

Научная статья
УДК 629.312

Оценка городской инфраструктуры для движения средств индивидуальной мобильности на примере города Белгорода

Анастасия Алексеевна Юнг¹ Анастасия Геннадьевна Шевцова¹

^{1,2}Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,
г. Белгород, Россия

¹yungnastena33@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0691-1393>

²shevcova-anastasiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8973-9271>

Аннотация. Статья посвящена оценке городской инфраструктуры для движения средств индивидуальной мобильности (СИМ) на примере города Белгорода. В статье представлены результаты анализа центральной территории города, позволившего количественно оценить протяженность путей сообщения для трёх категорий транспорта: общественного, личного и СИМ. В ходе проведения исследований было установлено, что СИМ обладают наибольшей сетью доступных путей сообщений, включающих также тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки. Рассмотрена динамика перемещения СИМ по трём районам города: северный, центральный и южный, в разрезе дней недели и часовых интервалов (утро, обед, вечер). На основании натурного эксперимента определена распространённость применения СИМ для поездок на расстояния до 5 км (транспорт «последнего километра»), а также зафиксировано использование в городе порядка 2500 кикшеринговых устройств с распределённой сетью зарядных станций. Полученные результаты подтверждают высокий транспортный потенциал СИМ и их значимую роль в формировании устойчивой и доступной городской мобильности.

Ключевые слова: инфраструктура, мобильность, дорожное движение, средства индивидуальной мобильности, эксперимент, транспортный поток.

Для цитирования: Юнг А.А., Шевцова А.Г. Оценка городской инфраструктуры для движения средств индивидуальной мобильности на примере города Белгорода // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2026. № 1 (47).

Original article

Assessment of urban infrastructure for the movement of personal mobility devices: a case study of Belgorod city

Anastasiya A. Yung¹, Anastasia G. Shevtsova²

^{1,2}Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod, Russia

¹yungnastena33@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0691-1393>

²shevcova-anastasiya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8973-9271>

№ 1(47)

март 2026

Abstract. The article is devoted to assessing urban infrastructure for the movement of personal mobility devices (PMDs) using the city of Belgorod as a case study. The paper presents the results of an analysis of the city's central area, which enabled a quantitative assessment of the length of routes available for three transport categories: public transport, private motor vehicles, and PMDs. The study revealed that PMDs have access to the most extensive network of movement routes, including sidewalks, pedestrian paths, and bicycle lanes. The dynamics of PMD usage were examined across three city districts-northern, central, and southern-by day of the week and time intervals (morning, afternoon, evening). Based on field experiments, the widespread use of PMDs for trips up to 5 km (last-mile transport) was confirmed, with approximately 2,500 shared PMD units operating in the city supported by a distributed network of charging stations. The findings demonstrate the high transport potential of PMDs and their significant role in shaping sustainable and accessible urban mobility.

Keywords: infrastructure, mobility, traffic, personal mobility devices, experiment, traffic flow.

For citation: Yung A.A., Shevtsova A.G. Assessment of urban infrastructure for the movement of personal mobility devices: a case study of Belgorod city. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2026. № 1 (47).

Введение

На сегодняшний день современные города сталкиваются с распространенной проблемой транспортной доступности при стремительном росте затраченного времени на путь. Всё это приводит к образованию заторов на основных магистралях, связанных в первую очередь с недостаточной пропускной способностью улично-дорожной сети в часы пик. Одним из перспективных направлений развития городской мобильности становится появление на улично-дорожной сети (УДС) СИМ – электросамокатов, гироскутеров, сигвеев и других средств мобильности [1-3]. По данным зарубежных исследований, до 60% поездок на СИМ приходится на расстояния менее 5км, что подтверждает их роль в оптимизации микромобильности [4].

В современных условиях пользователи СИМ вынуждены пользоваться инфраструктурой, не адаптированной для их передвижения. Нормативная неопределённость усугубляет проблему: законодательство допускает движение СИМ по тротуарам, пешеходным и велосипедным зонам, однако на

практике это создаёт конфликты с пешеходами и снижает безопасность всех участников движения. Таким образом, несмотря на то, что пользователям СИМ доступна обширная сеть путей сообщений, реальная инфраструктура не обеспечивает комфортных и безопасных маршрутов для СИМ [5].

Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования является оценка городской инфраструктуры для движения средств индивидуальной мобильности на примере г. Белгорода.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- 1) провести пространственный анализ протяжённости путей сообщения, доступных для СИМ, в сопоставлении с маршрутами общественного и личного автомобильного транспорта;
- 2) выявить особенности динамики использования СИМ в различных административных районах города в зависимости от дня недели и времени суток;
- 3) оценить масштабы применения кикшеринговых компаний по аренде СИМ и состояние зарядной инфраструктуры;

Натурный анализ городской инфраструктуры для движения средств индивидуальной мобильности на примере г. Белгорода

Анализ центральной территории г. Белгорода позволил установить протяженность путей сообщения для движения пассажирского транспорта (рис. 1, *а*), личного автомобильного транспорта (рис.1, *б*) и СИМ (рис. 1, *в*).

В результате исследований было установлено, что дороги общего пользования, по которым курсирует общественный транспорт города Белгород, составляют 378 км. Общая протяженность всех дорог общего пользования, которые используются личным автомобильным транспортом, составляет 1350 км [6].



а) общественный транспорт



б) личный автомобильный транспорт



в) СИМ

Рис. 1. План-схема движения различного транспорта на городской улично-дорожной сети на примере центральной части г. Белгорода

Средства индивидуальной мобильности в большинстве случаев передвигаются по тротуарным, пешеходным и велосипедным дорожкам. Исходя из законодательных требований к движению СИМ установлена протяженность путей сообщения – 289578 км. Таким образом установлено, что СИМ обладают высокими возможностями для движения в городской транспортной системе, ввиду большего количества маршрутов для движения в сравнении с общественным и личным автомобильным транспортом. Следует отметить, что в основном СИМ используются для передвижения на расстояния до 5 км, что подтверждается в зарубежной научной практике [7]. Для оценки использования рассматриваемого вида транспорта выполнен натурный эксперимент по основным маршрутам в городской транспортной системе на примере г. Белгорода. Установлено, что сегодня в рассматриваемой городской транспортной системе используется порядка 2 500 кикшеринговых устройств (СИМ), для которых в различных частях города оборудованы специализированные зарядные станции, что наглядно отражено на рис. 2.

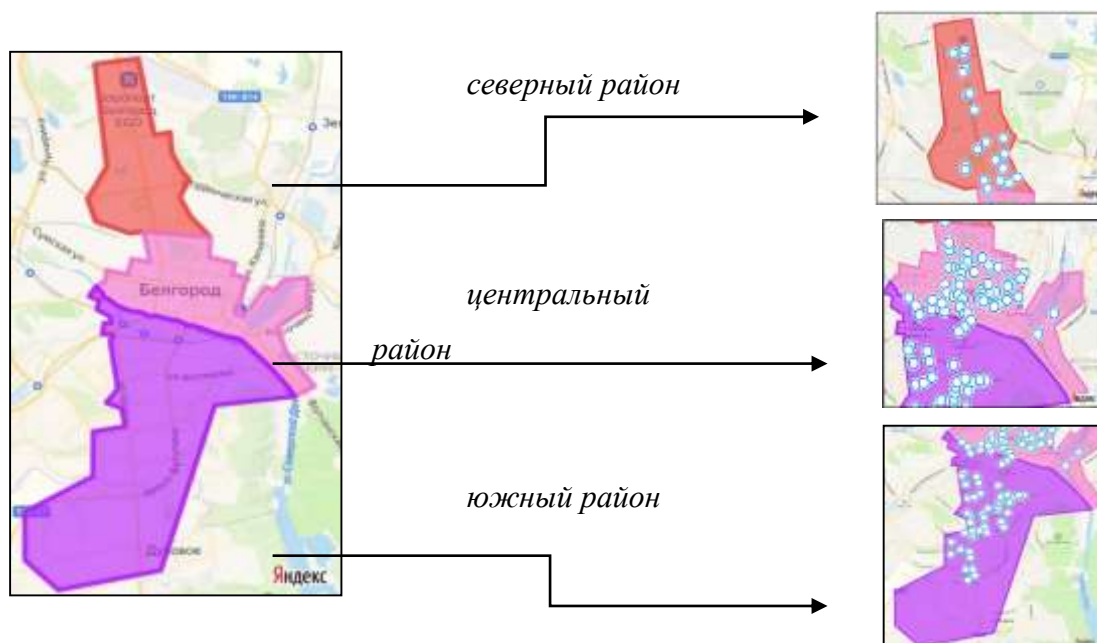


Рис. 2. Карта обозначения зарядных станций для СИМ в различных районах г. Белгорода

Оценка результатов исследования

В результате исследований была определена динамика движения СИМ в различных районах г. Белгорода (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследований динамики движения СИМ в различных районах г. Белгорода

<i>Северный район</i>			
день \ время	утро (8:00-10:00)	обед (13:00-15:00)	вечер (17:00-19:00)
Понедельник	47	38	23
Вторник	18	26	43
Среда	39	40	14
Четверг	23	32	21
Пятница	22	55	28
Суббота	42	22	10
Воскресенье	40	48	19
<i>Центральный район</i>			
день \ время	утро (8:00-10:00)	обед (13:00-15:00)	вечер (17:00-19:00)
Понедельник	120	93	99
Вторник	114	126	118
Среда	99	117	71
Четверг	110	140	86

Пятница	100	135	95
Суббота	131	82	80
Воскресенье	122	99	88
Южный район			
время	утро (8:00-10:00)	обед (13:00-15:00)	вечер (17:00-19:00)
Понедельник	69	85	21
Вторник	44	36	60
Среда	30	73	66
Четверг	48	81	50
Пятница	66	29	59
Суббота	76	65	44
Воскресенье	90	27	20

В результате анализа полученных данных (табл. 1) можно отметить, что в северном районе наблюдается значительная вариативность показателей в зависимости от дня недели и времени суток. Наиболее высокие значения фиксируются в утренние часы: например, в понедельник и воскресенье – по 47 единиц, в среду – 39, в субботу – 42. В обеденное время значения остаются относительно стабильными, за исключением пятницы, когда наблюдается резкий всплеск до 55 единиц – это максимальный показатель в данном районе за всю неделю. Вечерние замеры демонстрируют общую тенденцию к снижению активности: наименьшее значение – 10 единиц в субботу, максимальное – 43 во вторник. Таким образом, в Северном районе прослеживается выраженная динамика: утренние и обеденные часы более активны, особенно в рабочие дни, тогда как вечером поток заметно падает, за исключением отдельных дней, таких как вторник [8].

Центральный район демонстрирует значительно более высокий уровень активности по сравнению с другими районами. Утренние замеры варьируются от 99 (в среду) до 131 (в субботу), что указывает на высокую загруженность центра города с самого утра. Обеденные часы – наиболее напряжённый период: максимальное значение – 140 единиц в четверг, минимальное – 82 в субботу. Это говорит о том, что в центре города наблюдается пиковая нагрузка

в рабочие дни, особенно в середине недели. Вечерние показатели, хотя и ниже утренних, и обеденных, остаются высокими: от 71 (в среду) до 118 (во вторник). Воскресенье характеризуется относительно высокой активностью (122 утром, 99 днём и 88 вечером), что может быть связано с высокой посещаемостью торговых, культурных или развлекательных объектов в центре города в выходные дни. Таким образом, Центральный район является наиболее загруженным в течение всей недели, особенно в дневные часы [9].

Южный район показывает иную картину. Здесь наибольшая активность наблюдается в утренние и обеденные часы, но с выраженной нестабильностью. Например, в понедельник обеденный показатель достигает 85 единиц, тогда как в пятницу он падает до 29, а в воскресенье – до 27. Утренние значения также колеблются: от 30 (в среду) до 90 (в воскресенье). Вечерние замеры варьируются от 20 (воскресенье) до 66 (среда). Интересно, что в Южном районе наиболее высокие вечерние значения приходятся на вторник, среду и четверг, что может указывать на специфику жизнедеятельности этого района – например, наличие промышленных зон, учебных заведений или транспортных узлов, активность в которых возрастает во второй половине дня в середине недели [10].

Сравнительный анализ трёх районов позволяет сделать вывод о различной функциональной нагрузке каждого из них. Центральный район, как и следовало ожидать, является наиболее активным в течение всей недели, особенно в дневные часы, что связано с его статусом административного, коммерческого и культурного центра. Северный район демонстрирует умеренную активность с пиками в рабочие дни, что может свидетельствовать о преобладании жилой застройки с соответствующими потоками населения. Южный район характеризуется наибольшей нестабильностью, что может быть связано с сезонными, событийными или инфраструктурными факторами [11].

Заключение

Функционирование в городе порядка 2500 кикшеринговых устройств с распределённой сетью зарядных станций свидетельствует о востребованности данного СИМ среди населения. Анализ динамики использования СИМ в трёх районах города выявил их функциональную специфику: центральный район характеризуется стабильно высокой активностью в течение недели с пиком в дневные часы, что соответствует его статусу делового и культурного ядра; северный район демонстрирует умеренную активность с утренними пиками в рабочие дни, отражая преимущественно жилую застройку; южный район отличается нестабильной динамикой, вероятно, из-за смешанной функциональной структуры территории. Таким образом, СИМ обладают значительным транспортным потенциалом для оптимизации перемещений на короткие расстояния и снижения нагрузки на УДС. Для полноценного внедрения СИМ в транспортную систему города необходимы меры по формированию специализированной инфраструктуры: создание непрерывных и безопасных выделенных маршрутов, установка дорожных знаков и разметки, а также нормативное закрепление правил взаимодействия СИМ с другими участниками движения.

Список источников

1. Наурас, С. Современные тенденции развития городской транспортной системы в Российской Федерации / С. Наурас // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2019. – № 1(25). – С. 88-96. – EDN ZCHFHF.
2. Анализ и оптимизация городской транспортной системы / А. П. Беев, Ю. А. Меркулов, С. В. Перфильев, Н. И. Федотов // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. – 2015. – № 7(77). – С. 59-61. – EDN WFEJYP.
3. Левицкая, Л. П. Стратегия развития городской транспортной системы / Л. П. Левицкая, М. А. Кретов // Экономика железных дорог. – 2016. – № 9. – С. 68-74. – EDN WIDHVN.

4. Пути решения современных транспортных проблем крупных городов / М. В. Немчинов, А. С. Холин, В. Е. Федоров [и др.] // Транспортное строительство. – 2009. – № 1. – С. 6-9. – EDN TNGGVT.
5. Донченко, В. В. Устойчивые городские транспортные системы : Изменение парадигмы планирования и развития городского транспорта / В. В. Донченко. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Агентство дорожной информации РАДАР", 2023. – 402 с. – ISBN 978-5-6048401-2-2. – EDN OBLPGP.
6. Донченко, В. В. Проблемы обеспечения устойчивости функционирования городских транспортных систем / В. В. Донченко. – Москва : ИКФ "Каталог", 2005. – 184 с. – ISBN 5-94349-111-2. – EDN UIDFCB.
7. Костин, А. В. Концепция создания автоматизированной системы для управления безопасностью дорожного движения на автодорогах региона / А. В. Костин, А. В. Маркин // Вестник НЦБЖД. – 2021. – № 4(50). – С. 93-102. – EDN MMILNA.
8. Куракина, Е. В. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе "Участник дорожного движения - Транспортное средство - Дорога - Внешняя среда" / Е. В. Куракина, А. А. Складорова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17, № 4(74). – С. 488-499. – DOI 10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499. – EDN KCYSWW.
9. Ильина, И. Е. Индексы для оценки уровня безопасности дорожного движения в регионах / И. Е. Ильина, Е. Е. Витвицкий // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2025. – Т. 22, № 1(101). – С. 68-77. – DOI 10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77. – EDN XVCDWQ.
10. Толстой, О. В. Метод повышения уровня безопасности местных автомобильных дорог / О. В. Толстой, А. Г. Шевцова // Научный портал МВД России. – 2024. – № 1(65). – С. 60-68. – EDN DTXVMO.
11. Шевцова, А. Г. Валидность закона Смита в условиях реализации программы Vision Zero / А. Г. Шевцова // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 4(75). – С. 49-57. – DOI 10.33979/2073-7432-2021-75-4-49-57. – EDN JCBQAJ.

References

1. Nauras S. *Vestnik Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova. Vstupleniye. Put' v nauku*, 2019, no. 1(25), pp. 88-96.
2. Beyev A.P., Merkulov Yu.A., Perfil'yev S.V., Fedotov N.I. *Matematicheskiye metody v tekhnike i tekhnologiyakh – MMTT*, 2015, no. 7(77), pp. 59-61.
3. Levitskaya L.P., Kretov M.A. *Ekonomika zheleznikh dorog*, 2016, no. 9, pp. 68-74.
4. Nemchinov M.V., Kholin A.S., Fedorov V.E., Fedorov V.S., Bazhenov S.V. *Transportnoye stroitel'stvo*, 2009, no. 1, pp. 6-9.

5. Donchenko V.V. *Ustoychivyye gorodskiyе transportnyye sistemy: Izmeneniye paradigmy planirovaniya i razvitiya gorodskogo transporta* (Sustainable Urban Transport Systems: Changing the Paradigm of Urban Transport Planning and Development), Moscow, Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu "Agentstvo dorozhnoy informatsii RADAR", 2023, 402 p., ISBN 978-5-6048401-2-2.
6. Donchenko V.V. *Problemy obespecheniya ustoychivosti funktsionirovaniya gorodskikh transportnykh system* (Problems of Ensuring the Sustainability of Urban Transport Systems), Moscow, IKF "Katalog", 2005, 184 p., ISBN 5-94349-111-2.
7. Kostin A.V., Markin A.V. *Vestnik NTSBZHD*, 2021. – № 4(50). – S. 93-102. – EDN MMILNA.
8. Kurakina Ye.V., Sklyarova A.A. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*, 2020, vol. 17, no. 4(74), pp. 488-499, doi 10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499.
9. Il'ina I.Ye., Il'ina I.Ye., Vitvitskiy Ye.Ye. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta*, 2025, vol. 22, no. 1(101), pp. 68-77, doi 10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77.
10. Tolstoy O.V., Shevtsova A.G. *Nauchnyy portal MVD Rossii*, 2024, no. 1(65), pp. 60-68.
11. Shevtsova A.G. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2021, no. 4(75), pp. 49-57, doi 10.33979/2073-7432-2021-75-4-49-57.

Рецензент: И.А. Новиков, д-р техн. наук, проф., БГТУ им. В. Г. Шухова

Информация об авторах

Юнг Анастасия Алексеевна, аспирант, БГТУ им. В. Г. Шухова.

Шевцова Анастасия Геннадьевна, д-р техн. наук, доцент, директор института дополнительного образования и профессионального обучения «Высшая технологическая школа БГТУ им. В. Г. Шухова».

Information about the authors

Yung Anastasiya A., Postgraduate Student, BSTU named after V.G. Shukhov.

Shevtsova Anastasia G., Doctor of Sciences (Technical), Associate Professor, Director of the Institute of Continuing Education and Professional Training, Higher Technological School of BSTU named after V.G. Shukhov.

Статья поступила в редакцию 10.02.2026; одобрена после рецензирования 17.02.2026; принята к публикации 31.03.2026.

The article was submitted 10.01.2026; approved after reviewing 17.02.2026; accepted for publication 31.03.2026.