Горьковский МР	2300	8900	55,6	62,5	35,5
Шербакульский МР	1300	9100	50,2	61,4	24,4
Азовский немецкий национальный МР	3400	14400	50,2	61,4	24,4
Кормиловский МР	1200	10500	43,2	55,3	37,9
Любинский МР	3600	15700	44,90	62,45	36,5
Марьяновский МР	3400	14400	50,94	61,4	25,41
Таврический МР	1600	15400	50,7	62,5	48
Итого	1203500	721070	44,7	55,9	32,0

<sup>5</sup> Паспорта муниципальных образований Омской области // Данные службы государственной статистики [электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/scripts/db\\_inet2/passport/munr.aspx?base=munst52](http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/munr.aspx?base=munst52)

Результаты анализа говорят о необходимости совершенствования ключевых элементов транспортной инфраструктуры Омской городской агломерации как в части реконструкции УДС, так и улучшения обслуживания пассажиров, формирование новых и реорганизацию существующих транспортно-пересадочных узлов (ТПУ). Существующие элементы не обеспечивают как текущую потребность в транспортном обслуживании, так и потребность с учетом вариантов развития.

На территории Омской городской агломерации на пассажирском транспорте общего пользования всех видов ежегодно наблюдается снижение пассажиропотока. Одной из существенных причин является непрерывный рост автомобилизации: транспортный спрос населения на поездки постепенно перераспределяется в пользу использования личного транспорта. В ряде других факторов, оказывающих влияние на снижение пассажиропотока, является низкое качество транспортного обслуживания населения общественным транспортом, отсутствие постоянных транспортных связей отдаленных территорий с ядром агломерации. Во всех городах районных центров организовано транспортное обслуживание жителей, но наиболее показательной является система ГПТ г. Омска. В таблице 2 представлены данные о динамике объема пассажирских перевозок на общественном транспорте г. Омска.

В 2017 г. транспортные услуги на территории г. Омска осуществляли 3 муниципальных пассажирских автотранспортных предприятия, муниципальное предприятие «Электрический транспорт», Открытое акционерное общество

«Пассажирское автотранспортное предприятие № 2», а также 68 перевозчиков немуниципальной формы собственности, имеющих лицензию на перевозку пассажиров автомобильным транспортом.

В муниципальных пассажирских предприятиях г. Омска сложилась крайне сложная финансовая ситуация, не позволяющая качественно и в необходимых объемах обеспечивать транспортное обслуживание населения.

С 2019 г. в городе действует и развивается автоматизированная система оплаты проезда, введенная в целях улучшения транспортного обслуживания населения, уменьшения оборота наличных денег, автоматизированного учета движения денежных средств и ведения полного учета количества перевезенных пассажиров в каждом транспортном средстве по категориям (льготный, с проездными билетами, за наличную оплату).

На данный момент качество обслуживания населения общественным транспортом оценивается жителями Омской агломерации весьма низко. По данным социологического опроса, средневзвешенная оценка населением качества общественного транспорта составляет 2,91 балла из 5 возможных. Отмечается низкий уровень санитарного состояния остановочных пунктов и технического состояния подвижного состава общественного транспорта, а также недостаточная информативность. Согласно данным проведенного опроса, наиболее важным критерием оценки качества является время ожидания пассажиром ТС, следующего по нужному маршруту. Средневзвешенная оценка данного показателя составляет 3,1 балла по пятибалльной шкале.

**Таблица 2**  
Динамика перевозки пассажиров по видам ГПТ г. Омска, тыс. чел

**Table 2**  
Dynamics of passenger transportation by types of public passenger transport in Omsk, thousand people

Наименование	2015	2016	2017	2017/2015, %
Автобусы (включая маршрутные такси)	289 818	251 989	219 684	76%
Трамваи	11 993	10 422	9828	82%
Троллейбусы	31 243	23 651	23 745	76%
Всего	333 054	286 062	253 257	76%

Такой показатель, как соблюдение норм вместимости, согласно опросу, также является весьма важным, однако его среднее значение составляет 2,69 балла, что означает несоответствие пассажироместимости транспорта количеству пассажиров.

Состояние ряда объектов транспортной инфраструктуры г. Омска можно назвать ненадлежащим: 30,8% автомобильных дорог общего пользования местного значения, находящихся в собственности города, не имеют твердого покрытия. Более 52% улиц, проездов, набережных не оборудованы системами уличного освещения.

Аналогичный анализ проведен в каждом МР Омской агломерации.

### **ПРОГНОЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

В соответствии с планами и прогнозами социально-экономического развития Омской агломерации разработаны сценарии развития транспортной инфраструктуры для каждого МР. На примере г. Омска он выглядит следующим образом.

Демографическая ситуация будет складываться под влиянием тенденций последних лет и характеризоваться следующим:

- продолжение сокращения среднегодовой численности населения на 1–2% в краткосрочной перспективе со стабилизацией показателя в среднесрочной перспективе;

- восстановление среднегодовой численности населения прогнозируется в долгосрочном периоде под воздействием положительных тенденций в экономике города.

В результате, среднегодовая численность населения к 2041 г. составит 1 176 тыс. чел, что соответствует уровню 2017 г.

Прогноз общего объема внутригородских перемещений разрабатывался на базе расчета среднесуточных перемещений моторизованным транспортом в будни как максимального периода спроса. При этом в качестве исходных показателей использованы:

- среднегодовая численность населения в трудоспособном возрасте с учетом доли в 15%, относящейся к не участвующим в перемещениях и перемещающимся пешком или альтернативным транспортом;

- среднее количество перемещений на 1 участника перемещений – 2,4 поездки в сутки в базовый период с ростом до 2,61 поездок в прогнозном периоде: значения принимаются на основании средних значений показателя

для городов с аналогичным уровнем развития и автомобилизации.

Таким образом, расчетный общий объем внутригородских перемещений на моторизованном транспорте вырастет в прогнозном периоде более чем на 30%.

Предполагается осуществление пассажироперевозок автобусами, маршрутными такси и легковым транспортом, максимальное развитие электрических видов транспорта – троллейбусных и трамвайных линий, при этом трамвай – только на новом качественном уровне: бесшумный, с современными вагонами, на обособленном современном полотне, с оптимальной скоростью движения, с бесшовными пересадками в ТПУ.

Для поддержки взаимодействия различных транспортных систем планируется развитие инфраструктуры ТПУ, в частности, в центральной части города на пересечении основных магистральных направлений и вблизи транспортных терминалов.

Развитие улично-дорожной сети (УДС) будет осуществляться в соответствии с положениями Генерального плана и другими документами планирования на территории города.

Уровень автомобилизации в городе превысит 300 легковых автомобилей на 1000 жителей уже в среднесрочной перспективе. К концу прогнозного периода уровень автомобилизации в г. Омске может превысить 350 легковых автомобилей на 1000 жителей. Данный прогноз не означает увеличения объема транспортного спроса на перемещения личным автомобильным транспортом и будет сбалансирован развитием ГПТ. Несмотря на постоянное увеличение парка автотранспортных средств планируется снижение уровня аварийности как в части общего числа, так и в части тяжести дорожно-транспортных происшествий.

Снижение аварийности будет обеспечиваться за счет контроля за выполнением мероприятий целевых региональных программ по обеспечению БДД, развитие систем фото- и видеオフィкации нарушений правил дорожного движения, проведение профилактической работы среди населения с привлечением средств массовой информации.

Увеличение экологической нагрузки будет связано с ростом автомобилизации в условиях роста благосостояния населения и повышения спроса на транспортировку грузов ввиду повышения объемов производства и торговли.

Компенсационными по отношению к росту автомобилизации станут развитие ГПТ,



ожидаемый результат – перераспределение транспортного спроса и улучшение условий дорожного движения, результат – сокращение времени в пути.

### ВАРИАНТЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Принципиальных вариантов развития транспортной инфраструктуры три. Минимальный вариант развития транспортной инфраструктуры подразумевает минимизацию объемов капиталовложений в основном за счет сокращения объемов строительства и реконструкции объектов инфраструктуры и включает реализацию мероприятий по строительству и реконструкции УДС города на основании федеральных и региональных планов развития. Таким образом, в минимальном варианте развития предусмотрен вынос аэропорта за черту города на территорию агломерации и связанные с этим задачи по повышению пропускной способности УДС в основном за счет локальных мероприятий по реконструкции и мероприятий по организации дорожного движения.

Оптимальный вариант предназначен для реализации в условиях стабильного финансирования в значительно большем объеме, чем при реализации минимального варианта. Основная часть дополнительных капитальных вложений связана с расширением списка мероприятий по развитию городской УДС и других инфраструктурных объектов. Кроме того, оптимальный вариант включает строительство других крупных объектов транспортного комплекса:

- дополнительного мостового перехода через р. Иртыш в створе улиц Граничная и Труда с обустройством трамвайных путей;

- северного обхода города (проходит вне границ городского округа), который должен обеспечить пропуск транзитных потоков автомобильного транспорта, связать объекты северной и северо-западной промышленных зон и обеспечить кольцевую связанность городских территорий.

В оптимальный вариант также входят мероприятия по развитию инфраструктуры системы ГПТ, включая мероприятия по созданию использования объектов метро для эксплуатации направляемого электробуса.

Максимальный вариант развития разработан с целью достижения максимальной пропускной способности транспортной инфраструктуры. В целом этот вариант является в наибольшей степени экстенсивным, т.е. требующим большего количества новых объектов и

территорий для реализации. В части развития УДС предполагается полная реализация мероприятий Генерального плана города, в частности, мероприятий по созданию магистральных направлений нерегулируемого движения, включая строительство необходимых для этого транспортных развязок, развитие системы метрополитена и организацию новых ТПУ вблизи станций метро и ж.-д. станций.

Для снижения экологической нагрузки рассмотрена возможность закупки и опытной эксплуатации автобусов, использующих газомоторное топливо, электробусов. В марте 2019 г. в г. Омск на испытания прибыл первый электробус.

На среднесрочный и долгосрочный период запланированы следующие мероприятия:

- совершенствование системы мониторинга единиц подвижного состава в реальном времени;

- внедрение системы мониторинга пассажиропотоков на всех маршрутах, на основе автоматических счетчиков пассажиров;

- система оптимизации маршрутных расписаний путем автоматизации их формирования на основе данных мониторинга пассажирских потоков;

- оптимизация подвижного состава на основе данных о пассажирских потоках;

- обновление парка подвижного состава, в первую очередь закупка подвижного состава, соответствующего современным экологическим требованиям.

Максимальный вариант развития также подразумевает масштабную модернизацию оборудования и внедрение интеллектуальных транспортных систем с целью адаптивного управления транспортными потоками в режиме реального времени. Для реализации технологических решений в данном направлении требуется закупка и установка специализированного оборудования по мониторингу на основных магистральных улицах города, а также оборудование центра управления и обработки данных.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПРОГРАММЫ

В рамках реализации мероприятий, направленных на повышение спроса на транспортные перемещения с использованием общественного транспорта, в том числе доступности услуг общественного транспорта, будут достигнуты следующие результаты:

- сформированы дополнительные маршруты и увеличено количество транспортных

средств на существующих маршрутах в отдаленные от центра агломерации жилые массивы;

- повысится эффективность работы общественного транспорта, уровень качества и безопасности транспортных услуг;

- увеличится количество поездок, средняя длина поездки, уменьшится время, затраченное на перемещение, а следовательно, увеличатся объемы пассажиропотоков как в городе, так и на территории агломерации.

Обновление парка автобусов предполагается выполнить в кратчайшие сроки, так как на момент исследований 90% подвижного состава автобусов находилось в ненормативном состоянии. В 2018 г. этот процесс стартовал, в г. Омске было обновлено 200 ед. подвижного состава автобусов различной вместимости экологического класса. Также на испытания прибыл электробус. До 2021 г. планируется повышение доли транспортных средств со сроком эксплуатации до 5 лет и экологическим классом евро 4, 5 до 75% от общей доли парка автобусов агломерации. До 2023 г. предполагается дальнейшее обновление парка транспортных средств автомобильного транспорта общего пользования с повышением доли транспортных средств со сроком эксплуатации до 5 лет и экологическим классом «Евро-4» и «Евро-5» до 100% от общего количества транспортных средств в парках компаний-перевозчиков. Реализация мероприятий повысит эффективность работы общественного транспорта, уровень качества и безопасности транспортных услуг, а также снизит затраты предприятий на осуществление перевозок и степень загрязнения окружающей среды от работы транспорта.

Совершенствование маршрутной сети рассматривается в краткосрочной перспективе и предполагает изменение существующих, введение новых и исключение дублирующих маршрутов общественного транспорта. Рост жилой застройки и развитие промышленных центров на территории города и пригородных поселений требуют развития маршрутной сети и изменения количества подвижного состава на линиях. Для снижения нагрузки на транспортную сеть и текущие автотранспортные парки предприятий с обеспечением растущих потребностей в пассажирском транспорте предложены мероприятия, включающие строительство автовокзалов, ТПУ, железнодорожных путей.

В краткосрочной перспективе предусмотрены мероприятия, задачами которых является дальнейшее обновление и обустройство остановочных пунктов на территории городской агломерации. Большинство остановочных пунктов, согласно данным социологического опроса населения, находятся в плохом техническом и санитарном состоянии (средневзвешенная оценка по данному критерию составила 2,63 балла из 5). Данный критерий является одним из самых важных для населения. Обустройство остановочных пунктов позволит повысить качество транспортного обслуживания населения и привлекательность использования городского пассажирского транспорта. Запланировано сооружение теплых павильонов с туалетами на конечных пунктах маршрутов ГПТ.

Одной из характеристик устойчивости пассажирского транспорта общего пользования является обеспечение удобных условий использования для всех категорий граждан, в том числе для граждан с ограниченными возможностями. Данное мероприятие в среднесрочной перспективе предусматривает оборудование тактильной плиткой остановочных павильонов на территории города и районных центров. Реализация мероприятия позволит повысить качество и безопасность перемещения людей с ограниченными возможностями по зрению.

Внедрение новых технологий для оплаты проезда и отслеживания транспорта существенно повысит спрос на передвижения на общественном транспорте. Предложено мероприятие, предусматривающее внедрение единой системы оплаты во всех муниципальных маршрутах и части межмуниципальных маршрутов на территории агломерации. Кроме того, предлагается внедрение спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС на подвижном составе для управления движением пассажирского транспорта.

В ходе реализации мероприятий краткосрочной, среднесрочной, долгосрочной перспективы ожидается значительное повышение качества транспортного обеспечения общественным транспортом территории Омской агломерации, что отразится в достижении высокого уровня доступности услуг ГПТ для подавляющего большинства жителей агломерации.

**Таблица 3**

Сравнение вариантов работы системы автомобильного транспорта общего пользования на 2041 г. на примере г. Омска

**Table 3**

Comparison of options for the operation of the public transport system in 2041 on the example of Omsk

Показатель	Варианты			
	Базовый	Инерционный	Сбалансированный	Динамичный
Средняя скорость движения, км/ч	19,5	18,1	18,6	18,7
к инерционному сценарию	-	0,1	0,13	0,13
Средняя дальность поездки по Омской агломерации, км	19,2	17,5	16,9	17
к инерционному сценарию	-	-0,07	-0,1	-0,1
Среднее время поездки на автомобильном транспорте, мин	58,9	57,9	54,5	54,5
к инерционному сценарию	-	-0,16	-0,21	-0,21
Среднее время поездки на автомобильном транспорте общего пользования, мин	28,9	28,4	28,4	28,4
к инерционному сценарию	-	7%	7%	7%

Оценка эффективности вариантов проектирования проводилась с применением специализированного программного комплекса, позволяющего проводить математическое моделирование транспортной системы рассматриваемой территории, производить количественную оценку основных показателей транспортного потока для существующих условий, а также для перспективных горизонтов планирования. На примере г. Омска можно сделать вывод, что при реализации варианта 2 транспортный спрос на перемещения на пассажирском транспорте общего пользования является максимальным, что в совокупно-

сти с сокращением времени в пути позволяет сделать вывод о его наибольшей эффективности (таблица 3).

Расчет социально-экономической эффективности реализации мероприятий сбалансированного сценария развития транспортной инфраструктуры Омской агломерации производился путем сравнения общественных затрат и результатов в случае осуществления этого проекта (проектный вариант) с теми затратами и результатами, которые будут иметь место при отказе от его реализации (базовый вариант). Результат отражен в расчете чистого дисконтированного дохода по формуле

**Таблица 4**

Оценка социально-экономической эффективности реализации сбалансированного варианта развития транспортной инфраструктуры Омской агломерации

**Table 4**

Assessment of the socio-economic efficiency of the implementation of a balanced option for the development of transport infrastructure of the Omsk agglomeration

Годы	Эффект от снижения себестоимости перевозок грузов и пассажиров, тыс. руб.	Эффект от сокращения времени пребывания в пути пассажиров, тыс. руб.	Расходы, тыс. руб.	Эффективность (чистый дисконтированный доход), тыс. руб.
2019–2021	-234 792,50	86 597,70	325 806,28	-417 956,56
2022–2023	786 530,00	227 184,50	403 350,79	218 374,20
2024–2041	382 603 996,70	32 040 301,10	6 287 968,60	66 166 162,50
Итого	383 422 912,84	32 510 623,59	7 342 117,85	65 942 143,12

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \times (1 + E)^{-t},$$

где  $R_t$  – эффект от реализации на  $t$ -год, тыс. руб.;

$Z_t$  – капитальные затраты на  $t$ -год, тыс. руб.;

$(1 + E)^{-t}$  – коэффициент дисконтирования (норма дисконта,  $E = 0,12$ ).

Расчет социально-экономической эффективности представлен в таблице 4.

## ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принципиальные варианты проектов составлялись на основании разработанных мероприятий по совершенствованию КСОДД на территории Омской агломерации с учетом их эффективности отдельно друг от друга и в совокупности и имеют различия в зависимости от объема мероприятий, эффекта от внедрения и стоимости реализации. Оценка эффекта от внедрения производилась с применением транспортной макромоделей Омской агломерации на период, соответствующий сроку и очередности реализации мероприятий. Предложения по институциональным преобразованиям и совершенствованию нормативного правового и информационного обеспечения деятельности в сфере КСОДД разрабатывались на основании анализа действующих документов территориального и стратегического планирования и деятельности органов местного самоуправления. Остается надеяться, что все запланированные мероприятия будут реализованы в полном объеме и будет получен запланированный эффект.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Gelashvili, O. & Bezhanishvili, P. Modes of vehicles traffic condition and fuel effectiveness. *Problems of Mechanics*. 2012. No. 1(46). P. 39–43.
2. Nellore, K. & Hancke, G. A Survey on Urban Traffic Management System Using Wireless Sensor Networks. *Sensors*. 2016. Vol. 16. No. 2. P. 157.
3. Morchadze, T. & Rusadze, N. Ways To Address The Challenges In Passenger Traffic Within The Urban Transport Systems // *Transport Problems*. 2018. Volume 13. Issue 3. P. 65–77. DOI: 10.20858/tp.2018.13.3.6.
4. Cascetta, E. *Transportation System Analysis: Models and Applications*. Berlin: Springer. 2009.
5. Farrell, S. *Financing European transport infrastructure: policies and practice in Western Europe*. London: Macmillan. 1999. ISBN 033-37-189-68.
6. Ubbels, B. & Nijkamp, P. Unconventional funding of urban public transport. *Transportation Research Part D*. 2002. Vol. 7. No. 1, pp. 317–329.

7. Krawiec, S. & Łazarz, B. & Markusik, S. & Karoń, G. & Sierpiński, G. & Krawiec, K. Urban Public Transport With The Use Of Electric Buses – Development Tendencies // *Transport Problems*. 2016. Volume 11. Issue 4. P. 127–137. Doi: 10.20858/tp.2016.11.4.12.

8. Nemtinov, V. & Nemtinova, Y. & Borisenko, A. & Mokrozub, V. Information Support Of Decision Making In Urban Passenger Transport Management // *Transport Problems*. 2017. Volume 12. Issue 4. P. 83–90. DOI: 10.20858/tp.2017.12.4.8.

9. Li, X. & Lv, Z. & Hu, J. & et al. Traffic Management and Forecasting System Based on 3D GIS. In: 2015 15<sup>th</sup> IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing. IEEE. P. 991–998.

10. Baldi, S. & Michailidis, I. & Ntampasi, V. & et al. Simulation-based synthesis for approximately optimal urban traffic light management. In: 2015 American Control Conference (ACC). IEEE. P. 868–873.

11. Makarova, I & Shubenkova, K & Gabsalikhova, L. Analysis Of The City Transport System's Development Strategy Design Principles With Account Of Risks And Specific Features Of Spatial Development // *Transport Problems*. 2017. Volume 12. Issue 1. P. 125–138. DOI: 10.20858/tp.2017.12.1.12.

12. Larsen, J. & Patterson, Z. & El-Geneidy, A. Build It. But Where? The Use of Geographic Information Systems in Identifying Locations for New Cycling Infrastructure. *International Journal of Sustainable Transportation*.

13. Buehler, R. Can Public Transportation Compete with Automated and Connected Cars? *Journal of Public Transportation*. 2018. Vol. 21. No. 1. P. 7–18.

14. TRB. *Making Transit Work: Insight from Western Europe, Canada, and the United States*. Transportation Research Board Special Report 257. Washington DC: National Academy Press. 2001. URL: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr257.pdf> (06.11.2019).

15. Vuchic, V. *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*. Hoboken, NJ: Wiley & Sons. 2005.

16. Newman, P. & Kenworthy, J. *Peak Car Use: Understanding the Demise of Automobile Dependence*. *World Transport Policy and Practice*. 2011. No. 17(2). P. 31–42.

17. Shoup, D. *The High Cost of Free Parking*. Chicago: Planners Press, American Planning Association. 2011.

18. Evans, A.W. A Theoretical Comparison of Competition with Other Economic Regimes for Bus Services. *Journal of Transport Economics and Policy*. 1987. Vol. 21. P. 7–36.

19. Preston, J. An Overview of Public Transport Reforms in Great Britain and Forecasts for the Future. *International Journal of Transport Economics*. 2001. Vol. 28. No. 1. P. 23–48.

20. Wright, L. & Hook, W. *Bus Rapid Transit Planning Guide*. Institute for Transportation and Development Policy. New York. 2007. 836 p.

21. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September. 2015. Ne A/70/L.1. URL: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) (06.11.2019).

22. Laporte, G. & Semet, F. Classical Heuristics for the Vehicle Routing Problem. Montreal: Les Cahiers du GERAD. 1998. P. 98–54.

23. Эйрих, С.Н. Обзор методов решения задач маршрутизации транспорта // *New Magenta Papers*, 2012 №1. С. 22–29.

24. Gendreau, M. Metaheuristics for the vehicle routing problem / M. Gendreau, G. Laporte, J.- Y. Potvin // Technical Report CRT-963, Centre de Recherche sur les Transports. Universit de Montral, Jan. 1994. P. 44–50.

25. Колебер, Ю.А. Информационное обеспечение задач оптимизации маршрутной сети пассажирского транспорта общего пользования крупных и крупнейших городов: актуальность и подходы // *Вестник СибАДИ*. № 2. 2018. С. 218–228.

### REFERENCES

1. Gelashvili O. & Bezhanishvili, P. Modes of vehicles traffi condition and fuel effectiveness. *Problems of Mechanics*. 2012; 1(46): 39–43.

2. Nellore K. & Hancke, G. A Survey on Urban Traffic Management System Using Wireless Sensor Networks. *Sensors*. 2016; 16. No. 2: 157.

3. Morchadze, T. & Rusadze, N. Ways To Address The Challenges In Passenger Traffi Within The Urban Transport Systems. *Transport Problems*. 2018; 13. Issue 3: 65–77. DOI: 10.20858/tp.2018.13.3.6.

4. Cascetta E. *Transportation System Analysis: Models and Applications*. Berlin: Springer. 2009.

5. Farrell S. *Financing European transport infrastructure: policies and practice in Western Europe*. London: Macmillan. 1999. ISBN 033-37-189-68.

6. Ubbels B. & Nijkamp P. Unconventional funding of urban public transport. *Transportation Research Part D*. 2002; 7. No. 1: 317–329.

7. Krawiec S. & Łazarz, B. & Markusik, S. & Karoń, G. & Sierpiński, G. & Krawiec, K. Urban Public Transport With The Use Of Electric Buses – Development Tendencies. *Transport Problems*. 2016; 11. Issue 4: 127–137. DOI: 10.20858/tp.2016.11.4.12.

8. Nemtinov, V. & Nemtinova, Y. & Borisenko, A. & Mokrozub, V. Information Support Of Decision Making In Urban Passenger Transport Management. *Transport Problems*. 2017; 12. Issue 4: 83–90. DOI: 10.20858/tp.2017.12.4.8.

9. Li X. & Lv Z. & Hu J. & et al. Traffic Management and Forecasting System Based on 3D GIS. In: 2015 15th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing. IEEE. P. 991–998.

10. Baldi S. & Michailidis, I. & Ntampasi, V. & et al. Simulation-based synthesis for approximately optimal urban traffi light management. In: 2015 American Control Conference (ACC). IEEE. P. 868–873.

11. Makarova I & Shubenkova, K & Gabsalikhova, L. Analysis Of The City Transport System's Development Strategy Design Principles With Account Of Risks And Specific Features Of Spatial Development.

*Transport Problems*. 2017; 12. Issue 1: 125–138. DOI: 10.20858/tp.2017.12.1.12.

12. Larsen J. & Patterson Z. & El-Geneidy A. Build It. But Where? The Use of Geographic Information Sys-tems in Identifying Locations for New Cycling Infrastructure. *International Journal of Sustainable Transportation*.

13. Buehler R. Can Public Transportation Compete with Automated and Connected Cars? *Journal of Public Transportation*. 2018; 21. No. 1: 7–18.

14. TRB. Making Transit Work: Insight from Western Europe, Canada, and the United States. Transportation Research Board Special Report 257. Washington DC: National Academy Press. 2001. URL: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr257.pdf> (06.11.2019).

15. Vuchic, V. *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*. Hoboken, NJ: Wiley & Sons. 2005.

16. Newman P. & Kenworthy J. Peak Car Use: Understanding the Demise of Automobile Dependence. *World Transport Policy and Practice*. 2011; 17(2): 31–42.

17. Shoup D. *The High Cost of Free Parking*. Chicago: Planners Press, American Planning Association. 2011.

18. Evans A.W. A Theoretical Comparison of Competition with Other Economic Regimes for Bus Services. *Journal of Transport Economics and Policy*. 1987; 21: 7–36.

19. Preston J. An Overview of Public Transport Reforms in Great Britain and Forecasts for the Future. *International Journal of Transport Economics*. 2001; 28. No. 1: 23–48.

20. Wright L. & Hook W. *Bus Rapid Transit Planning Guide*. Institute for Transportation and Development Policy. New York. 2007. 836 p.

21. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September. 2015. № A/70/L.1. URL: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E) (06.11.2019).

22. Laporte G. & Semet, F. Classical Heuristics for the Vehicle Routing Problem. Montreal: Les Cahiers du GERAD. 1998: 98–54.

23. Eirikh, S.N. Obzor metodov resheniya zadach marshrutizatsii transporta. *New Magenta Papers*. 2012; 1: 22–29.

24. Gendreau M.G. Laporte J.- Y. Potvin Metaheuristics for the vehicle routing problem. Technical Report CRT-963, Centre de Recherche sur les Transports. Universit de Montral, jan. 1994: 44–50.

25. Koleber Yu.A. Informatsionnoe obespechenie zadach optimizatsii marshrutnoi seti passazhirskogo transporta obshchego pol'zovaniya krupnykh i krupneishikh gorodov: aktual'nost' i podkhody [Information support of public passenger transport network optimization in major cities: relevance and approaches]. *Vestnik SibADI*. 2018; 2: 218–228.

### ВКЛАД СОАВТОРОВ

*Каждый автор внес равную долю участия в разделы статьи.*

### AUTHORS' CONTRIBUTION

*The authors have equal contribution to the manuscript.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сафронов Эдуард Алексеевич (Россия, г. Омск) – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Организация и безопасность движения» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет» (СибАДИ), ORCID 0000-0002-7807-3897 (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: sibadi1@rambler.ru).

Сафронов Кирилл Эдуардович (Россия, г. Омск) – д-р техн. наук, проф., доц., проф. кафедры

«Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет» (СибАДИ), ORCID 0000-0003-3849-6761 (644080, Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: transistem@rambler.ru).

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Eduard A. Safronov – Dr. of Sci. (Engineering), Professor, Professor of the Organization and Security Transportation Department, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), ORCID 0000-0002-7807-3897 (644080, Russia, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: sibadi1@rambler.ru).*

*Kirill E. Safronov – Dr. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Vehicle Maintenance and Repair Department, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), ORCID ID 0000-0003-3849-6761 (644080, Russia, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: transistem@rambler.ru\*).*