

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ НА ПРИМЕРЕ Г. БРЕСТА

Г. А. Третьяк¹⁾, А. С. Семенюк²⁾

¹⁾ Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
2203030, Беларусь, email: geo.tretyakga@bsu.by

²⁾ Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
2203030, Беларусь, email: geo-semenuk@yandex.ru

В данной работе проведено картографирование обеспеченности населения г. Бреста общественным транспортом. В рамках исследования была построена сетевая модель системы общественного транспорта, проанализирована доступность остановок, разнообразие маршрутов, выгодность положения точек в черте города в транспортной системе. Также определена численность населения, проживающая в различных условиях доступности общественного транспорта, и отмечено изменение эти условий по мере удаления от центра города.

Ключевые слова: картографирование; сетевой анализ; общественный транспорт; сетевая модель.

GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE PROVISION OF THE POPULATION WITH PUBLIC TRANSPORT ON THE EXAMPLE OF BREST CITY

G. A. Tretyak¹⁾, A. S. Semenyuk²⁾

¹⁾ Belarusian State University, 4 Nezavisimosti Ave.,
2203030, Belarus, email: geo.tretyakga@bsu.by

²⁾ Belarusian State University, 4 Nezavisimosti Ave.,
2203030, Belarus, email: geo-semenuk@yandex.ru

In this work, mapping of the provision of the population of Brest city with public transport is carried out. As part of the study, a network model of the public transport system was built, the accessibility of stops, the variety of routes, and the advantage of the location of points within the city in the transport system were analyzed. The number of people living in different conditions of public transport accessibility and the change in these conditions as they move away from the city center are also calculated.

Keywords: mapping; network analysis; public transport; network model.

Транспортная обеспеченность – ключевой фактор качества городской среды, тесно связанный с социально-экономическим развитием. Улучшение

доступности рабочих мест, учреждений здравоохранения и образования повышает качество жизни. В Бресте развитие транспортной инфраструктуры – важная задача, влияющая на качество жизни. Динамичная система общественного транспорта постоянно адаптируется к изменениям в городе. Повышенный интерес к исследованиям транспортной обеспеченности с помощью ГИС обусловлен доступностью ГИС, наличием подробных данных (дистанционное зондирование, навигационные системы), и появлением новых пространственных данных. Теперь такие исследования доступны не только государственным, но и частным лицам, что привело к разнообразию методов. Необходима научно обоснованная методика оценки обеспеченности, учитывающая особенности крупномасштабных исследований городов (административное деление, размещение населения, функционирование транспортной системы). Это позволит комплексно решать текущие задачи и стимулировать новые исследования.

Система общественного городского транспорта Бреста типична для областного центра Беларуси. Она состоит из автобусной и троллейбусной сетей (маршрутные такси и другие менее значительные во внутригородских перевозках виды транспорта, такие как поезда, речной транспорт, не учитывались в работе). Троллейбусные маршруты приурочены к главным дорогам города и связывают объекты массового скопления людей. Наиболее густая сеть наблюдается на улице Московской и проспекте Машерова, которые на большей части своей протяжённости обслуживают сразу 5–6 маршрутов троллейбусов. Автобусная сеть гораздо более разветвленная и, помимо крупных районов, затрагивает и малонаселенные. Наиболее насыщен маршрутами центральный квартал. Через него проходит путь более 50 автобусов, а остановка «Газоаппарат», являясь как конечной (преимущественно для автобусов, прибывающих с юга), так и транзитной (для автобусов, прибывающих из северной части города), является частью 38 маршрутов [1].

Для моделирования транспортной сети Бреста в QGIS создана сетевая модель – ориентированный граф, где вес ребер (время в пути) является основным атрибутом. Модель включает отдельные сети для каждого вида транспорта и пешеходную сеть (для учёта времени пешего хода к остановкам и между пересадками).

Основной весовой атрибут – время в пути, рассчитанное по средней скорости транспорта (данные о времени отправления и прибытия). Время ожидания на остановках учтено как среднее значение за день, что создаёт погрешность для маршрутов с низкой частотой движения. В итоге для каждого вида транспорта созданы пространственные слои, характеризующие транспортную сеть и ее взаимодействие с другими видами транспорта. После создания

и заполнения всех необходимых весовых атрибутов, а также атрибутов, отвечающих за направление движения, в программном обеспечении QGIS была сформирована база пространственных данных, характеризующих сеть пассажирского транспорта Бреста (рис. 1).

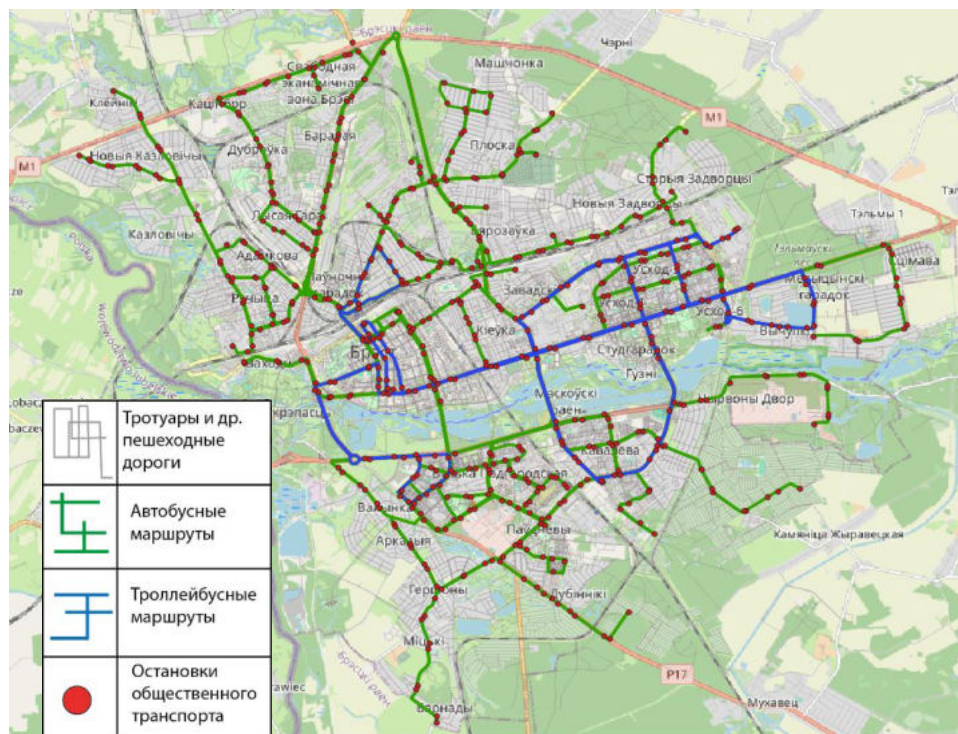


Рис. 1. Схема сетевой модели городского общественного транспорта

Исследование охватывает всю территорию Бреста и частично прилегающие районы. Основным источником данных стал OSM – открытый проект с подробными пространственными данными, откуда был взят граф пешеходной сети, дополненный маршрутами и остановками общественного транспорта [2]. Пешеходные пути определялись по типу дорог (QuickOSM), включая дороги в частном секторе, где пешеходное движение возможно. Неточности в расположении тротуаров не критичны для исследования. Данные о маршрутах общественного транспорта были получены из онлайн-сервисов: сайт КУП «Брестский общественный транспорт» (<https://ap1.brest.by>) [1], сайт *kogda.by* [3] (расписание и средняя скорость), и Яндекс.Карты (только для проверки достоверности модели). Также важным фактором при оценке ситуации в городе по транспортной доступности тех или иных объектов является размещение населения в городе. Области с большим количеством указывают на необходимость сосредоточения там большего количества объектов транспортной инфраструктуры [5].

Сперва необходимо определиться с набором факторов и показателей, которые будут оцениваться и моделироваться в рамках работы. Их можно разделить на 3 группы, характеризующие обеспеченность транспортом с разных

сторон. В первую очередь, необходимо рассмотреть возможность воспользоваться транспортными услугами в принципе, то есть за какое время можно дойти до ближайшей остановки общественного транспорта. Во-вторых, – исследовать разнообразие маршрутов для разных территорий. И в-третьих, – определить выгодность положения каждой части города в системе в целом, учитывая, как взаимодействуют между собой виды транспорта и обеспечивают доступность территории для населения города [4].

Результат картографирования пешеходной доступности ближайшей остановки общественного транспорта представлен на рисунке 2.

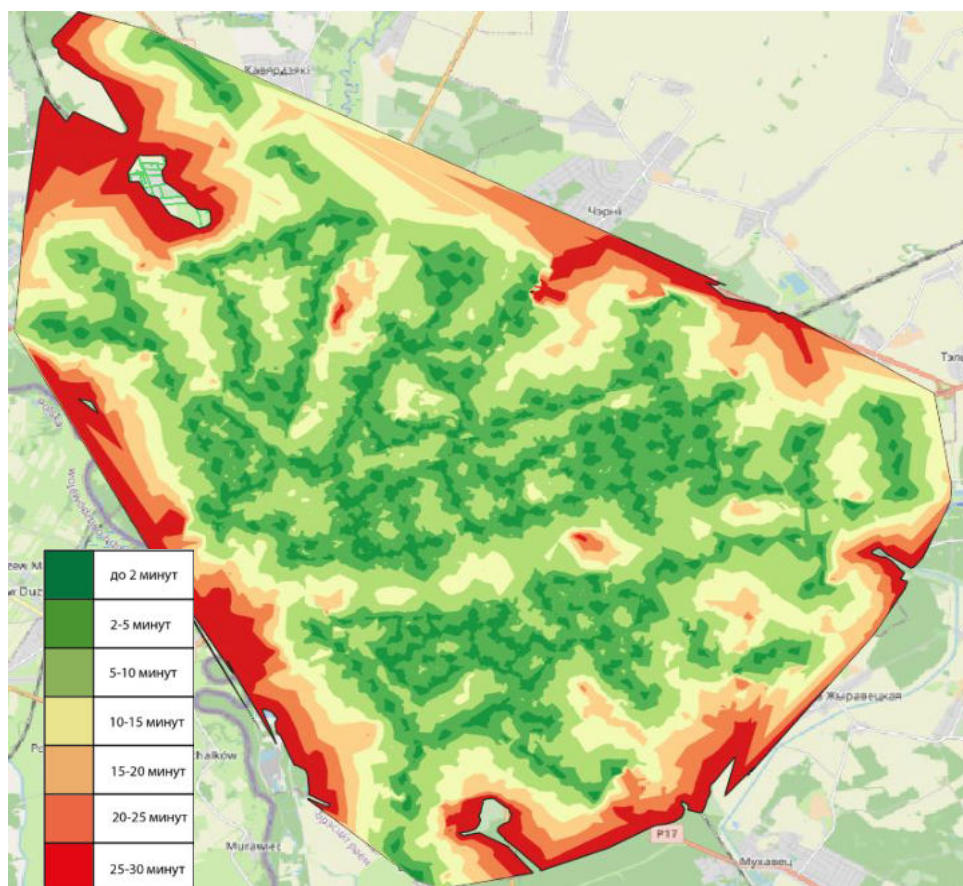


Рис. 2. Пешеходная доступность остановок общественного транспорта

Следующим фактором оценки после доступности транспортных услуг является их качество, которое выражается надежностью и разнообразием – наличие различных вариантов при осуществлении маршрута. Сперва для каждой остановки по информации о числе маршрутов, проходящих через нее, была составлена соответствующая карта. Далее в рамках исследования для оценки вышеназванных характеристик был рассчитан и проанализирован такой показатель, как число маршрутов общественного

транспорта в 15-минутной доступности (рис. 3). Его графическая визуализация позволяет более подробно рассмотреть ситуацию с разнообразием выбора, чем предыдущая карта.

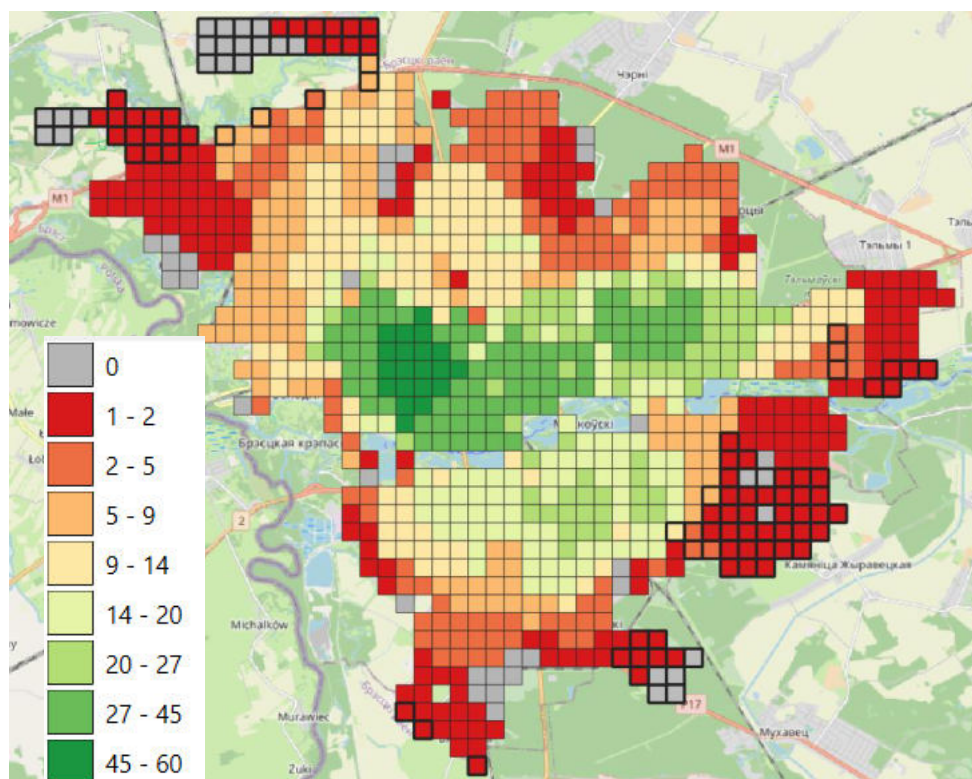


Рис. 3. Количество маршрутов в зоне доступности

Следующей рассматривается такая характеристика, как интегральная транспортная доступность, для того чтобы оценить выгодность расположения различных селитебных территорий в пассажирской транспортной системе города (рис. 4).

Интегральная транспортная доступность учитывает только время доступности и рассчитывается для каждой точки территории как среднее между временем доступности от нее до всех остальных точек территории на общественном транспорте [4].

Анализ полученных моделей и формирование выводов относительно территориальной дифференциации обеспеченности населения общественным транспортом проводится двумя путями:

- через анализ распределения населения города в рамках значений фактора транспортной обеспеченности;
- анализ средних значений для всех селитебных территорий города и выявление кризисных и наиболее хорошо обеспеченных районов [4];

При анализе данного фактора транспортной обеспеченности (рис. 5) можно сделать вывод, что большинство жителей города (82 % или 265 тысяч

человек) проживают в пределах 5-минутной пешей доступности до ближайшего остановочного пункта, а также лишь 2 % жителей (7300 человек) не имеют остановочного пункта в пределах 10-минутной пешей доступности. Таким образом, 98 % жителей города за 10 минут и гораздо быстрее могут добраться до остановочного пункта – минимальное условие, необходимое для пользования каким-либо общественным транспортом, выполнено успешно.

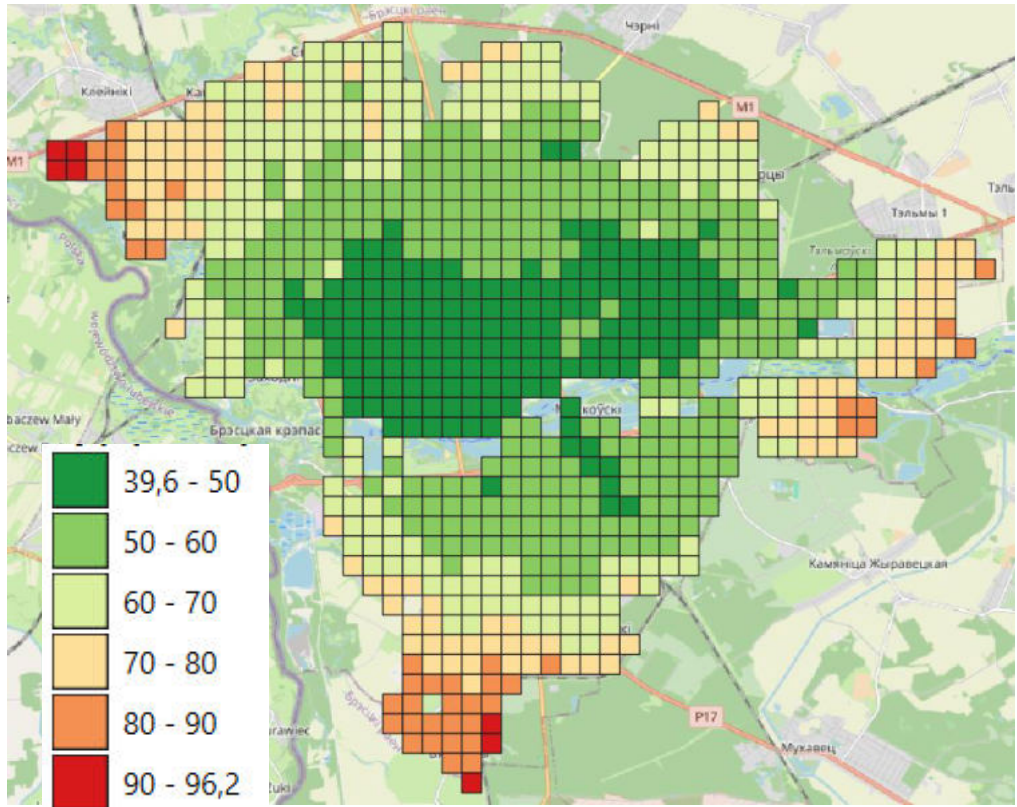


Рис. 4. Интегральная транспортная доступность (минуты)

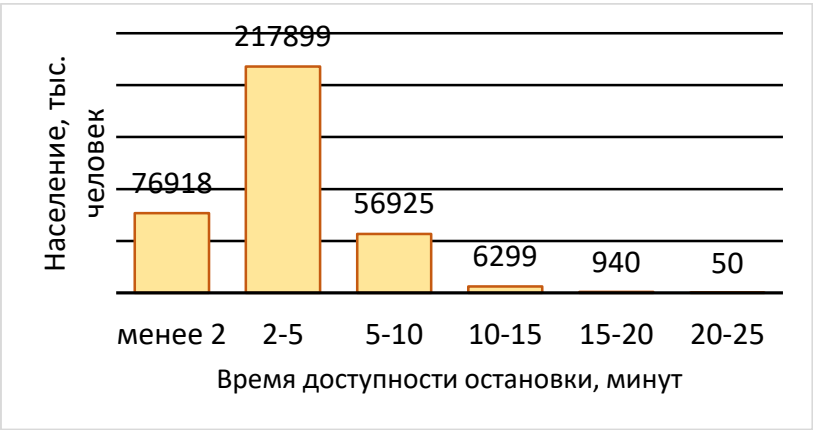


Рис. 5. Распределение населения по зонам доступности остановок общественного транспорта

Среднее время доступа до ближайшей остановки по городу (для населения) составило около 3,8 минуты, что также является достаточно хорошим показателем.

Для анализа следующего фактора – надёжности и разнообразия маршрутов – было применено разбиение города на 800–900 зон размером 369×369 метров. Расчет значений производился для точки в центре каждой из них, и считается, что полученные значения имеют смысл для всей зоны вокруг этой точки. Временной интервал на достижение нужных маршрутов был определён как 15 минут – это время, за которое практически все жители дойдут как минимум до ближайшей остановки, а многие смогут позволить себе выбирать из множества вариантов. График (рис. 6) дает следующую информацию: три из четырёх жителей города за 15 минут могут дойти до остановки/остановок, через которые проходит 15 и более маршрутов. В то же время 25 тысяч человек имеют на выбор не более 5 маршрутов, около тысячи человек за 15 минут вообще не попадут на остановку.

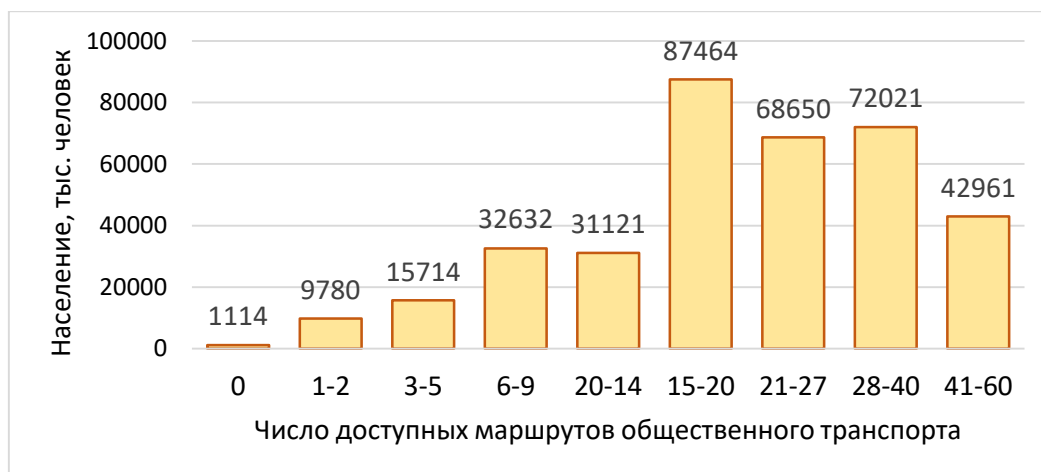


Рис. 6. Распределение населения города в зависимости от числа доступных маршрутов наземного общественного транспорта

Выгодность положения в транспортной системе в целом характеризует интегральная доступность, минимальный ее показатель на территории города – 39 минут – в центральной части города. Максимум наблюдается на периферии в микрорайонах Бернады на юге и Новые Козловичи на северо-западе. Анализируя график (рис. 7), можно определить, что большинство населения (90 %) проживает в зонах с интегральной транспортной доступностью, не превышающей один час, а численность жителей в наименее благоприятных зонах с доступностью более 80 минут составляет лишь 1 %.

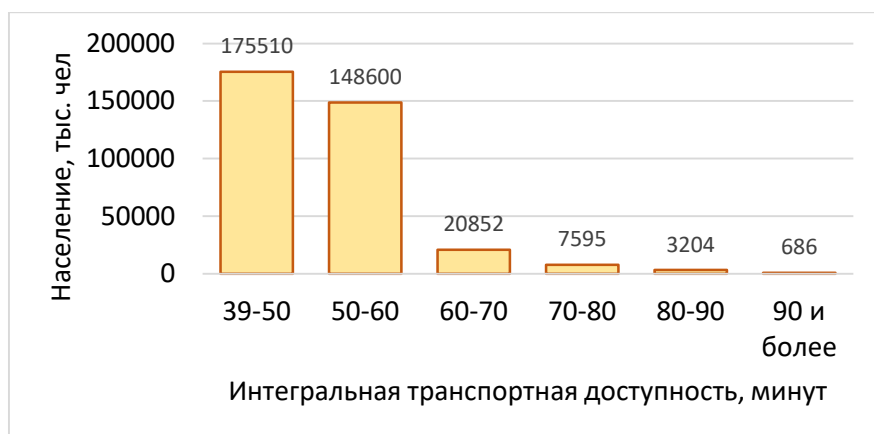


Рис. 7. Распределение населения в зависимости от интегральной транспортной доступности

Полученные данные позволяют сформировать следующие выводы. С имеющимися материалами (сеть пешеходных дорог и маршрутов, а также данные о скорости общественного транспорта и интервалах на маршрутах) можно построить модель сети общественного транспорта города, которая будет достаточно точно описывать реальную. Недостатки ее в том, что не учтены все виды транспорта, а также то, что в реальности мы имеем дело с конкретным временем ожидания транспорта в точное время дня, а не средним за сутки, поэтому на участках, где меньше насыщенность маршрутами, меньше точность сети. Тем не менее можно точно определить, что по всем показателям более 80 % жителей города имеют достаточно комфортные условия для перемещения по городу на общественном транспорте. Худшие характеристики имеют микрорайоны с частной застройкой, которые являются бывшими деревнями, включёнными в состав города. Насыщение этих районов дополнительными маршрутами и остановками экономически невыгодно, поэтому их наличие не может характеризовать систему общественного транспорта Бреста как недостаточно развитую или неэффективную.

Библиографические ссылки

1. Брестский общественный транспорт [Электронный ресурс]. URL: <https://ap1.brest.by> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Картографический веб-сервис OpenStreetMap. URL: <http://www.openstreetmap.org/> (дата обращения: 10.04.2024).
3. Расписание автобусов, троллейбусов и трамваев в РБ 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://kogda.by> (дата обращения: 07.04.2024).
4. Сомов Э. В. Геоинформационное картографирование обеспеченности населения общественным транспортом на примере г. Москвы : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 25.00.33 / Э. В. Сомов ; МГУ. Москва, 2015. 24 с.
5. Esri. ArcGIS [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=691d632351ec4b0ea5fc639c40a5f027> (дата обращения: 09.04.2024).