УДК 656.11
DOI: 10.24412/2312-6647-2025-446-109-119

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ В СИСТЕМЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ И МЕГАПОЛИСОВ

Володина Ольга Александровна

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет,
Москва, Россия,
olgawol@mail.ru

Фомичева Наталья Сергеевна

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет,
Москва, Россия,
fomicheva_79@mail.ru

Володина Виктория Артемовна

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет,
Москва, Россия,
vishyavika@mail.ru

Аннотация. Современные мегаполисы и крупные города сталкиваются с растущими транспортными нагрузками, что требует эффективного управления транспортными процессами. В статье рассматривается необходимость комплексного подхода к организации транспортных систем в условиях ускоренного роста городской инфраструктуры и увеличения численности населения. Актуальность исследования обусловлена потребностью в оптимизации транспортных процессов с учетом экологических требований и ограниченности пространства. В работе анализируются существующие инструменты управления, их классификация и структуризация, что позволяет выявить эффективные практики и предложить пути совершенствования транспортной политики в условиях урбанизации. Особое внимание уделяется проблемам, связанным с хронической перегрузкой улично-дорожной сети и неравномерным распределением транспортных потоков, что приводит к заторам и снижению мобильности населения.

Ключевые слова: транспортные процессы, городская инфраструктура, управление транспортом, интеллектуальные транспортные системы, перегрузка улично-дорожной сети, мобильность населения, транспортная политика.

© Володина О. А., Фомичева Н. С., Володина В. А., 2025

UDC 656.11
DOI: 10.24412/2312-6647-2025-446-109-119

STRUCTURING TOOLS FOR MANAGING TRANSPORT PROCESSES IN THE SYSTEM OF LARGE CITIES AND METROPOLISES

Volodina Olga Alexandrovna

Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University,
Moscow, Russia,
olgawol@mail.ru

Fomicheva Natalya Sergeevna

Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University,
Moscow, Russia,
fomicheva_79@mail.ru

Volodina Victoria Artyomovna

Moscow Automobile and Road Construction
State Technical University,
Moscow, Russia,
vishyavika@mail.ru

Abstract. Modern megalopolises and large cities are faced with growing transport loads, which requires effective management of transport processes. The article examines the need for an integrated approach to the organization of transport systems in conditions of accelerated growth of urban infrastructure and an increase in population. The relevance of the study is due to the need to optimize transport processes taking into account environmental requirements and limited space. The work analyzes existing management tools, their classification and structuring, which allows us to identify effective practices and suggest ways to improve transport policy in the context of urbanization. Particular attention is paid to problems associated with chronic overloading of the road network and uneven distribution of traffic flows, which leads to congestion and reduced mobility of the population.

Keywords: transport processes, urban infrastructure, transport management, intelligent transport systems, road network congestion, population mobility, transport policy.

Введение

Современные мегаполисы и крупные города сталкиваются с постоянным ростом транспортной нагрузки, что обусловливает необходимость эффективного управления транспортными процессами. Интенсивное развитие городской инфраструктуры, увеличение численности

населения и расширение деловой активности требуют комплексного подхода к организации транспортных систем. Одним из ключевых направлений становится структуризация инструментов управления, позволяющая не только повысить эффективность транспортных потоков, но и обеспечить устойчивое развитие городской среды.

Актуальность исследования обусловлена потребностью в оптимизации транспортных процессов в условиях ограниченности пространства, экологических требований и стремительного роста мобильности населения. Современные подходы к управлению транспортной системой предполагают использование широкого спектра инструментов — от планирования и регулирования движения до внедрения интеллектуальных транспортных систем и цифровых технологий.

Целью данной статьи является анализ существующих инструментов управления транспортными процессами, их классификация и структуризация с учетом специфики крупных городов и мегаполисов. Это позволит выявить наиболее эффективные практики и сформулировать предложения по совершенствованию транспортной политики в условиях урбанизации.

Основное исследование

Анализ и выявление проблем в управлении транспортными процессами в крупных городах и мегаполисах

Управление транспортными процессами в мегаполисах представляет собой сложную многокомпонентную систему, включающую в себя как технические, так и организационно-управленческие аспекты. В последние десятилетия крупные города сталкиваются с рядом острых проблем, обусловленных как объективными, так и субъективными факторами.

Проанализируем ключевые проблемы и факторы, препятствующие эффективному управлению городской транспортной системой (см. рис. 1).

Одной из главных проблем остается хроническая перегрузка улично-дорожной сети, связанная с ростом автомобилизации и неравномерным распределением транспортных потоков. Множество магистралей работают на пределе своей пропускной способности, что приводит к заторам, увеличению времени поездок и снижению общей мобильности населения.

Кроме того, в управлении транспортными процессами часто отсутствует целостный подход [1]. Различные ведомства и службы действуют автономно, без должной координации, что снижает эффективность принимаемых решений. Это касается как стратегического планирования, так и оперативного регулирования движения.

Также междугородние, пригородные и внутригородские транспортные системы часто не интегрированы между собой [2]. Это затрудняет пересадки,

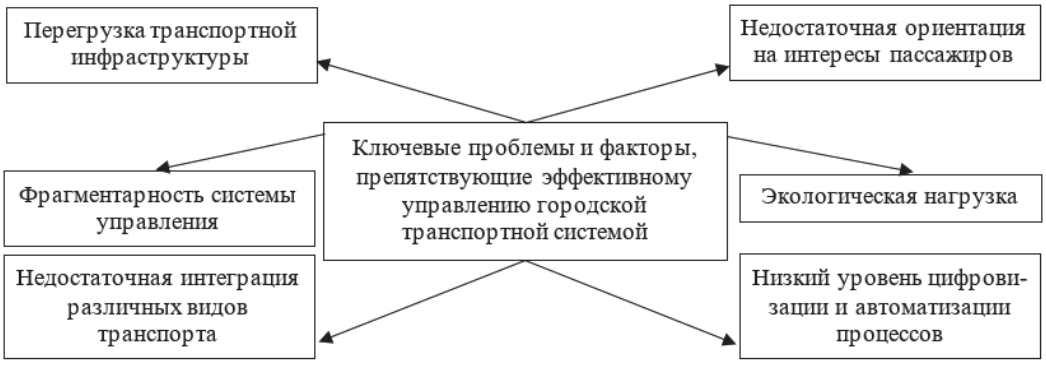

Рис. 1. Ключевые проблемы и факторы

увеличивает время в пути и снижает привлекательность общественного транспорта по сравнению с личным автомобилем.

Несмотря на появление умных транспортных систем, в большинстве мегаполисов цифровые технологии используются фрагментарно и недостаточно эффективно [3]. Это ограничивает возможности по мониторингу и оперативному управлению транспортными потоками в реальном времени.

Следующей проблемой является интенсивное движение автомобильного транспорта, так как оно способствует ухудшению экологической обстановки в городе [4]. Высокий уровень выбросов, шумовое загрязнение и негативное воздействие на здоровье населения требуют перехода к более экологичным формам транспорта, однако соответствующая политика реализуется медленно.

Кроме того, во многих случаях транспортное планирование ориентировано не на удобство пользователей, а на технические и административные параметры [5]. Это приводит к недостаточной доступности транспорта, неэффективной маршрутной сети и отсутствию качественного сервиса.

Таким образом, для повышения эффективности управления транспортными процессами в мегаполисах требуется не только модернизация технической инфраструктуры, но и пересмотр управленческих подходов, развитие цифровых решений и более глубокая интеграция всех компонентов транспортной системы.

Анализ существующих решений управления транспортными процессами в крупных городах и мегаполисах

Современная практика управления транспортными системами в мегаполисах включает в себя широкий спектр подходов — от традиционных методов регулирования движения до внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС), основанных на цифровых и коммуникационных технологиях [6]. В данном разделе проводится анализ существующих решений с учетом отечественного и зарубежного опыта (рис. 2).

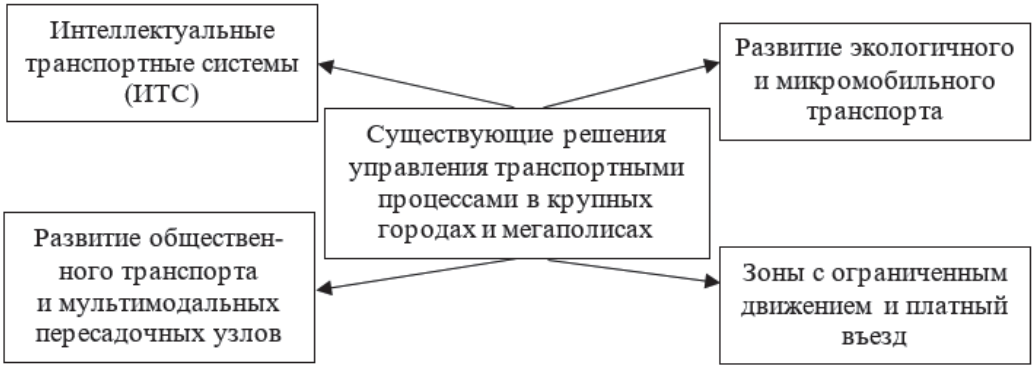

Рис. 2. Существующие решения управления транспортными процессами

Одним из ключевых направлений в решении транспортных проблем мегаполисов является внедрение ИТС[1], которые включают в себя адаптивные светофоры, системы автоматического мониторинга трафика, управления потоками и информирования водителей в реальном времени.

По данным проведенного Международной ассоциацией общественного транспорта исследования [7], за счет внедрения ИТС удалось сократить среднее время поездки в крупных городах на 12–25 %, а количество ДТП — на 15–20 %.

К примеру, в Москве благодаря запуску Центра организации дорожного движения (ЦОДД) и системы «Умный город» снизилась средняя продолжительность пробок на 17 % в период с 2018 по 2022 г. [8].

Также развитие и модернизация общественного транспорта остаются приоритетным направлением для крупных городов. Акцент делается на интеграцию различных видов транспорта, внедрение бесконтактной оплаты, цифровых сервисов, улучшение логистики и повышение привлекательности маршрутов [9].

Согласно данным отчета McKinsey & Company [10], города с развитой сетью общественного транспорта и системой мультимодальных узлов демонстрируют снижение доли использования личного автомобиля на 20–30 %, при этом пассажиропоток общественного транспорта увеличивается на 15–22 %.

В Сингапуре, где реализована одна из самых передовых интегрированных систем общественного транспорта, доля пользователей личного автомобиля составляет всего 38 %, в то время как в мегаполисах без развитой сети (например, в Лос-Анджелесе) — более 70 % [11].

Во многих мегаполисах наблюдается рост использования велосипедов, электросамокатов и другого микромобильного транспорта. Это связано с созданием велоинфраструктуры, систем краткосрочной аренды (шеринга) и стимулированием экологичных видов передвижения [12].

[1] Концепция создания и функционирования национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования (утв. Распоряжением Минтранса России от 30.09.2022 № АК-247-р). URL: https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-mintransarossii-ot-30092022-n-ak-247-r-ob-utverzhdenii/

По данным Statista [13], в Европе количество пользователей электросамокатов выросло с 4,5 млн в 2020 г. до 12,1 млн в 2023 г. При этом в городах, активно развивающих велоинфраструктуру (Копенгаген, Амстердам), до 40 % всех поездок совершается на велосипедах [14].

Ряд мегаполисов внедряют механизмы платного въезда в центр города и создают зоны с ограниченным или полностью закрытым для автомобилей движением. Эти меры направлены на снижение транспортной нагрузки и улучшение экологической обстановки.

Например, в Лондоне в результате введения Congestion Charge Zone (зона взимания платы за въезд) количество автомобилей в центре сократилось на 30 %, а уровень выбросов углекислого газа снизился на 20 % за пять лет [15].

Можно сделать выводы о том, что внедрение ИТС и цифровизация управления повышают эффективность транспортных систем, развитие общественного транспорта и мультимодальных решений способствует снижению зависимости от личного автомобиля, экологичные и индивидуальные виды мобильности становятся все более популярными, особенно в городах с поддерживающей инфраструктурой, а экономические и административные меры, такие как платный въезд и ограничение движения, демонстрируют устойчивый положительный эффект [16].

Однако, несмотря на успехи, ключевыми проблемами остаются недостаточная интеграция решений, отсутствие единой стратегии, а также ограниченность финансирования в отдельных регионах. Таким образом, дальнейшее развитие транспортной системы мегаполисов требует системного подхода, межведомственной координации и активного внедрения инноваций.

Предлагаемое решение

На основе анализа существующих проблем и оценки эффективности текущих практик управления транспортными процессами в мегаполисах можно предложить интегрированное комплексное решение, направленное на оптимизацию городской мобильности [17]. Предлагаемый подход сочетает в себе технологические, организационные и экологические меры, доказавшие свою эффективность в различных странах.

Ключевые направления предлагаемого решения:

1. *Масштабное внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС).* Использование адаптивных светофоров, автоматических систем мониторинга трафика, цифровых панелей навигации, мобильных приложений и интеграции с ГЛОНАСС/GPS-сервисами позволяет регулировать движение в реальном времени и минимизировать заторы.

2. *Развитие общественного транспорта и мультимодальных пересадочных узлов.* Повышение привлекательности общественного транспорта

через улучшение логистики, внедрение цифровых платформ, развитие транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), сокращение интервалов движения и создание приоритетных полос.

3. *Развитие экологичных и индивидуальных видов транспорта (микромобильность).* Расширение сети велодорожек, внедрение станций аренды электросамокатов, субсидирование покупок экологичного транспорта и интеграция микромобильности с общественным транспортом.

4. *Введение платного въезда в центр города и ограничение движения в перегруженных зонах.* Динамическое ценообразование, ограничение времени въезда, создание пешеходных зон — все это способствует снижению плотности трафика и улучшению экологической ситуации.

Таким образом, предлагаемая стратегия должна быть направлена на интеграцию различных мер в рамках единой городской транспортной политики. Только комплексный подход с учетом цифровизации, устойчивого развития и удобства для горожан позволит добиться значительного повышения эффективности транспортных процессов в мегаполисах.

Обоснование эффективности принятого решения

Для оценки эффективности интегрированного подхода к управлению транспортными процессами в мегаполисах были проанализированы три ключевых критерия: снижение пробок, снижение выбросов CO_2 и рост привлекательности общественного транспорта.

1. *Снижение пробок.* Наибольший эффект по снижению заторов демонстрируют меры по введению платного въезда в центр города (до 30 %) и развитие общественного транспорта (25 %). Внедрение ИТС позволяет добиться снижения заторов на 20 % благодаря управлению трафиком в реальном времени (см. рис. 3). Эти данные подтверждаются практиками Лондона, Москвы и Сингапура [7].

2. *Снижение выбросов CO_2.* Микромобильность (велосипеды, самокаты и пр.) показывает наивысший эффект в сокращении углеродного следа — до 28 %. Общественный транспорт и ИТС также играют значительную роль, обеспечивая снижение выбросов на 22 и 18 % соответственно (см. рис. 4).

3. *Рост привлекательности общественного транспорта.* Развитие транспортно-пересадочных узлов и улучшение сервиса увеличивает привлекательность общественного транспорта до 30 % (по данным McKinsey, 2022) [10]. Даже ИТС и платный въезд косвенно способствуют росту использования общественного транспорта, стимулируя отказ от личного автомобиля (см. рис. 5).

Интеграция всех перечисленных мер в транспортную стратегию мегаполиса позволяет:

1) комплексно снизить транспортную нагрузку на 60–70 %, если учитывать комбинированный эффект;

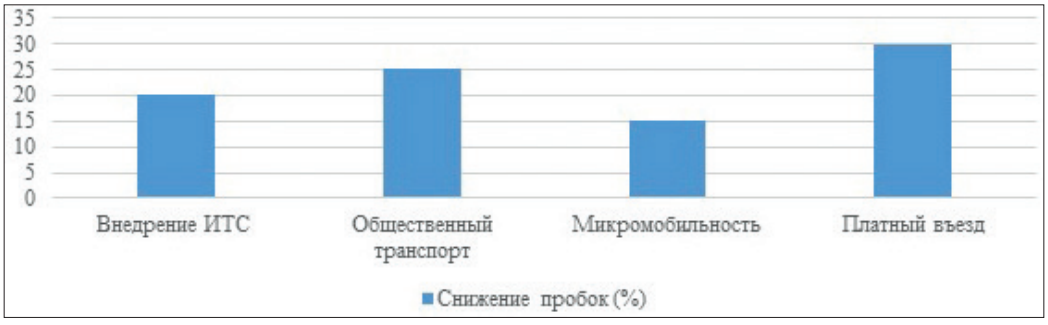

Рис. 3. Снижение пробок при реализации различных транспортных решений (%)

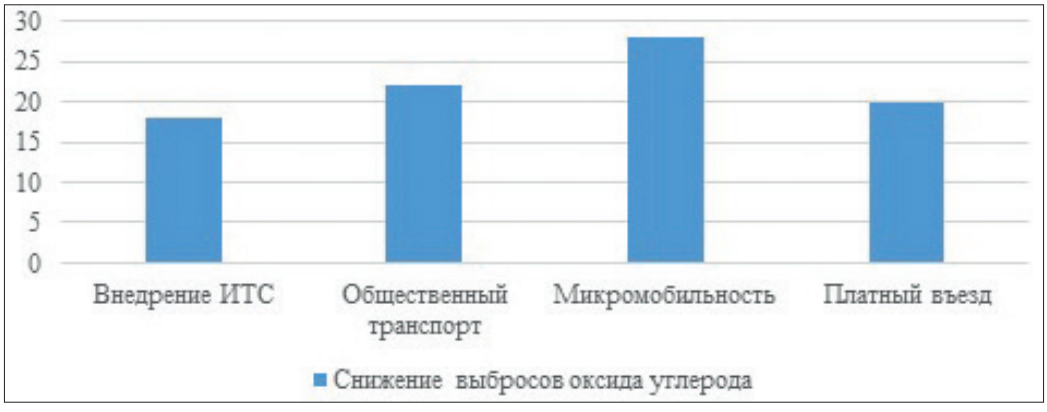

Рис. 4. Снижение выбросов CO_2 при реализации различных транспортных решений (%)

Рис. 5. Рост привлекательности общественного транспорта (%)

2) уменьшить выбросы CO_2 на 50 % и более при параллельной экологической политике;

3) стимулировать рост доли пользователей общественного транспорта на 30–40 % в течение нескольких лет.

Такая комплексная модель управления транспортными процессами подтверждает свою эффективность как в теории, так и на практике в ведущих мировых мегаполисах.

Заключение

Управление транспортными процессами в условиях крупных городов и мегаполисов представляет собой одну из важнейших задач в сфере градостроительной политики и устойчивого развития. Проведенный анализ показывает, что существующие проблемы — такие как перегрузка улично-дорожной сети, неэффективность координации между различными транспортными службами, низкий уровень цифровизации и высокий экологический ущерб — требуют комплексного и системного подхода.

Предлагаемое интегрированное решение, включающее в себя внедрение интеллектуальных транспортных систем, развитие общественного транспорта и мультимодальных узлов, стимулирование микромобильности и введение платного въезда в центральные зоны, доказало свою эффективность как в теоретических моделях, так и на практике в ряде ведущих мегаполисов.

Статистические данные и аналитика подтверждают, что такая стратегия способна обеспечить снижение пробок на 20–30 %, уменьшение выбросов CO_2 на 18–28 % и рост привлекательности общественного транспорта до 30 %. Эти результаты указывают на высокую эффективность предложенных мер при их совместной реализации.

Таким образом, структуризация и внедрение современных инструментов управления транспортными процессами являются ключом к формированию комфортной, безопасной и экологичной городской среды [18–19]. Успешная реализация данной модели возможна только при наличии политической воли, устойчивого финансирования, широкой цифровизации и активного взаимодействия всех участников транспортной системы.

Список источников

1. Собянин С. С. Умный город: цифровая трансформация Москвы. М.: Правительство Москвы, 2022. 96 с.

2. Гладких В. И. Интеллектуальные транспортные системы: теория и практика. СПб.: Питер, 2021. 288 с.

3. Барабанов П. А. Транспортное планирование в городах: учебник. М.: Изд-во УрГУПС, 2020. 204 с.

4. Капустин И. М., Романов С. П. Урбанизация и транспорт: вызовы XXI века // Вестник транспортной науки. 2022. № 4. С. 12–20.

5. Васильев А. Г. Анализ эффективности платного въезда в центр города // Транспортное дело России. 2023. № 3. С. 44–49.

6. Колосов Ю. С. Интеграция общественного и индивидуального транспорта в мегаполисах // Урбанистика. 2021. № 2. С. 58–64.

7. Международная ассоциация общественного транспорта (UITP). Глобальный отчет о развитии транспортных систем. Брюссель: UITP, 2023. 68 с.

8. Центр организации дорожного движения (ЦОДД). Итоговый аналитический отчет о развитии ИТС в Москве за 2018–2022 гг. М.: ЦОДД, 2023. 42 с.

9. ОЭСР (OECD). Urban Mobility Innovation Report. Paris: OECD Publishing, 2022. 75 p.

10. McKinsey & Company. The Future of Mobility: Urban Transportation Systems in 2030. New York: McKinsey Global Institute, 2022. 58 p.

11. World Bank. Smart Cities and Urban Transport Systems. Washington D.C.: World Bank Group, 2021. 81 p.

12. Европейская Комиссия. Green Transport Strategy for Urban Europe. Brussels: EU Directorate-General for Mobility and Transport, 2021. 64 p.

13. Statista. E-scooter users in Europe from 2020 to 2023. Statista Mobility Report, 2023. 28 p.

14. European Cyclists' Federation (ECF). Cycling and Urban Air Quality Report. Brussels: ECF, 2022. 34 p.

15. Transport for London. Central London Congestion Charge: Annual Report 2022. London: TfL, 2022. 39 p.

16. Исследовательский центр «Цифровой город». Роль цифровых платформ в управлении городской мобильностью. М.: Цифровая экономика, 2023. 48 с.

17. Schneider B. Mobility Trends in Global Megacities. Berlin: Springer, 2022. 210 p.

18. ITDP (Institute for Transportation and Development Policy). Urban Mobility Scorecard. New York: ITDP, 2022.

19. UN-Habitat. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022. 92 p.

References

1. Sobyanin S. S. Umny`j gorod: cifrovaya transformaciya Moskvy`. M.: Pravitel`stvo Moskvy`, 2022. 96 s.

2. Gladkix V. I. Intellektual`ny`e transportny`e sistemy`: teoriya i praktika. SPb.: Piter, 2021. 288 s.

3. Barabanov P. A. Transportnoe planirovanie v gorodax: uchebnik. M.: Izd-vo UrGUPS, 2020. 204 s.

4. Kapustin I. M., Romanov S. P. Urbanizaciya i transport: vy`zovy` XXI veka // Vestnik transportnoj nauki. 2022. № 4. S. 12–20.

5. Vasil`ev A. G. Analiz e`ffektivnosti platnogo v``ezda v centr goroda // Transportnoe delo Rossii. 2023. № 3. S. 44–49.

6. Kolosov Yu. S. Integraciya obshhestvennogo i individual`nogo transporta v megapolisax // Urbanistika. 2021. № 2. S. 58–64.

7. Mezhdunarodnaya associaciya obshhestvennogo transporta (UITP). Global`ny`j otchet o razvitii transportny`x sistem. Bryussel`: UITP, 2023. 68 s.

8. Centr organizacii dorozhnogo dvizheniya (CzODD). Itogovy`j analiticheskij otchet o razvitii ITS v Moskve za 2018–2022 gg. M.: CzODD, 2023. 42 s.

9. OE`SR (OECD). Urban Mobility Innovation Report. Paris: OECD Publishing, 2022. 75 p.

10. McKinsey & Company. The Future of Mobility: Urban Transportation Systems in 2030. New York: McKinsey Global Institute, 2022. 58 p.

11. World Bank. Smart Cities and Urban Transport Systems. Washington D.C.: World Bank Group, 2021. 81 p.

12. Evropejskaya Komissiya. Green Transport Strategy for Urban Europe. Brussels: EU Directorate-General for Mobility and Transport, 2021. 64 p.

13. Statista. E-scooter users in Europe from 2020 to 2023. Statista Mobility Report, 2023. 28 r.

14. European Cyclists' Federation (ECF). Cycling and Urban Air Quality Report. Brussels: ECF, 2022. 34 p.

15. Transport for London. Central London Congestion Charge: Annual Report 2022. London: TfL, 2022. 39 p.

16. Issledovatel`skij centr «Cifrovoj gorod». Rol` cifrovy`x platform v upravlenii gorodskoj mobil`nost`yu. M.: Cifrovaya e`konomika, 2023. 48 s.

17. Schneider B. Mobility Trends in Global Megacities. Berlin: Springer, 2022. 210 p.

18. ITDP (Institute for Transportation and Development Policy). Urban Mobility Scorecard. New York: ITDP, 2022.

19. UN-Habitat. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022. 92 p.

Информация об авторах / Information about the authors

Володина Ольга Александровна — кандидат технических наук, доцент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва, Россия.

Volodina Olga Alexandrovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia.

olgawol@mail.ru

Фомичева Наталья Сергеевна — старший преподаватель, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва, Россия.

Fomicheva Natalya Sergeevna — Senior Lecturer, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russia.

fomicheva_79@mail.ru

Володина Виктория Артемовна — аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, Москва, Россия.

Volodina Victoria Artyomovna — Graduate Student, Moscow Automobile and Highway State Technical University, Moscow, Russia.

vishyavika@mail.ru