



УДК 911.9; 502.35; 504
DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Обеспеченность общественным транспортом Белгородской агломерации как фактор устойчивого развития

Разенков П.И., Корнилов А.Г.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: razenkov.pavel@yandex.ru

Аннотация. В статье проведено исследование города Белгорода и его пригородов на предмет обеспеченности селитебных пространств маршрутами общественного транспорта. Целью статьи является отражение сложившегося положения общественного транспорта в разных частях селитебной зоны Белгорода и районирование селитебной зоны по степени вовлечённости в маршрутную сеть города. Задача исследования заключается в картографировании маршрутов общественного транспорта и сопоставлении численности маршрутов, проходящих через конкретную селитебную территорию, для оценки степени вовлечённости данной территории в маршрутную сеть города. Число маршрутов определяет возможность перемещения в разные части города и пригорода. Проведены параллели между споровой застройкой пригородов американских городов и современной застройкой частного сектора в Белгороде. Обозначены недостатки сформированной селитебной застройки с точки зрения устойчивого развития и экологизации поселения. Составлены карты маршрутной сети общественного транспорта города, на тематической карте отражена интенсивность движения автобусов на разных участках дорожной сети. Дана оценка влияния плотности населения на степень обеспеченности автобусными маршрутами горожан. Проведено районирование селитебной территории города по степени доступности общественным транспортом. Определена численность населения, проживающего в условиях разной степени доступности общественного транспорта. Территории с высокой степенью обеспеченности общественным транспортом можно считать в большей степени соответствующими концепции устойчивого развития. Около 23,1 % населения города живут в условиях доступности общественного транспорта низких и ниже среднего.

Ключевые слова: селитебная зона, устойчивое развитие, спрл, доступность общественного транспорта, автомобилизация городской среды, пассажирооборот, транспортная мобильность

Для цитирования: Разенков П.И., Корнилов А.Г. 2024. Обеспеченность общественным транспортом Белгородской агломерации как фактор устойчивого развития. Региональные геосистемы, 48(2): 162–173. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Provision of Public Transport Belgorod Agglomeration as the Factor of Sustainable Development

Pavel I. Razenkov, Andrey G. Kornilov

Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia
E-mail: razenkov.pavel@yandex.ru

Abstract. The article conducted a study of the city of Belgorod and its suburbs regarding the provision of residential territories with public transport routes. The purpose of the article is to reflect the current situation of public transport in different parts of Belgorod residential area and zoning this residential territory according to the degree of involvement in the city's route network. The objective of the study is to map public transport routes and compare the number of routes passing through a specific residential area in order to assess the degree of involvement of this area in the city's route network. The number of



routes determines the possibility of moving to different parts of the city and suburbs. Parallels between the sprawl development of the suburbs of American cities and the modern development of the private sector in Belgorod are given. The shortcomings of the formed residential development from the point of view of sustainable development and greening of the settlement are identified. Maps of the route network of the city's public transport have been compiled; the thematic map reflects the intensity of bus traffic on different sections of the road network. An assessment of the influence of population density on the degree of provision of bus routes for citizens is made. The residential area of the city was zoned according to the degree of accessibility by public transport. The size of the population living in conditions of varying degrees of accessibility to public transport has been determined. Territories with a high degree of public transport can be considered more consistent with the concept of sustainable development. About 23.1 % of the city's population lives with low or below average access to public transport.

Keywords: residential area, sustainable development, sprawl, accessibility of public transport, motorization of the urban environment, passenger turnover, transport mobility.

For citation: Razenkov P.I., Kornilov A.G. 2024. Provision of Public Transport Belgorod Agglomeration as the Factor of Sustainable Development. *Regional geosystems*, 48(2): 162–173. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-2-162-173

Введение

В современных городах остро стоит проблема автомобилизации. С одной стороны, автомобиль – это комфортное средство передвижения для горожанина, с другой стороны, использование автомобиля несёт множество издержек для города: необходимость обеспечивать парковочные места, строительство крупных автомагистралей, способных вместить дневной автомобильный трафик, экологические издержки от выхлопных газов [Niglio, Comitale, 2015; Гришаева и др., 2018].

Современная урбанистическая наука сфокусирована на решении проблемы комфортного проживания человека в городе. Для решения данной проблемы необходимо снизить потребность человека в пользовании личным автомобилем [Трейвиш, 2016]. Карлосом Морено была разработана концепция 15-минутного города, предполагающая размещение всех необходимых человеку благ в пешей доступности от его места проживания. Однако не всё возможно разместить в шаговой доступности, для перемещений по городу предполагается использовать «устойчивый транспорт». Формирование удобной и повсеместной сети маршрутов общественного транспорта – одна из ключевых составляющих устойчивого развития города [Нотман, 2021; Moreno et al., 2021].

Американские города на протяжении XX века шли по пути автомобилизации, пытаясь воплотить в жизнь «американскую мечту», когда каждая семья живёт в отдельном частном доме и имеет 1–2 автомобиля. Реализация этой идеи привела к строительству крупного частного сектора вокруг городов (спрол) [Oueslati et al., 2015]. Относительно центра спрол является периферией и для связи с центром городские власти строят связующие автомагистрали [Чугунова и др., 2023]. В данной селитебной зоне низкая плотность населения, что усложняет развитие общественного транспорта, так как приходится возводить множество остановок, что увеличивает время в пути, или располагать остановки на большом расстоянии, что нельзя назвать доступным расположением [Pinna et al., 2018]. Любые передвижения по городу горожанин вынужден совершать на автомобиле, что повышает нагрузку на дорожную сеть и повышает загрязнение окружающей среды продуктами сгорания автомобильного топлива [Donchenko et al., 2016].

В Белгороде и Белгородской области с начала XXI века началось строительство частного сектора, аналогичного спролу. В данной статье авторы хотят обратить внимание на опыт зарубежных городов и спроецировать его на Белгород [Дорохов, Сеницын, 2020]. В городском планировании важно обращать внимание на ошибки зарубежных градостро-

ителей и не допускать аналогичные. На примере общественного транспорта Белгорода, рассмотрим селитебные территории города по принципу доступности и возможности перемещения людей в разные части города.

Цель статьи – районирование селитебной зоны города по принципу обеспеченности территории маршрутами общественного транспорта, поскольку данный фактор существенно влияет на стремление горожан пользоваться личным автомобилем. Устойчивое развитие города предполагает снижение использования личного автомобиля для передвижения в пределах городской черты.

Объекты и методы исследования

Устойчивое развитие транспорта предполагает повышение пользования общественным транспортом для экономии ресурсов и снижения загрязнения окружающей среды, однако для выполнения поставленной задачи, общественный транспорт должен удовлетворять потребности горожан в перемещении [Stawiarska, Sobczak, 2018]. По данной причине в статье рассматривается доступность общественного транспорта для селитебных зон города, где формируется спрос на перемещение.

Объектом исследования выступает селитебная зона города Белгорода. Для определения числа жителей, проживающих в условиях низкой или высокой доступности общественного транспорта, необходимо иметь представление о числе жителей в разных частях города. Нами будут использоваться данные из исследования «Дифференциация плотности населения в пределах крупного города для выявления уровня антропогенной нагрузки (на примере Белгорода)». Также картосхема из данного исследования.

На рис. 1 числами обозначен ранг территории по площади по убыванию площадной характеристики от 1 до 60.

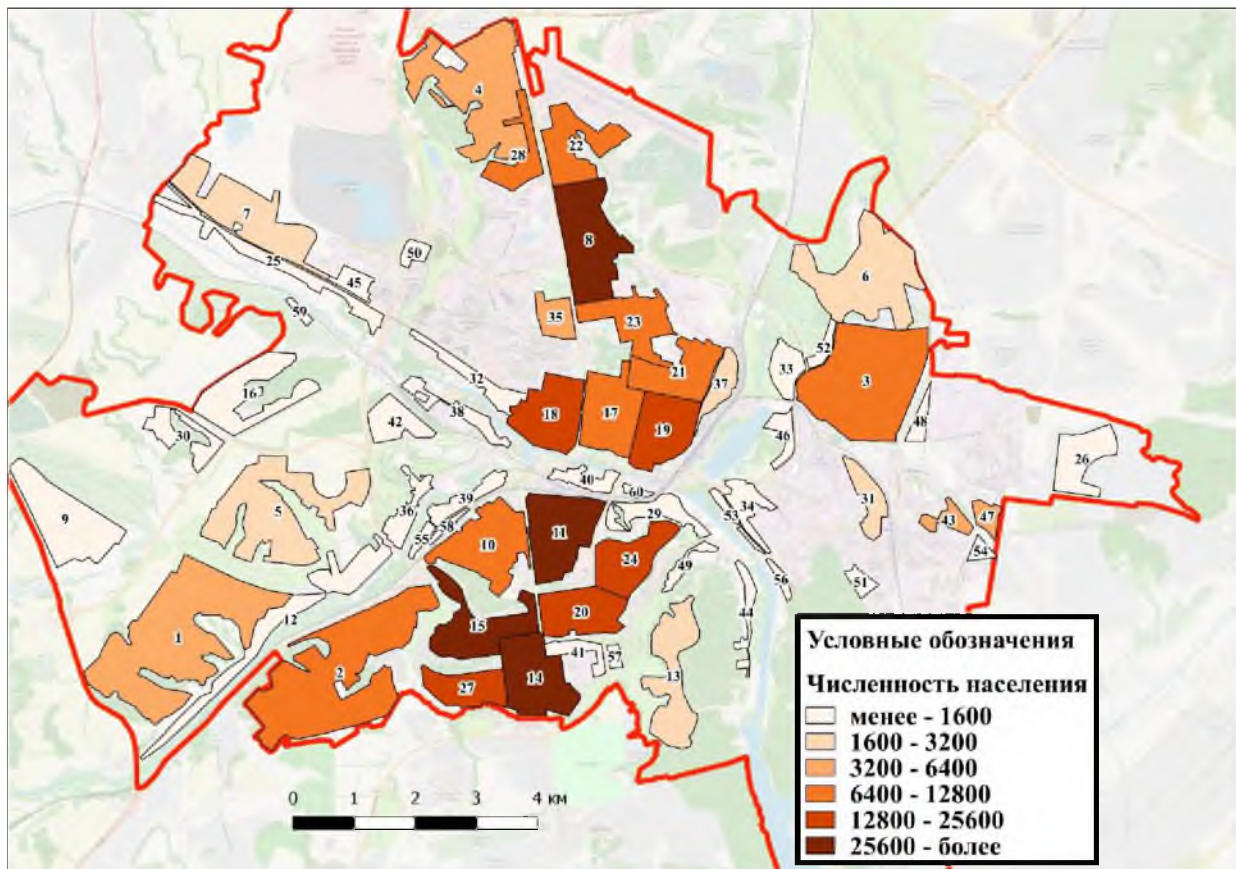


Рис. 1. Численность населения в элементах селитебной зоны города [Разенков, Корнилов, 2023]

Fig. 1. The population in the elements of the residential area of the city [Razenkov, Kornilov, 2023]

В исследовании использовались статистические данные и данные дистанционного зондирования города. Картографический материал составлен в программе *Q-ГИС*. При составлении карты «Интенсивность маршрутной сети» линии картографировались исходя из числа маршрутов, проходящих через конкретную остановку, и далее линия соединялась с соседними остановками. Толщиной линий показано число маршрутов пересекающих определённую дорогу. При сопоставлении карты интенсивности маршрутной сети и карты селитебной зоны города возможно оценить степень вовлечённости каждого элемента селитебной зоны в маршрутную сеть города. Для определения взаимовлияния автомобилизации и пассажирооборота городских автобусов составлен график по данным Росстата, демонстрирующий сформировавшиеся с 2000 года тренды. При определении степени обеспеченности селитебной зоны общественным транспортом были разработаны критерии (всего 5), при помощи которых проведено её районирование по принципу вовлечённости в городскую маршрутную сеть, от низкой до высокой. Это разделение даёт нам пространственное понимание городских зон, не соответствующих концепции устойчивого развития, а данные о плотности населения и особенностях застройки позволяют разобраться в причинах неравномерной интенсивности общественного транспорта.

С использованием анализа отечественных и зарубежных научных работ, выявлены особенности развития селитебной зоны Белгорода. Основываясь на имеющихся данных, сделаны выводы и рекомендации, способствующие в дальнейшем формированию транспортной системы, соответствующей концепции устойчивого развития.

Результаты и их обсуждение

Каждый городской муниципалитет в современной России стоит перед выбором – как развивать город. Есть два направления – автомобилецентричное и развитие общественного транспорта. Автомобилецентричное развитие предполагает активное строительство автомагистралей, парковок (около дома и повсеместно) для комфортной поездки в автомобиле. Данный подход подталкивает население приобретать личный автомобиль для любых передвижений по городу, что провоцирует пробки, и как следствие повышение антропогенной нагрузки на окружающую среду [Yigitcanlar et al., 2008].

Развитие общественного транспорта в шаговой доступности способствует отказу от постоянного использования личного автомобиля. Если человек может доехать в любую точку города без определённых трудностей, необходимость самому садиться за руль снижается [Anas, Lindsey, 2011; Garau et al., 2016]. Однако это при условии комфортного и доступного общественного транспорта. Успехов в данном направлении достиг город Париж. На рис. 2 отображены 2 тренда, сформировавшиеся с 2000 года в Белгородской области. Используются данные по Белгородской области, поскольку отсутствует статистика по городу Белгороду, однако это допущение существенно не снижает репрезентативность исследования, поскольку их можно интерполировать на Белгород. На графике рис. 2 отчётливо прослеживается формирование двух трендов – рост автомобилизации и снижение пользования общественным транспортом. С 2000 года, в расчёте на 1000 человек владельцев, число владельцев автомобилей возросло с 136,5 – до 336,3. Примерно с 2017 года можно заметить боковое движение графика, что говорит нам о завершении роста автомобилизации на данный момент. В 2019 году завершилось снижение пассажирооборота, а к 2022 году наблюдается незначительный рост данного показателя. Комфортный и доступный общественный транспорт – неотъемлемая часть концепции устойчивого развития города. Особенность маршрутной сети Белгорода отражена на рис. 3.

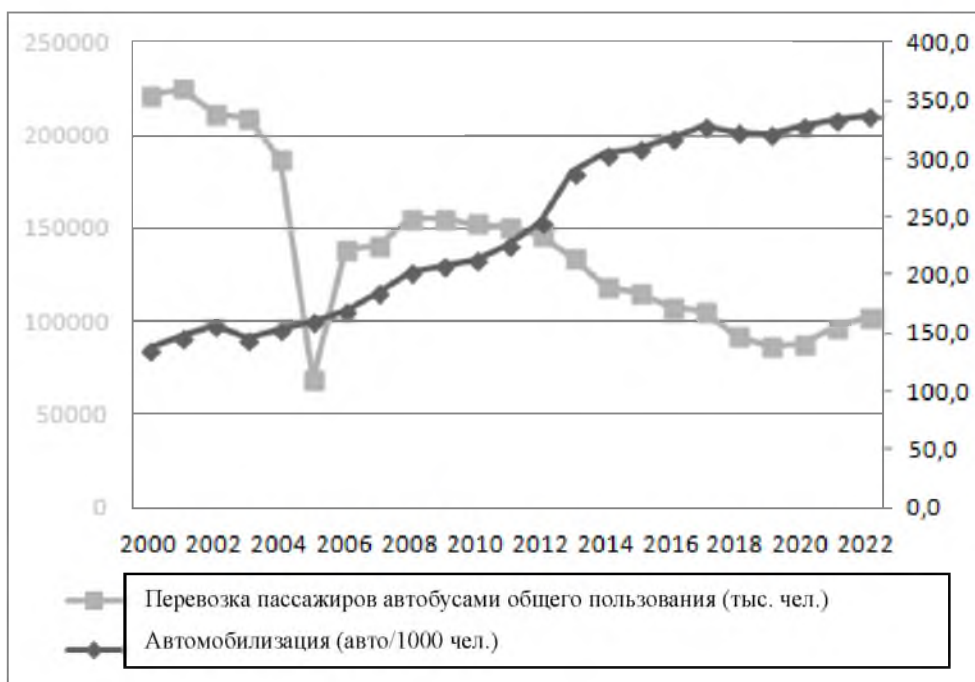


Рис. 2. График взаимосвязи автомобилизации и пассажирооборота в Белгородской области
Fig. 2. Graph of the relationship between motorization and passenger traffic in the Belgorod region

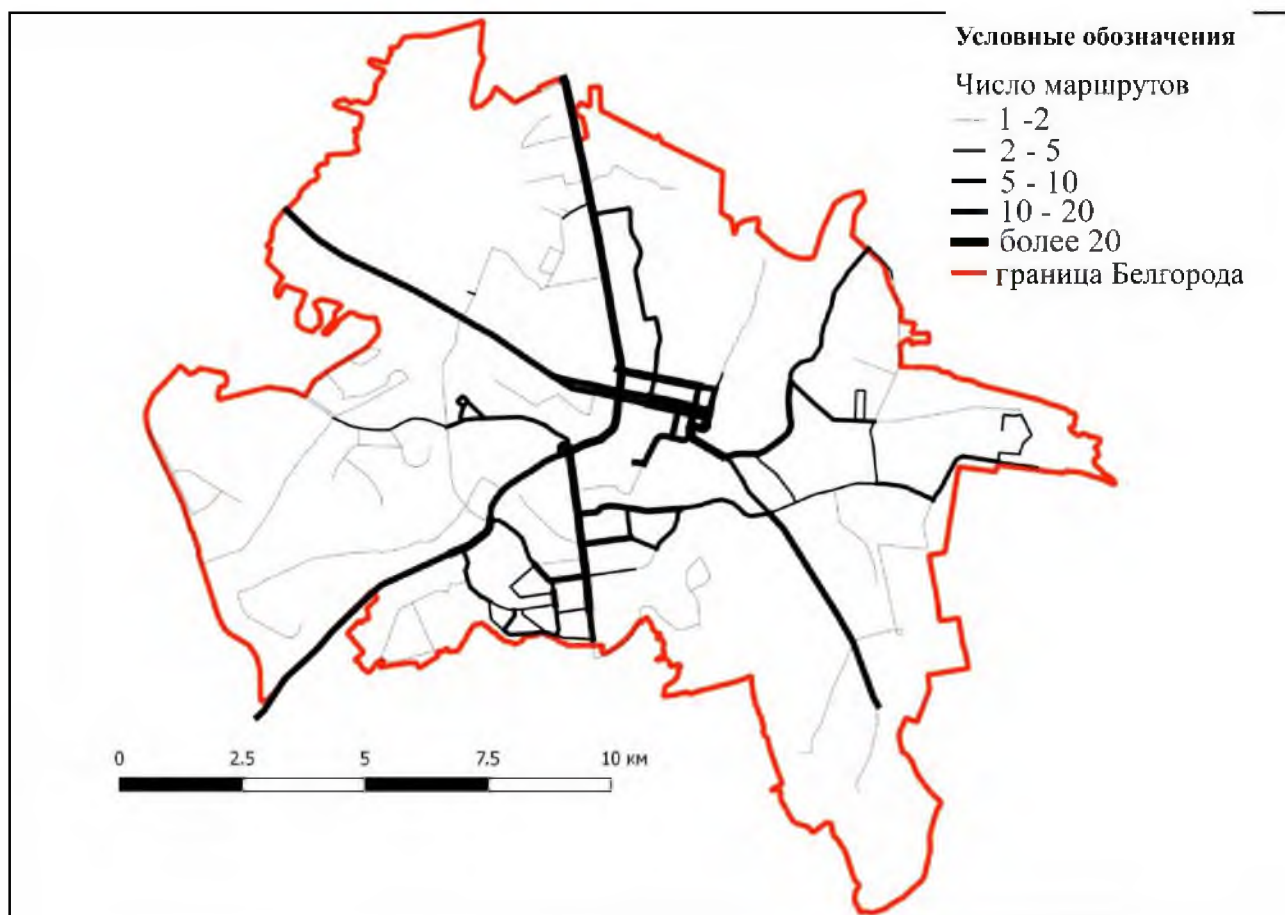


Рис. 3. Интенсивность маршрутной сети Белгорода
Fig. 3. The intensity of the Belgorod route network

Толщина маршрутных линий отражает число маршрутов, пересекающих определённую дорогу. Маршруты формируются из потребностей населения в перемещении по городу, следовательно, по выделенным дорогам также происходит и интенсивное частное автомобильное движение. Самые тонкие линии (1–2 маршрута) проходят по частному сектору города, где низкая плотность населения, и эффективность общественного транспорта снижается. Некоторые толстые линии, выходящие за пределы города, показывают маршруты в направлении населённых пунктов, входящих в Белгородскую агломерацию. Прилегание селитебных зон к таким транзитным дорогам повышает доступность общественного транспорта для населения [Чугунова и др., 2013].

Высокая плотность населения повышает рентабельность автобусов, что важно в условиях рыночной экономики, ведь предприятия, работающие в убыток, долго не живут [Зубаревич, 2010]. Данное обстоятельство и формирует повышенное число маршрутов в селитебных территориях с высокой плотностью населения и малое число маршрутов в частном секторе с низкой плотностью населения. Также в данной ситуации важно географическое положение – вблизи центра с развитой инфраструктурой селитебная зона даже с низкой плотностью населения будет более обеспеченной, нежели территория с такой же плотностью населения, расположенная на периферии [Разенков и др., 2021].

Для полноценного представления маршрутной сети Белгорода на рис. 4 показана схема движения городских автобусов.



Рис. 4. Схема движения городских автобусов Белгорода
Fig. 4. Traffic pattern of Belgorod city buses

Можно заметить, что автобусные маршруты выходят далеко за пределы городской черты и охватывают значительные территории, в особенности юго-западного и северо-восточного направления. В большинстве случаев периферийные населённые пункты обслуживают 1–2 маршрута, что говорит о их низкой степени вовлечённости в маршрутную сеть Белгорода. Расстояния в несколько десятков километров (самый длинный маршрут 65,6 км) со всеми остановками преодолеть проще на собственном автомобиле, что стимулирует население к покупке автомобиля. Скорость перемещения в пункт назначения играет не последнюю роль при выборе способа поездки.

Население Белгородского района 191 744 человек, при уровне автомобилизации 336,3 авто /1000 человек, это составляет 64 483 автомобилей дополнительной нагрузки на инфраструктурную сеть города и экологический каркас. Поэтому в отношении Белгорода и Белгородского района, тактике распыления населения следует предпочесть тактику концентрации. Повышение плотности населения способствует возможности организации удобной маршрутной сети, даже с пригородами.

Определив размещение селитебных зон города относительно маршрутной сети общественного транспорта (табл. 1), можно провести районирование селитебных территорий по принципу доступности общественного транспорта (рис. 5).

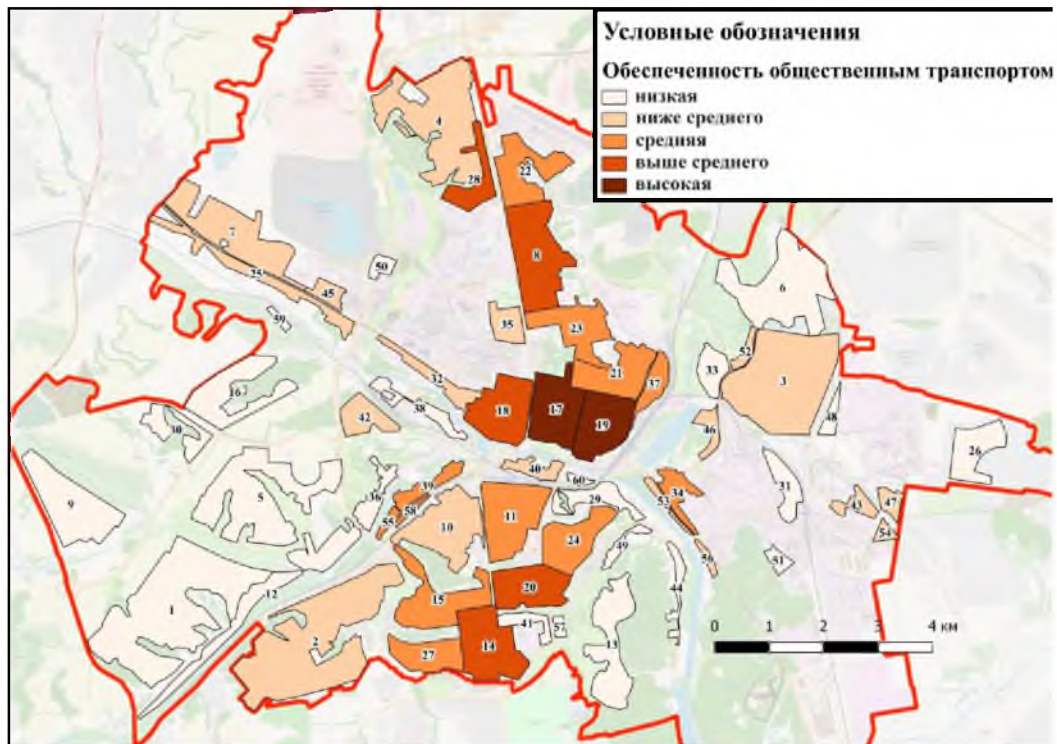


Рис. 5. Степень обеспеченности общественным транспортом селитебных зон Белгорода
Fig. 5. The degree of availability of public transport in residential areas of Belgorod

На рис. 5 показана высокая (выше среднего, средняя) обеспеченность общественным транспортом в центральной части города с направлением север – юг. В северной и южной частях города сконцентрирована большая часть населения города, что и обуславливает необходимость большого числа маршрутов. В периферийных частях города (запад, восток) население преимущественно проживает в частных домах, на некоторых участках селитебной зоны, встречается многоквартирная застройка, что говорит о низкой плотности населения в этих районах. Плотность и численность населения определяют спрос на перемещение, соответственно на маршруты общественного транспорта [Požani, Stead, 2015].

Таблица 1
Table 1Критерии районирования селитебной зоны Белгорода
по показателю обеспеченности общественным транспортом
Criteria for the zoning of the residential zone of Belgorod in terms of public transport availability

| Обеспеченность | Характеристика |
|----------------|--|
| Низкая | Маршрутная сеть покрывает лишь часть селитебной зоны и включает в себя 1–2 маршрута. Как правило, территории расположены периферийно относительно городского центра. |
| Ниже среднего | Маршрутная сеть покрывает лишь часть территории, однако близость к крупным дорожным магистралям повышает обеспеченность общественным транспортом. Непосредственно внутри селитебной зоны могут заходить 2–3 маршрута, однако по ближайшим магистралям проходит большее число маршрутов. |
| Средняя | Маршрутные остановки находятся в шаговой доступности для горожан. Близость к центру концентрации населения и соседство с крупными дорожными магистралями способствуют повышению доступности общественного транспорта. Повышается густота и вовлечённость селитебной зоны в городскую маршрутную сеть. От 3 до 8 маршрутов. |
| Выше среднего | У жителей данных частей города в шаговой доступности расположена остановка, с которой можно уехать по 8–38 маршрутам почти в любую часть города и пригорода. |
| Высокая | Центральная часть города, где в наибольшей степени развит общественный транспорт. Большинство остановок имеет от 20 до 57 направлений движения. |

Географическое положение в данной ситуации играет важную роль, поскольку даже если территория не обладает высокой плотностью населения, но располагается вблизи крупных дорожных магистралей или между территориями с высокой плотностью населения, или вблизи высоко обеспеченных зон, это повышает обеспеченность общественным транспортом данной территории.

Используя данные о численности населения в выделенных на рис. 4 ареалах, можно сгруппировать горожан по обеспеченности общественным транспортом (табл. 2). Таблица составлена исходя из картосхемы (см. рис. 5). Имея данные о численности населения в каждой выделенной части селитебной зоны и степени обеспеченности данного пространства маршрутами общественного транспорта, возможно выявить численность населения, проживающего в условиях с разной доступностью общественного транспорта.

Таблица 2
Table 2Обеспеченность населения г. Белгорода общественным транспортом
Provision of the population of Belgorod with public transport

| Степень обеспеченности общественным транспортом | Численность населения, чел. | Доля группы в общей численности населения, % |
|---|-----------------------------|--|
| Низкая | 25 675 | 7,7 |
| Ниже среднего | 51 460 | 15,4 |
| Средняя | 121 290 | 36,4 |
| Выше среднего | 107 184 | 32,1 |
| Высокая | 28 083 | 8,4 |

Большая часть населения проживает в зонах города со средней доступностью общественного транспорта. Поскольку данные территории расположены вблизи централь-



ной части города и характеризуются высокой плотностью населения [Разенков, Корнилов, 2023], вполне возможно повышение транспортной доступности этих территорий посредством создания новых или оптимизации существующих маршрутов.

Территории с низким и ниже среднего показателем доступности отличаются низкой плотностью населения и повышенного спроса на общественный транспорт там сложно добиться. Удельную востребованность общественного транспорта здесь, возможно, удалось бы увеличить, лишь постепенно повышая плотность населения посредством возведения многоквартирных домов. Периферийное положение усугубляет ситуацию на данной территории. Точно можно сказать, что разрастание города вширь путём строительства крупного частного сектора (спрولا) не самая удачная идея, поскольку стимулирует горожан пользоваться не общественным транспортом, а личным автомобилем [Cervero, 2014].

Представленные выше картосхемы отражают неравномерность в развитии общественного транспорта и указывают на отстающие и развитые части селитебной зоны города.

Заключение

В ходе исследования выявлено 2 тренда, сформировавшихся с 2000 года на территории Белгородской области: рост частного автотранспорта и снижение пассажирооборота общественного транспорта. Население стало чаще использовать личный автомобиль для перемещений, что не вписывается в концепцию устойчивого развития, которая предполагает снижение загрязнения окружающей среды и повышение комфортности жизни горожан посредством эффективного и доступного общественного транспорта.

Определена зависимость между степенью развитости территории и её транспортной доступностью – в первую очередь, высокая плотность населения обеспечивает спрос на услуги общественного транспорта, и чем больше соседствующих территорий с высокой плотностью населения, тем выше доступность общественного транспорта. В тоже время периферийные территории, преимущественно представленные частным сектором, не создают достаточно высокого спроса для формирования густой маршрутной сети.

Селитебные пространства города были дифференцированы, исходя из их вовлечённости в маршрутную сеть, на 5 категорий. Проведено районирование селитебной зоны города по степени обеспеченности маршрутами общественного транспорта. Имея данные о численности населения в выделенных секторах города, стало возможным определить процентное соотношение населения, проживающего в тех или иных условиях доступности транспорта. Около 40,5 % населения проживают в условиях высокой и выше среднего доступности общественного транспорта, однако 23,1 % живут в условиях низкой и ниже среднего обеспеченности. В исследовании не проводилось картографирование пригородной зоны Белгорода, поскольку отсутствуют данные о численности населения в отдельных частях агломерации, однако, исходя из картосхемы движения городских автобусов, обеспеченность общественным транспортом за пределами Белгорода снижается. За исключением крупных населённых пунктов, в основном конечные остановки включают 1 или 2 маршрута.

Список литературы

- Гришаева Ю.М., Матанцева О.Ю., Спирин И.В., Савосина М.И., Ткачева З.Н., Васин Д.В. 2018. Устойчивое развитие транспорта в городах России: опыт и актуальные задачи. Юг России: экология, развитие, 13 (4): 24–46. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-4-24-46>.
- Дорохов Р.А., Сеницын Н.А. 2020. Спрол в России: рост и структурная трансформация пригородов Белгорода. Известия Российской академии наук. Серия географическая, 84(2): 191–206. <https://doi.org/10.31857/S2587556620020053>.
- Зубаревич Н.В. 2010. Города как центры модернизации экономики и человеческого капитала. Общественные науки и современность, 5: 5–19.



- Нотман О.В. 2021. Концепция 15-минутного города как основа устойчивой модели развития мегаполиса в условиях современных рисков. *Урбанистика*, 3: 73–85. <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.3.35086>.
- Разенков П.И., Корнилов А.Г. 2023. Дифференциация плотности населения в пределах крупного города для выявления уровня антропогенной нагрузки (на примере Белгорода). *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле*, 23(3): 168–175. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2023-23-3-168-175>.
- Разенков П.И., Лопина Е.М., Шульгин В.М., Жидких Д.В. 2021. Функционально-планировочное зонирование города как инструмент социально-экономического развития и геоэкологической оценки. *Московский экономический журнал*, 10: 73–86. <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10629>.
- Трейвиш А.И. 2016. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения. *Демографическое обозрение*, 3(1): 52–70. <https://doi.org/10.17323/demreview.v3i1.1763>.
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Лихневская Н.В. 2013. Развитие системы городского расселения Белгородской области. *География и природные ресурсы*, 1: 112–118.
- Чугунова Н.В., Полякова Т.А., Морковская Д.Н., Ткачев Е.В. 2023. Поляризация пространства староосвоенного региона как фактор «сжатия». На материалах Белгородской области. *Региональные геосистемы*, 47 (2): 226–237. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-226-237>.
- Anas A., Lindsey R. 2011. Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1): 66–88. <https://doi.org/10.1093/req/req019>.
- Cervero R. 2014. Transport Infrastructure and the Environment in the Global South: Sustainable Mobility and Urbanism. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(3): 174–191. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.25.3.1>.
- Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Barishev L., Trofimenko Y., Mekhonoshin V. 2016. Estimated Atmospheric Emission from Motor Transport in Moscow Based on Transport Model of the City. *Transportation Research Procedia*, 14: 2649–2658. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.423>.
- Garau C., Masala F., Pinna F. 2016. Cagliari and Smart Urban Mobility: Analysis and Comparison. *Cities*, 56(1): 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.012>.
- Moreno C., Allam Z., Chabaud, D., Gall C., Pratlong F. 2021. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1): 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Niglio R., Comitale P.P. 2015. Sustainable urban mobility towards smart mobility: The case study of Bari area, Italy. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8(2): 219–234. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/3009>.
- Oueslati W., Alvanides S., Garrod G. 2015. Determinants of Urban Sprawl in European Cities. *Urban Studies*, 52(9): 1594–1614. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2397141>.
- Stawiarska E., Sobczak P. 2018. The Impact of Intelligent Transportation System on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions. *Sustainability*, 10(5): 1318. <https://doi.org/10.3390/su10051318>.
- Pinna F., Masala F., Garau C. 2018. Urban Policies and Mobility Trends in Italian Smart Cities. *Sustainability*, 9: 494. <https://doi.org/10.3390/su9040494>.
- Pojani D., Stead D. 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7: 7784–7805. <https://doi.org/10.3390/su7067784>.
- Yigitcanlar T., Fabian L., Coiacetto E. 2008. Challenges to Urban Transport Sustainability and Smart Transport in Atourist City: The Gold Coast. *The Open Transportation Journal*, 2(1): 29–46. <https://doi.org/10.2174/1874447800802010029>.

References

- Grishaeva Yu.M., Matantseva O.Yu., Spirin I.V., Savosina M.I., Tkacheva Z.N., Vasin D.V. 2018. Sustainable Development of Transportation in the Cities of Russia: Experience and Priorities. South of Russia: ecology, development, 13(4): 24–46 (in Russian). <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2018-4-24-46>



- Dorokhov R.A., Sinitsyn N.A. 2020. Sprawl in Russia: Growth and Structural Transformation of the Belgorod Suburbs. *Regional Research of Russia*, 10(2): 247–259 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2587556620020053>.
- Zubarevich N.V. 2010. Cities as Centers of Modernization of Economy and Himan Capital. *Social Sciences and Contemporary World*, 5: 5–19 (in Russian).
- Notman O.V. 2021. The Concept of 15-Minute City as the Basis for the Model of Sustainable Development of a Megacity in Terms of Modern Risks. *Urban Studies*, 3: 73–85 (in Russian). <https://doi.org/10.7256/2310-8673.2021.3.35086>.
- Razenkov P.I., Kornilov A.G. 2023. Differentiation of Population Density within a Large City to Identify the Level of Anthropogenic Load (on the Example of Belgorod). *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 23 (3): 168–175 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2023-23-3-168-175>
- Razenkov P.I., Lopina E.M., Shul'gin V.M., Zhidkikh D.V. 2021. Functional City Zoning as the Instrument of Socio-Economic Development and Geo-Ecological Examination. *Moscow economic journal*, 10: 73–86 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2413-046X-2021-10629>.
- Treyvish A.I. 2016. The Rural-Urban Continuum: the Destiny of the Notion and Its Link to the Spatial Mobility of Population. *Demographic Review*, 3(1): 52–70 (in Russian). <https://doi.org/10.17323/demreview.v3i1.1763>.
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Likhnevskaya N.V. 2013. The Development of the Urban Settlement System in Belgorod Oblast. *Geography and Natural Resources*, 34(1): 55–60 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1875372813010083>.
- Chugunova N.V., Polyakova T.A., Morkovskaya D.N., Tkachev E.V. 2023. Polarization of the Space of the Old-Developed Region as a Factor of "Compression". *Regional Geosystems*, 47(2): 226–237 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-2-226-237>.
- Anas A., Lindsey R. 2011. Reducing Urban Road Transportation Externalities: Road Pricing in Theory and in Practice. *Review of Environmental Economics and Policy*, 5(1): 66–88. <https://doi.org/10.1093/reep/req019>.
- Cervero R. 2014. Transport Infrastructure and the Environment in the Global South: Sustainable Mobility and Urbanism. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 25(3): 174–191. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.25.3.1>.
- Donchenko V., Kunin Y., Ruzski A., Barishev L., Trofimenko Y., Mekhonoshin V. 2016. Estimated Atmospheric Emission from Motor Transport in Moscow Based on Transport Model of the City. *Transportation Research Procedia*, 14: 2649–2658. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.423>.
- Garau C., Masala F., Pinna F. 2016. Cagliari and Smart Urban Mobility: Analysis and Comparison. *Cities*, 56 (1): 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.012>.
- Moreno C., Allam Z., Chabaud, D., Gall C., Pralong F. 2021. Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. *Smart Cities*, 4(1): 93–111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>.
- Niglio R., Comitale P.P. 2015. Sustainable urban mobility towards smart mobility: The case study of Bari area, Italy. *TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8(2): 219–234. <https://doi.org/10.6092/1970-9870/3009>.
- Oueslati W., Alvanides S., Garrod G. 2015. Determinants of Urban Sprawl in European Cities. *Urban Studies*, 52 (9): 1594–1614. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2397141>.
- Stawiarska E., Sobczak P. 2018. The Impact of Intelligent Transportation System on the Sustainable Growth of Passenger Transport in EU Regions. *Sustainability*, 10(5): 1318. <https://doi.org/10.3390/su10051318>.
- Pinna F., Masala F., Garau C. 2018. Urban Policies and Mobility Trends in Italian Smart Cities. *Sustainability*, 9: 494. <https://doi.org/10.3390/su9040494>.
- Pojani D., Stead D. 2015. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities. *Sustainability*, 7: 7784–7805. <https://doi.org/10.3390/su7067784>.
- Yigitcanlar T., Fabian L., Coiacetto E. 2008. Challenges to Urban Transport Sustainability and Smart Transport in Atourist City: The Gold Coast. *The Open Transportation Journal*, 2(1): 29–46. <https://doi.org/10.2174/1874447800802010029>.



*Поступила в редакцию 17.04.2024;
поступила после рецензирования 30.05.2024;
принята к публикации 05.06.2024*

*Received April 17, 2024;
Revised May 30, 2024;
Accepted June 05, 2024*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Разенков Павел Игоревич, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Корнилов Андрей Геннадьевич, доктор географических наук, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности Института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavel I. Razenkov, Post-graduate student of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Andrey G. Kornilov, Professor of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety of Institute of Earth Sciences, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia