

Научная статья

УДК 338.47, 338.49, 656.09, 338.28

JEL: L91, L98, M38

doi: 10.18184/2079-4665.2021.12.3.288-305

Концепция устойчивой мобильности в современных мегаполисах

Дмитрий Вадимович Завьялов

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, Москва, Россия

Zavyalov.DV@rea.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1963-0021>

Аннотация

Цель статьи – формирование общей концепции управления устойчивой мобильностью в мегаполисах на основе анализа основных подходов к управлению развитием устойчивой мобильности.

Методы или методология проведения работы. Исследование основано на применении методов системного анализа. Для работы использовались научные публикации, нормативные правовые акты, стратегические плановые документы, справочные, аналитические и методические материалы российских, зарубежных и международных организаций, а также материалы научно-практических конференций и результаты эмпирических исследований, выполненных при участии автора.

Результаты работы. Для достижения цели исследования выполнен анализ развития устойчивой транспортной мобильности в крупных городах и актуальных стратегий ее дальнейшего формирования, что позволило выделить основные элементы концептуальной модели развития транспортной мобильности. Сформирована концептуальная модель развития устойчивой мобильности в мегаполисах. Определена структура адаптивной системы управления, на базе которой может быть реализована концепция устойчивой мобильности с организацией эффективного взаимодействия стейкхолдеров.

Выводы. Локальные решения в сфере транспортной мобильности не дают ожидаемых результатов, а в ряде случаев приводят к конфликту интересов. Это требует комплексного подхода к формированию устойчивой мобильности как свойства транспортной системы удовлетворять потребности в мобильности людей и предприятий в городах и их окрестностях для лучшего обеспечения качества жизни. Концептуальной основой развития устойчивой мобильности в мегаполисах являются несколько определяющих факторов: целеполагание, планирование, взаимодействие, практическая реализация, эксплуатация.

Эффективное управление устойчивой транспортной мобильностью способно обеспечить применение аналитических платформ, объединенных в экосистему. Процесс формирования экосистемы является длительным и зависит от технологических, инфраструктурных, организационно-правовых, финансово-экономических факторов. Среди ряда первоочередных проблем, требуемых решения, наиболее актуальным является повышение уровня вовлеченности и степени ответственности стейкхолдеров в развитии устойчивой транспортной мобильности.

Ключевые слова: устойчивая транспортная мобильность, транспортная система, концептуальная модель, структура адаптивной системы управления, взаимодействие стейкхолдеров

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Завьялов Д. В. Концепция устойчивой мобильности в современных мегаполисах // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2021. Т. 12. № 3. С. 288–305

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2021.12.3.288-305>

© Завьялов Д. В., 2021



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

The Concept of Sustainable Mobility in Modern Megacities

Dmitry V. Zavyalov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Zavyalov.DV@rea.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1963-0021>

Abstract

Purpose: to formulate the general conception of sustainable mobility management in modern cities based on an analysis of the main approaches to the management of the development of sustainable mobility.

Methods: the study is based on the application of systems analysis methods. The analysis is based on open sources information such as scientific articles, legal and regulatory acts, official strategic planning documents, analytical and methodical materials of Russian and international conferences. The article also includes the results of the author's empirical research conducted.

Results: an analysis of the development of sustainable transport mobility in large cities and current strategies for its further formation was carried out. It allowed identifying the main elements of the conceptual model of the development of transport mobility. The research defines the structure of an adaptive system for sustainable mobility management, which would form a basis for developing a sustainable mobility concept to effectively organize various stakeholders' cooperation.

Conclusions and Relevance: local solutions for transportation mobility may not be practical or can lead to a conflict of interests. That calls for the complex approach to forming sustainable mobility as a feature of a city transportation system to satisfy the demand for mobility to increase the quality of life in the cities. The conceptual basis for the development of sustainable mobility consists of goal setting, planning, collaboration, implementation, usage.

The effective management of sustainable mobility can be achieved by implementing digital analytical platforms, working as a single ecosystem. Developing such an ecosystem can be time-consuming and directly influenced by technological, infrastructural, legal, and economic factors. The most urgent is to redesign the existing mobility patterns to achieve the environmental goals, the higher quality of life of city residents, the engagement of different stakeholders in sustainable mobility development.

Keywords: sustainable mobility, transportation system, conceptual model, adaptive management system, collaboration of stakeholders

Conflict of Interes. The Author declares that there is no Conflict of Interest.

For citation: Zavyalov D. V. The Concept of Sustainable Mobility in Modern Megacities. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2021; 12(3):288–305. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2021.12.3.288-305>

© Zavyalov D. V., 2021

Введение

Устойчивая транспортная мобильность является необходимым и обязательным условием жизнедеятельности и развития современных городов. Рост числа жителей мегаполисов, увеличение количества транспортных средств на дорогах, расширение транспортной сети усиливают требования к управлению транспортной мобильностью с целью исключить дискриминацию различных категорий населения, обеспечить высокий уровень безопасности участников дорожного движения и пешеходов, сохранить экологию города, и при этом обеспечить развитие экономики мегаполиса. Современные стратегии развития городских агло-

мераций и мегаполисов формируются на основе принципов создания комфортной среды проживания населения и удовлетворения потребностей в мобильности людей с учетом целей перемещения (коммерческих, личных, общественных, познавательных и др.), предпочтений пассажиров, качества транспортных услуг¹ [1, 2, 3].

В настоящее время теоретические исследования в области формирования транспортной мобильности отстают от практических действий, реализуемых в большинстве мегаполисов развитых стран. Это объясняется междисциплинарным характером исследуемых проблем, ограниченной доступностью первичных данных или их неудовлетворительным качеством

¹ Завьялов Д.В., Пищикова О.В. Сагинова О.В. Эволюция концепции городской мобильности // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Том 10. № 2. С. 309-320. DOI: 10.18334/ep.10.2.100426

при отсутствии стандартного подхода к их формированию, а также наличием существенных специфических ограничений для каждого мегаполиса. Однако опыт, накопленный мегаполисами в различных странах мира, позволяет сформировать концептуальный подход к развитию устойчивой транспортной мобильности в крупных городах и агломерациях, который может быть применен для территорий, находящихся на пути формирования комфортной городской среды. Целью данного исследования является анализ основных подходов к развитию и формированию концепции управления устойчивой транспортной мобильностью мегаполиса.

Обзор литературы и исследований. Для многих мегаполисов мира характерна определенная траектория развития транспортной мобильности. Начальный этап связан с активной автомобилизацией в результате экономического роста и повышения благосостояния населения. Данный процесс потребовал развития теории планирования транспортной инфраструктуры, что нашло отражение в научных работах Зильберталя А.Х. [4], Шелейховского Г.В. [5], Якшина А.М. [6], Полякова А.А. [7] и др. Достаточно быстро стало очевидным, что увеличение пространства под дорожно-транспортную сеть не решает проблему повышения мобильности горожан, а усугубляет транспортную ситуацию, наносит огромный вред экологии городов и здоровью людей. Доказательством стали эмпирические исследования, послужившие, в том числе, основой для формулировки парадокса Доунса-Томсона [8–10].

Решением проблем автомобилизации стало смещение фокуса исследований в область использования общественного транспорта [11, 12] и новых средств мобильности² [13]. Научные публикации по вопросам развития общественного транспорта в 90-х годах прошлого века были сосредоточены на вопросах доступности общественного транспорта и обсуждении показателей качества

транспортной услуги в связке с такими факторами, как стоимость городской земли, уровень доходов населения, влияние на экологию. Ориентация на конечного потребителя транспортной услуги практически отсутствовала. Комитет Транспортных Исследований США, предложивший исследовательскую программу по изучению удовлетворенности потребителей услугами общественного пассажирского транспорта, и Комитет по Стандартизации ЕС³ существенно способствовали переориентации вектора исследований и разработке подходов к оценке качества транспортной услуги на основе широкого спектра субъективных и объективных показателей, более полно раскрывающих суть услуги общественного пассажирского транспорта и потребности основных пользователей в транспортной мобильности⁴ [14].

При продолжающемся процессе автомобилизации экологические проблемы мегаполисов стали доминирующими. Первые публикации о необходимости снижения уровня загрязнения атмосферы, почвы и воды были опубликованы в начале XXI века⁵ [15, 16]. Основные направления исследований относились к вопросам снижения выбросов загрязняющих веществ от транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, организации трафика транспортных средств, разработки технических решений по снижению уровня шума и вибраций, создаваемых транспортной системой. В европейской научной среде в оборот входит понятие «устойчивая мобильность» – свойство транспортной системы удовлетворять потребности в мобильности людей и предприятий в городах и их окрестностях для лучшего обеспечения качества жизни. Концепция устойчивой транспортной мобильности стала отражением общей системы мировоззрения сообщества на процессы развития стран, ориентированных на экономическое развитие, экологическую устойчивость и социальное равенство⁶.

² Мониторинг развития велотранспортной инфраструктуры мегаполиса: Коллективная монография / Завьялов Д.В., Сагинова О.В., Завьялова Н.Б., Киреева Н.С. и др. / под редакцией Д.В. Завьялова, О.В. Сагиновой. М.: ИнфраМ, 2019. 212 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231600>

³ European standard en 13816:2002 «Transportation – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition, targeting and measurement».

⁴ Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan Second Edition. URL: <https://www.eltis.org/mobility-plans/sump-guidelines>; History of intelligent transportation systems. U.S. Department of Transportation. URL: <https://www.its.dot.gov/history/offline/download.pdf> (дата обращения: 30.11.2020)

⁵ Traffic Management and Noise Reducing Pavements: Recommendations on Additional Noise Reducing Measures. Danish Road Institute, Ministry of Transport and Energy, Copenhagen, 2004; Turn Down the Noise – Softening the Impact of Excess Transport Noise. European Environment Agency Articles, 2009. URL: <https://www.eea.europa.eu/articles/turn-down-the-noise-2013-67-million-europeans-endure-high-transport-noise-exposure>

⁶ Преодоление барьеров: человеческая мобильность и развитие. Доклад о развитии человека 2009. ПРООН. М.: Весь Мир, 2009. 229 с. URL: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2009-russian.pdf>; Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач. Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202019%20refinement_Rus.pdf

С развитием информационных технологий и систем стало возможным применение сложных алгоритмов и систем управления транспортными потоками и внедрение интеллектуальных транспортных систем.

Уже в настоящее время такие системы ориентированы на обеспечение безопасности дорожного движения, персонализированную поддержку пассажиров и водителей, идентификацию и отслеживание транспортных средств в реальном времени, управление воздушным, автомобильным и железнодорожным движением [17, 18]. В соответствии с ГОСТ Р 56294-2014⁷ и ГОСТ Р 56829-2015⁸ интеллектуальная транспортная система (ИТС) – это «система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфорта для водителей и пользователей транспорта».

Основные группы сервисов ИТС представлены в табл. 1. Несмотря на multifunctionality ИТС, решаемые ею задачи ограничены транспортной системой мегаполиса и субъектами, ассоциированными исключительно с функционированием транспортной системы. При этом даже в этом аспекте не рассматриваются вопросы управления такими важными инфраструктурными объектами как вокзальные комплексы, парковочные пространства, инфраструктура средств микромобильности. В ИТС не предусмотрен анализ качества транспортной услуги, отсутствует организация взаимодействия всех ассоциированных с устойчивой мобильностью субъектов, включая (1) государственные и коммерческие организации, непосредственно относящиеся к развитию транспортной системы и управлению транспортными потоками в мегаполисе; (2) организации, прямо или косвенно вовлеченные в развитие всей городской инфраструктуры (агентства городского планирования и устойчивого развития, консалтинговые агентства, участники научных исследований и образовательной системы; (3) общественность; (4) представителей бизнес-сообщества.

В 2011 году в документах ЕС по транспортному развитию было отмечено, что развитая транс-

Таблица 1

Сервисные группы интеллектуальных транспортных систем в части транспортной мобильности

Table 1

Service groups of intelligent transport systems for transport mobility

Группы сервисов	Назначение
Информирование участников движения	Обеспечить пользователей ИТС как статической, так и динамической информацией о состоянии транспортной сети, включая модальные перемещения и перемещения посредством трансферов
Управление дорожным движением и действия по отношению к его участникам	Управление движением транспортных средств, пассажиров и пешеходов, находящихся в транспортной сети
Конструкция транспортных средств	Повышение безопасности, надежности и эффективности функционирования транспортных средств посредством предупреждения пользователей, или управления системами или агрегатами транспортных средств
Общественный транспорт	Функционирование служб общественного транспорта и предоставление информации перевозчикам и пользователям, учитывая аспекты мультимодальных перевозок
Электронные платежи на транспорте	Транзакции и резервирование в транспортном секторе
Персональная безопасность, связанная с дорожным движением	Защита пользователей транспортного комплекса, включая пешеходов и участников движения с повышенной уязвимостью

Разработано автором на основе: ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200086739>

Developed by the author on the basis: GOST R ISO 14813-1-2011. Intelligent transport systems. The scheme of building the architecture of intelligent transport systems. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200086739>

⁷ГОСТ Р 56294-2014. Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115739>

⁸ГОСТ Р 56829-2015. Интеллектуальные транспортные системы. Термины и определения. Дата введения 01.06.2016 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200128315>

портная инфраструктура формирует устойчивую мобильностью и способствует экономическому развитию. В 2017 году Европейская комиссия сформулировала, а в дальнейшем расширила направления научных исследований в сфере устойчивой мобильности и включила кроме исследований по развитию транспортной системы вопросы управления, ценообразования, налогообложения и финансов, интермодальность, интеграцию транспортных систем, оптимизацию жизненного цикла транспортной инфраструктуры, безопасность участников транспортной системы, цифровизацию, связав эти направления в 2019 году с целями устойчивого развития⁹.

В результате устойчивая транспортная мобильность может рассматриваться как интегрированная услуга (транспортная, информационная, социальная, платежная), предоставляемая на основе: (1) развитой транспортной инфраструктуры и внедрения инновационных методик к проектированию, строительству, техническому обслуживанию и модернизации, что позволяет обеспечить минимальное негативное воздействие на окружающую среду и повысить безопасность участников дорожного движения; (2) управления интегрированной инфраструктурой с использованием актуальных и достоверных данных, что обеспечит формирование устойчивой транспортной мобильности для различных категорий пользователей; (3) управления спросом, предоставляя возможность выбора альтернативных маршрутов и транспортных средств с использованием технологий ситуационного моделирования; (4) управления информационным обеспечением на базе цифровых технологий и других решений, соответствующих потребностям всех категорий пользователей; (5) внедрения безбарьерных условий перемещения.

Решение полного комплекса задач требует анализа современных стратегий развития устойчивой транспортной мобильности, а также методологических подходов к реализации прогрессивных стратегий.

Материалы и методы. При выполнении исследования использовались научные публикации, нормативные правовые акты, стратегические плановые документы, справочные, аналитические и методические материалы российских, зарубежных и

международных организаций, а также материалы научно-практических конференций и результаты эмпирических исследований, выполненных при участии автора, в период с 2015 года до настоящего времени. В процессе анализа стратегических планов развития устойчивой транспортной мобильности, при проведении институционального анализа, оценке интересов субъектов, ассоциированных с развитием устойчивой транспортной мобильности, применялись методы системного анализа.

Результаты исследования

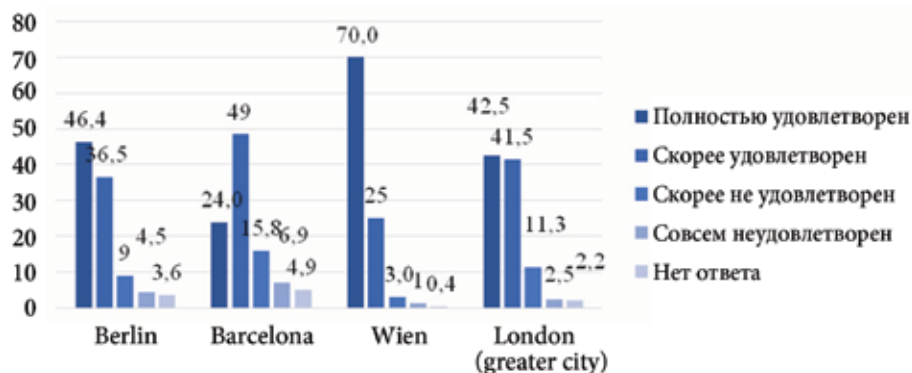
Современные стратегии развития транспортной системы и устойчивой мобильности формируются на основе принципов устойчивого развития, сформулированных в резолюции ООН¹⁰, что отражает консенсусный подход к прогрессивному развитию человечества и идеологию, ориентированную на повышение качества жизни, создание комфортной среды проживания и удобного социального взаимодействия людей в общественных пространствах, формирование эффективной среды хозяйственной деятельности, способствующей развитию активной мобильности в благоприятных для здоровья экологических условиях. Отличия в принятых стратегиях городов определяются достигнутым уровнем развития транспортной системы, качеством транспортных услуг (рис. 1) и готовностью к реализации амбициозных целей.

Стратегии отдельных крупных городов, достигших существенных результатов, представлены в табл. 2. Так, одной из задач стратегии Вены на 2025 год является ориентация на создание смешанных городских структур для объединения услуг в компактных пространствах с целью сокращения расстояния для достижения цели перемещения.

Стратегия Лондона нацелена на создание «здоровых» улиц, способных обеспечить мобильность горожан с высоким уровнем качества самого перемещения, вне зависимости от того, какой вид транспорта они использовали. Для стимулирования жителей к пешеходному и велосипедному перемещению предусматривается формирование человеко-ориентированных кварталов, где автомобильный транспорт не является доминирующим. В число целевых показателей в стратегию Лондона включено обеспечение доступности в пределах 400 м высококачественного безопасного велоси-

⁹Руководство по устойчивой городской мобильности и территориальному планированию. Содействие активной мобильности. ООН. Женева, 2020. 222 с. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp5/publications/1922152R_web.pdf

¹⁰Резолюция Генеральной ассамблеи ООН A/RES/70/1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_ru.pdf; Преодоление барьеров: человеческая мобильность и развитие. Доклад о развитии человека 2009. ПРООН. М.: Издательство «Весь Мир», 2009. 229 с. URL: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2009-russian.pdf>



Составлено автором по материалам: Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat>

Рис. 1. Уровень удовлетворенности общественным транспортом в городах Европы, 2019 г.

Compiled by the author based on the materials: Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eur>

Fig. 1. Level of satisfaction with public transport in European cities, 2019

педного маршрута к 2041 году для 70% жителей города. При планировании/модернизации городских структур учитываются возможности всех категорий жителей.

Берлин ориентируется на сохранение полицентрической структуры города и обеспечение транспортной доступности для людей, проживающих в новых районах города, за счет создания условий для использования велосипедов или экологически безопасных транспортных средств. При этом предпринимаются усилия для интеграции дорожной инфраструктуры удаленных кварталов с существующими транспортными магистралями.

Стратегия Сингапура учитывает необходимость дальнейшего повышения качества транспортных услуг, создание разветвленной сети велодорожек, сокращение длительности поездки с 45-ти до 20-ти минут, создание условий для формирования новой культуры мобильности, предполагающей активное перемещение пешком, на велосипедах или с использованием экологически безопасных средств передвижения. К 2040 году весь парк городских автобусов и такси планируется перевести на экологически чистые транспортные средства. В стремлении к нулевой смертности в результате дорожно-транспортных аварий и созданию безопас-

ной городской среды предусматривается большой блок мероприятий в сферах образования и правового регулирования. Особое значение в стратегии развития устойчивой мобильности Сингапура уделяется внедрению интеллектуальных транспортных систем.

В Москве, благодаря реализации транспортной стратегии 2010–2019 годов¹¹, удалось преодолеть сложную транспортную ситуацию, сложившуюся в начале XXI века, что позволило городу стать мировым лидером по эффективности использования общественного транспорта (табл. 3).

Реализуемые Правительством Москвы программы в области развития транспортной системы влияют на транспортное поведение жителей. Так, за последние 5 лет почти 30% опрошенных горожан стали меньше пользоваться автомобилем, 25% используют автомобиль также интенсивно, а 10% стали пользоваться автомобилем больше. Доля респондентов, которые вообще не пользуются автомобилем в Москве, составляет 35%¹².

Происходящие изменения находят поддержку у жителей разных возрастных групп (рис. 2–4). Более 50% респондентов поддерживает развитие велотранспортной инфраструктуры и каршеринга – достаточно новых моделей мобильности для

¹¹ Развитие транспортной системы Москвы с 2010 до 2019 года. URL: https://transport.mos.ru/common/upload/docs/prez/MosDepTrans_Brochure2019_alex_13.08f_3.pdf; Мониторинг развития велотранспортной инфраструктуры мегаполиса: Коллективная монография / Завьялов Д.В., Сагинова О.В., Завьялова Н.Б., Киреева Н.С. и др. / под редакцией Д.В. Завьялова, О.В. Сагиновой. М.: ИнфраМ, 2019. 212 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41231600>; Маркетинговый подход к управлению качеством транспортного обслуживания: монография / А.М. Асалиев, Н.Б. Завьялова, О.В. Сагинова, И.В. Спирин, И.И. Скоробогатых и др. / под ред. канд. техн. наук Н.Б. Завьяловой, докт. экон. наук О.В. Сагиновой, докт. техн. наук И.В. Спирина. Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2016. 172 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=259403/>

¹² Оценка транспортных предпочтений москвичей и экологической ситуации в Москве за последние пять лет. Результаты опроса, проведенного РЭУ им. Г.В. Плеханова. Апрель 2020 г. URL: <https://www.rea.ru/ru/news/SiteAssets/ek.pdf>

Таблица 2
Table 2

Характеристики транспортных стратегий и планов мегаполисов мира

Characteristics of transport strategies and plans of megacities

Город	Стратегия	Горизонт планирования	Направления планирования
Лондон	Транспортная стратегия Лондона (Mayor's Transport Strategy) ¹³	Принята в 2018 году, план на 2019–2041 годы	«Здоровые» улицы как среда общественного пространства города Увеличение доли общественного транспорта в поездках и снижение зависимости от личных автомобилей. Повышение качества услуг общественного транспорта Обеспечение доступности общественного транспорта для всех категорий граждан Улучшение экологии городской среды Создание условий для комфортного перемещения пешком или на велосипедах, обеспечивающих повышение физической активности в городе и пригородах Лондона Повышение безопасности дорожного движения (безопасные скорости, безопасное поведение, безопасный дизайн улиц и безопасные транспортные средства) Повышение личной безопасности людей на улицах города Повышение эффективности грузовых перевозок
Вена	Тематическая концепция городской транспортной мобильности Вены (Thematic concept urban mobility plan Vienna Together on the move, STEP 2025) ¹⁴	2025 г.	Приверженность устойчивому развитию для обеспечения баланса между экономическим развитием, социальной справедливостью и качеством окружающей среды Обеспечение условий мобильности без владения автомобилем Увеличение доли активной мобильности (пешком или на велосипеде) Увеличение доли экологичности Развитие систем совместного пользования транспортными средствами Комплексный подход, учитывающий практику и стратегии развития всех направлений жизнедеятельности города Внедрение инновационных технологических решений для снижения энергопотребления венской транспортной системой Ориентация на смешанные городские структуры для объединения услуг в компактных пространствах с целью сокращения расстояния для достижения цели перемещения Ориентация на сотрудничество и диалог со стейкхолдерами
Нью-Йорк	Один Нью-Йорк: План для сильного и справедливого города (OneNYC: The Plan for a Strong and Just City) ¹⁵	2050 г.	Модернизация транспортной инфраструктуры, включая метрополитен Повышение доступности общественного транспорта для людей с ограниченными возможностями Повышение эффективности управления проектами по развитию транспортной системы Развитие устойчивых моделей мобильности – перемещение общественным транспортом, пешие прогулки и езда на велосипеде Повышение уровня безопасности на дорогах города Поддержка малообеспеченных граждан и снижение их транспортных расходов Снижение выбросов, влияющих на изменение климата за счет использования электромобилей, уменьшения числа автомобилей, в

¹³ Our transport strategy and local implementation plan for 2019–2041 plan. URL: <https://lewisham.gov.uk/inmyarea/regeneration/transport-and-major-infrastructure/local-implementation-plan>

¹⁴ Thematic concept urban mobility plan Vienna Together on the move, STEP 2025. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008443.pdf>

¹⁵ New York City's Green New Deal URL: <https://onenyc.cityofnewyork.us/>; OneNYC 2050: Building a Strong and Fair City URL: <https://onenyc.cityofnewyork.us/about/>

Продолжение таблицы 2
Continuation of the table 2

Город	Стратегия	Горизонт планирования	Направления планирования
Берлин	План развития города мобильность и транспорт Берлин 2030 (Stadtentwicklungsplan Mobilität und Verkehr Berlin 2030) ¹⁶	2030 год	том числе и внедорожников Благоустройство общественных пространств Совершенствование логистики грузового транспорта Совершенствование системы управления городом Привлечение общественности к управлению городом. Сохранение и укрепление полицентрической городской структуры: сохранение и улучшение условий для мобильности в кварталах, жилой, торговой или рабочей зонах, повышение доступности городских пространств при перемещениях между районами и/или перемещениями в городской центр с использованием экологически чистого транспорта Планирование развития транспорта с учетом растущего города, создание, проектирование и редизайн транспортных связей для использования экологически чистого транспорта Более эффективное использование общественного пространства транспортом Обеспечение равных возможностей мобильности: учет различных потребностей населения в мобильности из-за различных условий жизни, возраста, физических ограничений Совершенствование градостроительной политики и качества проживания с учетом транспортной системы города, восстановление комфортных условий проживания в районах, скомпрометированных развитием транспортной системы Повышение безопасности дорожного движения Расширение трансевропейских коридоров и устранение узких мест за пределами и внутри Берлинского региона в соответствии с современной, устойчивой европейской транспортной и экологической политикой Содействие внедрению инновационных подходов и концепций для внедрения транспорта и моделей транспортной мобильности, не наносящих вред экологии окружающей среды Повышение эффективности и устойчивости транспортной системы Берлина Организация междоумственных и внутриведомственных связей, интеграция ключевых стейкхолдеров в проекты развития устойчивой мобильности Вовлечение общественности в процессы планирования и принятия решений
Сингапур	Мастер-план транспортного развития (Land Transport Master Plan 2040: Bringing Singapore Together) ¹⁷	2040 г.	Удобная, хорошо связанная и быстрая транспортная сеть Транспортная экосистема, характеризующаяся добровольным поведением и инклюзивной инфраструктурой; Транспортная среда, которая поддерживает здоровый образ жизни и обеспечивает более безопасные поездки
Москва	Разработка Стратегии развития транспортной системы г. Москвы и Московской области ¹⁸	2035	Доступный и комфортный городской транспорт Транспортный каркас Маршрутный наземный городской транспорт Безопасные дороги

¹⁶ Stadtentwicklungsplan Mobilität und Verkehr Berlin 2030. Stand: März 2021. URL: <https://www.berlin.de/bmkskl/aktuelles/pressemitteilungen/2021/pressemitteilung.1058932.php>

¹⁷ Land Transport Master Plan 2040: Bringing Singapore Together URL: <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2019/5/2/land-transport-master-plan-2040-bringing-singapore-together.html>

¹⁸ Разработка Стратегии развития транспортной системы г. Москвы и Московской области на период до 2035 года. URL: <https://anotmu.ru/proekty/strategii-razvitiya-transportnoy-sistemy-goroda-mo-razrabotka-strategii-razvitiya-transportnoy-sistem/>

Окончание таблицы 2
End of the table 2

Город	Стратегия	Горизонт планирования	Направления планирования
			Безопасность дорожного движения (vision zero) Будущее такси и каршеринга Здоровые улицы Развитие пешеходных и велосипедных перемещений Снижение вредных выбросов от транспорта Цифровые технологии в транспорте Широкий спектр цифровых технологий в транспорте Реализация полного потенциала ИТС Единое мобильное приложение для планирования и оплаты поездок по принципу MaaS Новые виды мобильности Средства индивидуальной мобильности Персонализированные автобусные перевозки Развитие водного транспорта Развитие беспилотного транспорта

Таблица 3

Table 3

Результаты реализации Транспортной стратегии Москвы (2010–2019 гг.)

Results of the implementation of the Moscow Transport Strategy (2010–2019)

Показатель	2010 г.	2019 г.	Темпы роста в 2010–2019 гг.	2020 г.
Средняя скорость личного транспорта на основных магистралях, км/ч	45	54	+20%	54
Социальный риск, количество погибших в ДТП на 100 тыс. населения	6,6	3,5	-47%	3,3
Количество пассажирских мест в городском транспорте, млн мест в сутки	35,6	38,4	+8%	38,8
Станции рельсового транспорта (метро, МЦК, МЦД), шт.	182	320	+76%	334
Доступность метро, % населения, проживающего от метро в радиусе 1,2 км (2014 г.)	54,5	64,3	+18%	64,6
Доступность метро, % населения, проживающего от метро, в радиусе 2,2 км (2014 г.)	78	88,8	+12%	89,3
Среднее время в пути от МКАД до центра города на городском транспорте, мин.	67	56	16%	55
Среднее время в очереди на приобретение проездных билетов в час пик, мин	7	2,2	-69%	2,2
Выполнение расписания наземным транспортом по выделенной инфраструктуре, %	76	97	28%	98
Доля людей, пользующихся разными видами городского транспорта, %	62	70	+13%	71

Источник: Развитие транспортной системы Москвы с 2010 до 2019 года URL: https://transport.mos.ru/common/upload/docs/prez/MosDepTrans_Brochure2019_alex_13.08f_3.pdf
Source: Development of the Moscow transport system from 2010 to 2019 URL: https://transport.mos.ru/common/upload/docs/prez/MosDepTrans_Brochure2019_alex_13.08f_3.pdf



Источник: Информационно-аналитический отчет о результатах социологического исследования «Мониторинг общественного мнения о создании комфортной городской среды в столице и обеспечении ее тематического оформления к памятным и праздничным датам». Москва, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Рис. 2. Оценка комфортности передвижения на общественном транспорте в утренние и вечерние часы

Source: Analytical report based on the survey results "Monitoring of public opinion on the development of the comfortable urban environment in the city of Moscow and the provision of memorial and holiday decorations". Moscow, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Fig. 2. Assessment of the comfort of using public transport in the morning and evening hours



Источник: Информационно-аналитический отчет о результатах социологического исследования «Мониторинг общественного мнения о создании комфортной городской среды в столице и обеспечении ее тематического оформления к памятным и праздничным датам». Москва, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Рис. 3. Оценка деятельности властей Москвы в сфере благоустройства города респондентами в возрасте от 18 до 24 лет

Source: Analytical report based on the survey results "Monitoring of public opinion on the development of the comfortable urban environment in the city of Moscow and the provision of memorial and holiday decorations". Moscow, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Fig. 3. Assessment of the activities of the Moscow authorities in the field of urban development by respondents aged 18 to 24 years



Источник: Информационно-аналитический отчет о результатах социологического исследования «Мониторинг общественного мнения о создании комфортной городской среды в столице и обеспечении ее тематического оформления к памятным и праздничным датам». Москва, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Рис. 4. Оценка деятельности властей Москвы в сфере благоустройства города респондентами в возрасте от 25 до 54 лет

Source: Analytical report based on the survey results "Monitoring of public opinion on the development of the comfortable urban environment in the city of Moscow and the provision of memorial and holiday decorations". Moscow, 2019. URL: <https://www.mos.ru/upload/documents/files/7868/Gorsreda2019.pdf>

Fig. 4. Assessment of the activities of the Moscow authorities in the field of urban development by respondents aged 25 to 54 years

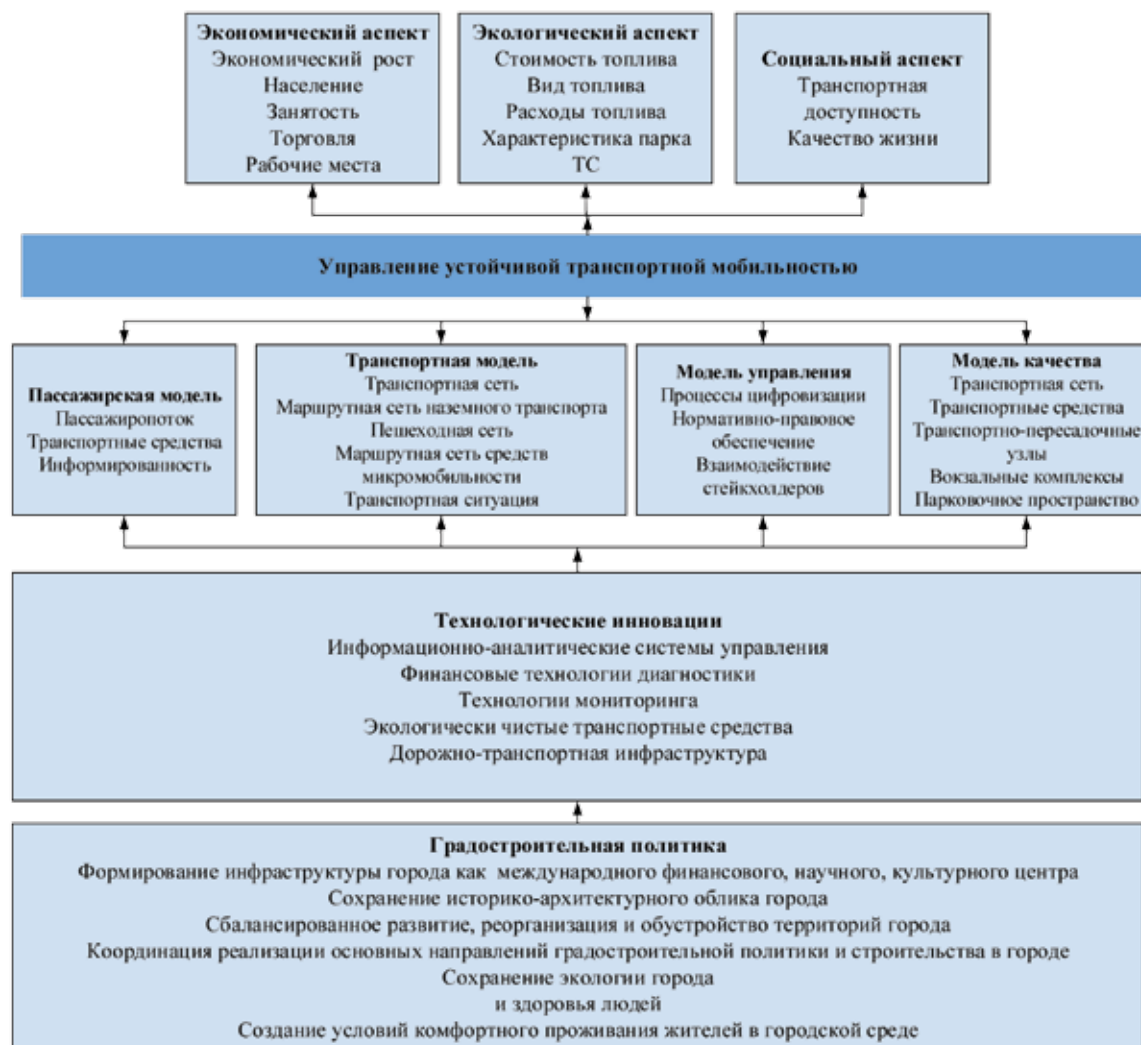
столицы. Однако доля респондентов, ответивших на вопросы анкеты «Безразлично», составляет в среднем от 23% до 30%, что свидетельствует о недостаточной вовлеченности гражданского общества в развитие города.

Анализ стратегий транспортного развития городов показал, что основные акценты делаются на разработку и внедрение экологических видов транспорта, транзитно-ориентированное проектирование, сокращение расстояний, преодолеваемых жителями города за счет планирования городских пространств. Важным трендом является использование технологических инноваций (применение автономных транспортных средств и электромобилей, интеграция услуг транспортной мобильности). Поставленные в большинстве городов задачи решаются с обязательным привлечением общественности, бизнеса, некоммерческих организаций, что позволяет учесть интересы всех представителей городского населения, разработать планы, согласованные по всем направлениям социально-экономической деятельности города. Анализ современных стратегий позволяет сформировать концептуальную модель развития устойчивой транспортной мобильности в мегаполисах, которая представлена на рис. 5.

Для московской агломерации реализация стратегии развития устойчивой транспортной мобильности, в соответствии с представленной концептуальной моделью, в значительной степени определяется такими факторами как:

1. Экономический рост, среднегодовые темпы экономического роста 2020–2035 годов (Москва/Московская область);
2. Численность населения, млн. человек (Москва/Московская область);
3. Число новых рабочих мест, млн (Москва/Московская область);
4. Доля трудового населения Москвы, работающая без «привязки» к жесткому графику и рабочему месту, %;
5. Доля покупок, совершаемых онлайн, %;
6. Регуляторные действия по сдерживанию автомобилизации и мотивации пассажиров к использованию общественного транспорта.

Кроме того, существенными могут оказаться последствия кризиса 2020 года и вызванные ими изменения в политике, экономике и обществе. Исследовательская компания Roland Berger на экс-



Разработано автором.

Рис. 5. Концептуальная модель развития устойчивой мобильности

Developed by the author.

Fig. 5. Conceptual model of sustainable mobility development

пертной конференции НТИ «Автонет»¹⁹ оценила ситуацию, сложившуюся в экономике, как неопределенную, развитие которой может осуществляться по сценарию постепенного восстановления или по сценарию глубокой рецессии. Возможность развития того или иного сценария определяется государственной политикой. Активная государственная политика предполагает (1) наличие фокуса на общественном благосостоянии и экологии; (2) рост государственных расходов; (3) усиление регуляторного воздействия и ускорение изменений. Пассивная политика сосредоточена на (1) восстановлении докризисного уровня развития экономики; (2) ослаблении экологического регулирования; (3) сокращении расходов; (4) фокуси-

ровании на местном производстве. Выбранные государством направления развития отразятся на процессах развития городской транспортной мобильности.

Наиболее критичным в реализации концепции устойчивого развития является организация взаимодействия стейкхолдеров, поскольку данная область предполагает наличие значительного числа заинтересованных сторон и управление на трех уровнях взаимодействия [19, 20]. На каждом уровне взаимодействия возможно выделение различных групп стейкхолдеров (рис. 6).

Драйверами потребительского спроса являются пользователи (жители и гости мегаполиса, субъек-

¹⁹ Новые подходы. Тренды на рынке городской мобильности. 26 мая 2021. URL: <https://facecast.net/v/yau8ab?nolabel?noanimation>

Транзакционный уровень взаимодействия	Информационный уровень взаимодействия	Уровень принятия решений операционный, тактический, стратегический
• Пользователи • Транспортные операторы и перевозчики • Информационные интеграторы • Муниципальные органы управления • Организатор интерфейса взаимодействия	• Пользователи • Организатор интерфейса взаимодействия • Транспортные операторы и перевозчики • Муниципальные органы управления • Директивные органы • Информационные интеграторы • Технические службы • Организатор поддержки принятия решений • Профессиональные ассоциации	• Пользователи • Организатор интерфейса взаимодействия • Транспортные операторы и перевозчики • Муниципальные органы управления • Директивные органы • Информационные интеграторы • Технические службы • Организатор поддержки принятия решений • Профессиональные ассоциации
Общие ресурсы: • Материальные ресурсы • Человеческие ресурсы • Организационные ресурсы		

Разработано автором на основе [19].

Рис. 6. Уровни взаимодействия в развитии устойчивой мобильности

Developed by the author based on [19].

Fig. 6. Levels of cooperation in the development of sustainable mobility

ты экономической деятельности, стимулирующие пассажирские потоки к местам работы, отдыха и обратно, грузовые потоки, транспортные потоки по обслуживанию городской инфраструктуры и др.). Деятельность транспортных операторов и перевозчиков направлена на удовлетворение потребительского спроса на все виды общественного транспорта и грузоперевозки. Муниципальные органы управления являются, как правило, основной заинтересованной стороной в развитии устойчивой мобильности, и обеспечивают планирование и реализацию планов развития города. Во взаимодействии стейкхолдеров существенная роль отводится директивным органам (Федеральным министерствам, службами и агентствам), в зоне ответственности которых находятся формирование нормативно-правовой базы и надзорные функции по соблюдению законов и нормативов. Включение директивных органов должно обеспечивать соблюдение социальных прав пользователей и соблюдение экологических норм. Организатор интерфейса взаимодействия – структура, обеспечивающая связь между пользователями и транспортными операторами/перевозчиками. К организаторам городского пространства относятся структуры, оказывающие непосредственное влияние на земельное и транспортное планирование и отражающие позиции экономически заинтересованных сторон.

Транзакционный уровень взаимодействия предполагает координацию и стандартизацию методов

для обмена транзакционными данными. В этом случае взаимодействие ограничивается согласованием структуры и типа данных, а также разработкой регламентов их передачи. Второй уровень – информационное сотрудничество, ориентированное на взаимный обмен информацией между различными заинтересованными сторонами. В настоящее время этот вид сотрудничества характерен для транспортных операторов/перевозчиков, пользователей, государственных органов и информационных интеграторов при управлении транспортными потоками, при осуществлении информационного обмена по модели MaaS (Мобильность как услуга) или при управлении транспортной инфраструктурой. Взаимодействие при принятии решений касается возможностей сотрудничества в различных областях транспортного планирования и управления: оперативное планирование (координация, совместное использование ресурсов); тактическое планирование, включающее такие решения как проектирование сети обслуживания, маршрутизация и проч.; стратегическое планирование, связанное с долгосрочными решениями по вопросам проектирования транспортной сети, расположения объектов транспортной инфраструктуры, приоритизации финансирования, формирования коммерческих стратегий и проч.

Очевидно, что эффективность взаимодействия определяется уровнем зрелости системы сотрудничества. Переход от начального уровня зрелости

(транзакционному обмену данными) к информационному взаимодействию, в котором участвуют все группы стейкхолдеров, а затем к формированию стратегических решений на основе исчерпывающего информационного поля и при участии всех групп стейкхолдеров, будет свидетельствовать о высоком уровне организационного сотрудничества.

Несмотря на активную позицию Правительства Москвы в управлении устойчивой мобильностью, наблюдается слабое вовлечение всех ассоциированных с реализацией концепции устойчивой мобильности субъектов. Привлечение гражданского общества и бизнеса к обсуждению вопросов совершенствования транспортной системы и развития устойчивой мобильности не носит регулярного характера, не подкреплено нормативными актами и не имеет инструментов систематического взаимодействия организаций градостроительной сферы, дорожного строительства, экологических служб, научно-исследовательских и образовательных учреждений препятствует отсутствие единой платформы взаимодействия и соответствующих регламентов, обеспечивающих быстрое и согласованное формирование решений по управлению устойчивой транспортной мобильностью на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях.

Позитивным в этом плане представляется опыт Португалии в Понта-Делгада (архипелаг Азорских островов) [20]. Для вовлечения заинтересованных сторон использовался алгоритм, в соответствии с которым выполнялись идентификация и привлечение субъектов, заинтересованных в решении задач транспортной мобильности, включая местную администрацию, государственные и частные транспортные компании, профсоюзы, промышленные союзы, организации, представляющие интересы людей с ограниченными возможностями, агентства по энергетике и охране окружающей среды, экологические неправительственные организации, директоров школ, полицию, местные исследовательские центры и университеты, группы активных жителей. Дальнейшее планирование устойчивой мобильности осуществлялось на основе анализа доступной информации об удовлетворенности общества качеством транспортной услуги и фактических данных о наличии, численности, эффективности транспортной сети. При возникновении информационных пробелов принималось согласованное решение по расширению информационного поля, что позволяло не только сформировать стратегию развития устойчивой мобильности и проекты по ее реализации, но и выполнять контроль достижения целей управления.

При комплексном подходе к управлению устойчивой мобильностью необходимо создание экоси-

стемы, на базе которой возможно осуществлять (1) эффективное взаимодействие всех заинтересованных сторон; (2) сбор данных в соответствии с едиными требованиями и на основании утвержденных регламентов; (3) анализ данных для каждой из обозначенных в стратегии цели устойчивой мобильности; (4) управление развитием устойчивой мобильности.

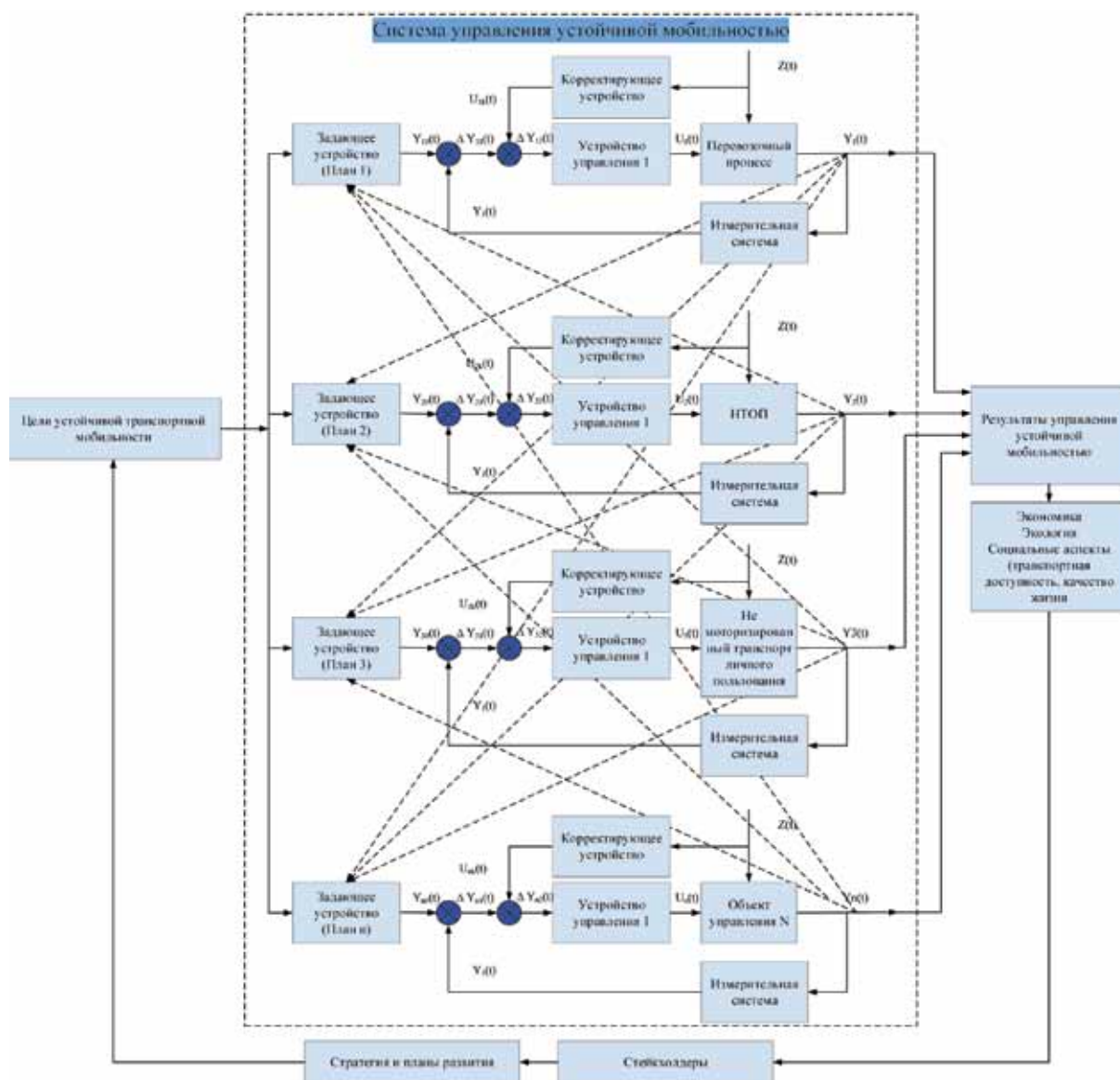
В структуре системы управления устойчивой транспортной мобильностью объектами управления являются: (1) перевозочный процесс; (2) наземный транспорт общественного пользования (НТОП); (3) транспортные средства участников движения, использующих личный автотранспорт и немоторизованные транспортные средства; (4) транспортная инфраструктура, включая дорожную инфраструктуру, вокзальные комплексы, парковочные пространства. В обобщенном виде это представлено на рис. 7.

В адаптивной системе управления устойчивой транспортной мобильностью отражен принцип комбинированного управления, в котором управляющее воздействие $U_n(t)$ формируется в зависимости от отклонения выходного параметра $Y_n(t)$ от заданного значения на основании его измерения и с учетом необходимой корректировки $U_{nk}(t)$ по возмущающему воздействию $Z(t)$.

В зависимости от значений выходного параметра его плановое значение может определяться: (1) как некая заданная на определенном промежутке времени величина (система стабилизации); (2) по заранее известному алгоритму (система программного управления); (3) как неизвестное заданное значение и алгоритм, при котором управление формируется в зависимости от текущих значений выходного $Y_n(t)$ и возмущающего $Z(t)$ параметров (следящая система) на основе алгоритмов интеллектуальной обработки информации.

Примером заданного значения при применении алгоритма стабилизации является управление развитием инфраструктуры (например, протяженность создаваемых и эксплуатируемых велодорожек, число и виды транспортных средств общественного транспорта). Алгоритм программного управления характерен для контроля загрузки парковочных пространств, управления светофорами в штатных режимах. Примерами управления на основе алгоритмов интеллектуальной обработки информации являются оптимизация расписания и маршрутов, распределение транспортных средств в зависимости от транспортной ситуации, управление беспилотным транспортом и др.

Задача управления с неизвестными заданными значениями намного сложнее, чем при известных. Например, управление беспилотным наземным



Разработано автором.

Рис. 7. Структура адаптивной системы управления устойчивой транспортной мобильностью

Developed by the author.

Fig. 7. The structure of the adaptive management system for sustainable mobility

транспортным средством требует анализа регулируемой величины (координат транспортного средства) с учетом всех возмущающих воздействий. Кроме того, имея комплексную систему, следует учитывать взаимное влияние регулируемых параметров в подсистемах и необходимость их согласования на уровне заданных (плановых) параметров. Так, несогласованное увеличение числа транспортных средств, задействованных в перевозке пассажиров, неизбежно приведет к изменению дорожной ситуации, ухудшению экологических параметров окружающей среды и, как следствие, повысит опасность для здоровья людей.

Выводы

Проведенные исследования показывают, что локальные решения в сфере транспортной мобильности не дают ожидаемых результатов, а в ряде случаев приводят к конфликту интересов жителей мегаполисов. Это потребовало комплексного подхода к формированию устойчивой транспортной мобильности как свойства транспортной системы удовлетворять потребности в мобильности людей и предприятий в городах и их окрестностях для лучшего обеспечения качества жизни. Концептуальной основой развития устойчивой мобильности является:

1. Целеполагание: в настоящее время цели устойчивой мобильности ориентированы на обеспечение высокого уровня качества жизни жителей мегаполисов, доступность транспортных услуг, экономическое развитие, экологическую безопасность.
2. Планирование: интеграция усилий для достижения целей планирования между организациями, ассоциированными с развитием устойчивой мобильности, властью, обществом; согласованность градостроительных планов, планов развития общественных пространств и транспортной инфраструктуры.
3. Взаимодействие: поиск компромиссных решений при соблюдении баланса интересов всех ассоциированных с развитием устойчивой мобильности субъектов на основе цифровых платформ.
4. Практическая реализации: сбалансированное развитие всех видов общественного и личного транспорта с учетом их экологических характеристик; формирование новых моделей мобильности; интеграция различных видов транспорта и развитие мультимодальности.
5. Эксплуатация: безопасность участников дорожного движения и пешеходов; экологическая безопасность.

Эффективное управление устойчивой мобильностью лежит в плоскости применения аналитических платформ, объединенных в экосистему. Однако процесс формирования экосистемы является достаточно длительным и определяется влиянием технологических, инфраструктурных, организационно-правовых, финансово-экономических факторов. Требуется решение ряда первоочередных проблем, таких как создание блока нормативно-правовых актов, связанных с внедрением и эксплуатацией интеллектуальных информационных систем в управлении объектами устойчивой транспортной мобильности, формирование системы показателей для оценки уровня достижения устойчивой мобильности, развитие новых моделей мобильности, обеспечивающих сохранение экологии и способствующих укреплению здоровья населения. Наиболее актуальным представляется решение задачи повышения уровня вовлеченности и степени ответственности стейкхолдеров в развитии устойчивой транспортной мобильности.

Список литературы

1. Black J.A., Paez A., Suthanaya P.A. Sustainable urban transportation: performance indicators and some analytical approaches // *Journal of Urban Planning and Development*. 2002. № 128(4). P. 184–209. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2002\)128:4\(184\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2002)128:4(184)).
2. Johansson S. Conceptualizing and Measuring Quality of Life for National Policy // FIFF Working Paper Series. 2001. № 171. P. 1–16. URL: <https://swopec.hhs.se/fiefwp/papers/WP171.pdf>
3. Salomon I., Feitelson E., Cohen G., Moeckel R., Spiekermann K., Wegener M. Sustainable Mobility in Cities: Qualitative and Quantitative Analysis / Final Report to the German-Israeli Foundation for the Advancement of Science (G.I.F.). DOI: <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-610>. URL: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/26583>
4. Зильберталь А.Х. Проблемы городского пассажирского транспорта. Москва-Ленинград: Гострансиздат, 1937. 272 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005164180>
5. Шелейховский Г.В. Композиция городского плана как проблема транспорта. Государственный институт проектирования городов «ГИПРОГОР». Москва: ГИПРОГОР, 1946 г. 129 с.
6. Якшин А.М. Планировка транспортных сетей: Опыт градостроительного исследования. М.: Государственное архитектурное издательство, 1946. 88 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006069087>
7. Поляков А.А. Городское движение и планировка улиц. Москва-Ленинград: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. 252 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006007073>
8. Downs A. The law of peak-hour expressway congestion // *Traffic Quarterly*. 1962. Vol. 16. № 3. P. 393–409. URL: <https://www.econbiz.de/Record/the-law-of-peak-hour-expressway-congestion-downs-anthony/10002085409>
9. Jeon C.M., Amekudzi A. Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators and metrics // *Journal of Infrastructure Systems*. 2005. № 11(1). P. 31–50. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2005\)11:1\(31\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2005)11:1(31))
10. Afimeimounga H., Solomon W., Ziedins I. The Downs-Thomson Paradox: Existence, Uniqueness and Stability of User Equilibria // *Queueing Systems*. 2005. № 49(3). P. 321–334. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11134-005-6970-0>
11. Lee D. Transit cost and performance measurement // *Transport Reviews*. 1989. № 9(2). P. 147–170. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01441648908716717>
12. Gutierrez P.J. Indicadores de accesibilidad en transporte publico en el medio rural: una propuesta metodologica // *Estudios Geograficos*. 1991. № 52(203). P. 205–221. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0026270543&partnerID=40&md5=09455b9db20a7fabe0b0f065ac683cb6>
13. Lejda K., Mądziel M., Siedlecka S., Zielińska E. The future of public transport in light of solutions for sustainable transport development // *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series*

- Transport. 2017. № 95. P. 97–108. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2017.95.10>
14. Rau H., Scheiner J. Sustainable Mobility: Interdisciplinary Approaches // Sustainability. 2020. № 12(23). P. 1–6. DOI: 10.3390/su12239995
 15. Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Grzegorz K. Noise and environmental pollution from transport: decisive problems in developing ecologically efficient transport systems // Journal of Vibroengineering. 2017. № 19(7). P. 5639–5655. DOI: 10.21595/jve.2017.19371
 16. Levy J.I., Buonocore J.J., Von Stackelberg K. Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment // Environmental Health. 2010. Vol. 9. Issue 65. P. 65. DOI: 10.1186/1476-069X-9-65
 17. Khorasani Gh., Tatari A., Yadollahi A., Rahimi M. Evaluation of Intelligent Transport System in Road Safety // International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS). 2012. Vol. 1. Issue 1. URL: https://www.researchgate.net/publication/309189024_Evaluation_of_Intelligent_Transport_System_in_Road_Safety
 18. Kahloul L., Pierre Castagna Farhan Atallah Salem. Intelligent Transportation Systems (ITS). In Conference: Intelligent Transportation Systems (ITS). IEEE ICALT'2020, Strasbourg, France. URL: https://www.researchgate.net/publication/338825875_Intelligent_Transportation_Systems_ITS
 19. Gonzalez-Feliu J., Pronello C., Grau J.M.S. Multi-stakeholder collaboration in urban transport: state-of-the-art and research opportunities // Transport. 2018. Vol. 33. № 4, P. 1079–1094. DOI: 10.3846/transport.2018.6810
 20. Gil A., Calado H., Benz J. Public participation in municipal transport planning processes – the case of the sustainable mobility plan of Ponta Delgada, Azores, Portugal // Journal of Transport Geography. 2011. № 19(6). P. 1059–1628. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.06.010>

Статья поступила в редакцию 08.08.2021; одобрена после рецензирования 23.08.2021; принята к публикации 08.09.2021

Об авторе:

Завьялов Дмитрий Вадимович, заведующий кафедрой предпринимательства и логистики, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова (117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36), Москва, Россия, кандидат экономических наук, доцент, ORCID ID: 0000-0003-1963-0021, Zavyalov.DV@rea.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Black J.A., Paez A., Suthanaya P.A. Sustainable urban transportation: performance indicators and some analytical approaches. *Journal of Urban Planning and Development*. 2002; 128(4):184–209. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2002\)128:4\(184\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2002)128:4(184)) (In Eng.)
2. Johansson S. Conceptualizing and Measuring Quality of Life for National Policy. *FIF Working Paper Series*. 2001; (171):1–16. URL: <https://swopec.hhs.se/fiefwp/papers/WP171.pdf> (In Eng.)
3. Salomon I., Feitelson E., Cohen G., Moeckel R., Spiekermann K., Wegener M. Sustainable Mobility in Cities: Qualitative and Quantitative Analysis / Final Report to the German-Israeli Foundation for the Advancement of Science (G.I.F.). DOI: <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-610>. URL: <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/26583> (In Eng.)
4. Zilbertal A.H. Problems of urban passenger transport. Moscow-Leningrad: Gostransizdat, 1937. 272 p. (In Russ.)
5. Sheleikhovsky G.V. Composition of the city plan as a problem of transport. Moscow: GIPROGOR, 1946. 129 p. (In Russ.)
6. Yakshin A.M. Planning of transport networks: Experience of urban planning research. Moscow: State Architectural Publishing House, 1946. 88 p. (In Russ.)
7. Polyakov A.A. Urban traffic and street layout. Moscow-Leningrad: State Publishing House of Literature on Construction and Architecture, 1953. 252 p. (In Russ.)
8. Downs A. The law of peak-hour expressway congestion. *Traffic Quarterly*. 1962; 16(3):393–409. URL: <https://www.econbiz.de/Record/the-law-of-peak-hour-expressway-congestion-downs-anthony/10002085409> (In Eng.)
9. Jeon C.M., Amekudzi A. Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators and metrics. *Journal of Infrastructure Systems*. 2005; 11(1):31–50. DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2005\)11:1\(31\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2005)11:1(31)) (In Eng.)
10. Afimeimounga H., Solomon W., Ziedins I. The Downs-Thomson Paradox: Existence, Uniqueness and Stability of User Equilibria. *Queueing Systems*. 2005; 49(3):321–334. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11134-005-6970-0> (In Eng.)
11. Lee D. Transit cost and performance measurement. *Transport Reviews*. 1989; 9(2):147–170. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01441648908716717> (In Eng.)

12. Gutierrez P.J. Accessibility indicators for public transport in rural areas: proposing a methodology. *Estudios Geograficos*. 1991; 52(203):205–221. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0026270543&partnerID=40&md5=09455b9db20a7fabe0b0f065ac683cb6> (In Espan.)
13. Lejda K., Mądział M., Siedlecka S., Zielińska E. The future of public transport in light of solutions for sustainable transport development. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2017; (95):97–108. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2017.95.10> (In Eng.)
14. Rau H., Scheiner J. Sustainable Mobility: Interdisciplinary Approaches. *Sustainability*. 2020; 12(23):1–6. DOI: 10.3390/su12239995 (In Eng.)
15. Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Grzegorz K. Noise and environmental pollution from transport: decisive problems in developing ecologically efficient transport systems. *Journal of Vibroengineering*. 19(7):5639–5655. DOI: 10.21595/jve.2017.19371 (In Eng.)
16. Levy J.I., Buonocore J.J., Von Stackelberg K. Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment. *Environmental Health*. 2010; 9(65):65. DOI:10.1186/1476-069X-9-65 (In Eng.)
17. Khorasani Gh., Tatari A., Yadollahi A., Rahimi M. Evaluation of Intelligent Transport System in Road Safety. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)*. 2012; 1(1). URL: https://www.researchgate.net/publication/309189024_Evaluation_of_Intelligent_Transport_System_in_Road_Safety (In Eng.)
18. Kahloul L., Pierre Castagna Farhan Atallah Salem. Intelligent Transportation Systems (ITS). In Conference: Intelligent Transportation Systems (ITS). IEEE ICALT'2020, Strasbourg, France. URL: https://www.researchgate.net/publication/338825875_Intelligent_Transportation_Systems_ITS (In Eng.)
19. Gonzalez-Feliu J., Pronello C., Grau J.M.S. Multi-stakeholder collaboration in urban transport: state-of-the-art and research opportunities. *Transport*. 2018; 33(4):1079–1094. DOI: 10.3846/transport.2018.6810 (In Eng.)
20. Gil A., Calado H., Benz J. Public participation in municipal transport planning processes – the case of the sustainable mobility plan of Ponta Delgada, Azores, Portugal. *Journal of Transport Geography*. 2011; 19(6):1059–1628. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.06.010> (In Eng.)

The article was submitted 08.08.2021; approved after reviewing 23.08.2021; accepted for publication 08.09.2021

About the author:

Dmitry V. Zavyalov, Head of the Department of Entrepreneurship and Logistics, Plekhanov Russian University of Economics (36, Stremyanny lane, Moscow, 117997), Moscow, Russian Federation, Candidate of Economic Sciences, Assistant Professor, **ORCID ID: 0000-0003-1963-0021**, Zavyalov.DV@rea.ru

The author read and approved the final version of the manuscript.