

ГРАФИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ ГИС-АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА БРЕСТА

М. В. Касянюк¹⁾, С. М. Токарчук²⁾

¹⁾Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, бул. Космонавтов, 21, 224016, г. Брест, Беларусь, mariabartasevic12@gmail.com

²⁾Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, бул. Космонавтов, 21, 224016, г. Брест, Беларусь, svetlana.m.tokarchuk@mail.ru

В статье рассматриваются возможности веб-приложения Survey123 for ArcGIS для проведения ГИС-анализа инфраструктуры общественного транспорта города на примере автобусных рейсов Бреста. Графико-статистический анализ был выполнен с использованием раздела «Анализ» программы, где полученные результаты представляются в виде карты, таблицы, галереи фотографий, столбчатой, линейной или круговой диаграммы, облака слов.

Ключевые слова: город; городская инфраструктура; общественный транспорт; ГИС-анализ; графический анализ; статистический анализ.

GRAPHIC AND STATISTICAL GIS-ANALYSIS OF PUBLIC TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF BREST

M. V. Kasianiuk¹⁾, S. M. Tokarchuk²⁾

¹⁾A. S. Pushkin Brest State University, 21, Cosmonauts Blvd, 224016, Brest, Belarus, mariabartasevic12@gmail.com;

²⁾A. S. Pushkin Brest State University, 21, Cosmonauts Blvd, 224016, Brest, Belarus, svetlana.m.tokarchuk@mail.ru

The article examines the capabilities of the Survey123 for ArcGIS web-application for conducting GIS-analysis of the city's public transport infrastructure using the example of Brest bus routes. Graphical and statistical analysis was performed using the "Analysis" section of the program, where the results are presented in the form of a map, table, photo gallery, bar, line or pie chart, word cloud.

Keywords: city; urban infrastructure; public transport; GIS analysis; graphical analysis; statistical analysis.

Изучение транспортной инфраструктуры является достаточно популярным направлением в современных научных исследованиях [1–4]. Следует отметить, что в научных журналах встречаются статьи отображающие исследования любых видов транспорта: воздушного, трубопроводного, железнодорожного, автомобильного и др. Также большое внимание

уделяется изучению городского транспорта [2], в первую очередь, общественного [3].

Для анализа инфраструктуры общественного транспорта широко применяются геоинформационные технологии [3, 4]. Помимо картографирования, самыми распространенными являются работы, посвященные ГИС-анализу транспортной инфраструктуры. В таких работах основными элементами иллюстрации текста являются не карты, а таблицы и графики [2], которые могут быть получены также с использованием современных ГИС-оболочек.

В данной работе приводится опыт графико-статистического анализа инфраструктуры общественного транспорта на примере изучения сети автобусных маршрутов города Бреста с использованием ГИС-технологий.

Исследования проводилось с использованием веб-приложения Survey123 for ArcGIS.

На первом этапе был создан специальный опрос по маршрутам общественного транспорта, отдельно для автобусов и троллейбусов. Опрос включал 13 пунктов (табл. 1) и представлял собой своеобразную анкету (рис. 1), при заполнении которой автоматически формировалась облачная картографическая база данных.

Автобусные маршруты города Бр...

Форма для сбора данных о прохождении автобусных маршрутов в пределах города Бреста. Для дипломной работы Касянюк Марии "ГИС-анализ сети общественного транспорта города Бреста"

Номер маршрута*
Написать номер маршрута числом
38

Маршрут*
Нажмите, чтобы захватить геометрию
Брест
Геометрия еще не захвачена.

Протяженность маршрута, км*
Рассчитать по веб-карте протяженность маршрута в километрах
Инструкция <https://youtu.be/diw6gN3RE1k>

Количество остановок*
Рассчитать количество остановок по маршруту. Если остановки не совпадают с двух сторон, то рассчитать для той стороны, где остановок больше

Количество остановок на километр*
Разделите количество остановок на протяженность маршрута, ввести значения до одного знака после запятой
Например, 4,3

Средняя протяженность маршрута между остановками*
Разделите протяженность маршрута на количество остановок, ввести значения до двух знаков после запятой
Например, 0,69

Будние дни
Время начала движения. Будние дни*
Укажите время начала движения по маршруту
Например, 06:17

Время окончания движения. Будние дни*
Укажите время окончания движения по маршруту.
Например, 23:47

Количество рейсов. Будние дни*
Укажите общее количество рейсов за день.
Например, 67

Выходные дни
Время начала движения. Выходные дни

Рис. 1. Интерактивный опрос «Автобусные маршруты Бреста»

Таблица 1

Состав и основное содержание интерактивного опроса «Автобусные маршруты города Бреста»

№	Название	Тип поля	Описание	Пример заполнения
1	Номер маршрута	Число	Номер маршрута	48
2	Маршрут	Карта	Маршрут на карте	
3	Протяженность маршрута, км	Число	Рассчитать по веб-карте протяженность маршрута в километрах	14,60
4	Количество остановок	Число	Посчитать сколько находится остановок на данном маршруте.	25
5	Количество остановок на километр	Число	Разделить количество остановок на протяженность маршрута.	1,7
6	Средняя протяженность маршрута между остановками	Число	Разделить протяженность маршрута на количество остановок.	0,58
7	Время начала движения. Будние дни	Время	Время начала движения по маршруту.	5:45
8	Время окончания движения. Будние дни	Время	Последний рейс во сколько отправляется.	22:41
9	Количество рейсов. Будние дни	Число	Общее количество рейсов за день.	19
10	Время начала движения. Выходные дни	Время	Время начала движения по маршруту.	6:23
11	Время окончания движения. Выходные дни	Время	Последний рейс во сколько отправляется.	20:48
12	Количество рейсов. Выходные дни	Число	Общее количество рейсов за день.	8
13	Примечание	Много-строчный текст	Характерные особенности или уникальность маршрута	<i>Маршрут имеет разное количество остановок с двух сторон</i>

Следует отметить, что интерфейс программы позволяет сразу получать данные для анализа. Эти данные могут быть представлены в виде карты, таблицы, галереи фотографий, столбчатой, линейной или круговой диаграммы, облака слов. Также к графикам и иллюстрациям имеется возможность включения статистических данных.

Таким образом, с использованием раздела «Анализ» программы Survey123 for ArcGIS был выполнен графико-статистический ГИС-анализ транспортной инфраструктуры автобусов города Бреста.

Протяжённость маршрута. Основные статистические данные по протяженности автобусных маршрутов города Бреста представлены в таблице 2. Самый короткий маршрут имеет протяжённость 4,81 км автобуса № 5. В целом в Бресте пять автобусных маршрутов имеет протяжённость менее 7 км. Это маршрут 3 (5,86), 7 (5,89), 44А (6,38), 8 (6,47). Самым длинным маршрутом, протяжённость которого составляет 27,05, является автобус № 34. Следует отметить, что протяжённость больше 20 км имеется только у одного маршрута — это № 35 (21,98 км).

Таблица 2

Статистический анализ протяженности автобусных маршрутов города Бреста (км)

Статистика	Значение
Минимальное	4,81
Максимальное	27,05
Среднее	12,77
Сумма	791,83

На рис. 2 показана группировка автобусных маршрутов города Бреста по протяжённости. При проведении графико-статистического ГИС-анализа использовался метод равноинтервального ранжирования на пять классов. Наибольшее количество (25) автобусных маршрутов относится ко второму уровню (9,26–13,71 км).

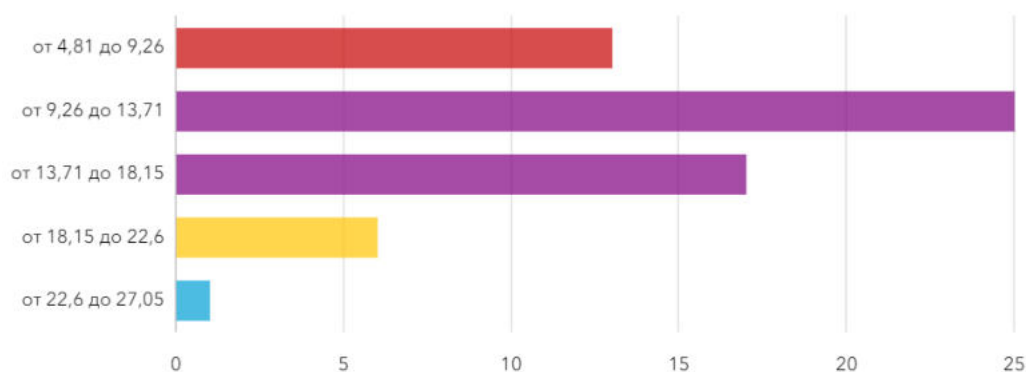


Рис. 2. Классификация автобусных маршрутов города Бреста по протяженности

Количество остановок. В таблице 3 представлена статистика количества остановок автобусных маршрутов в городе Бресте. Минимальное ко-

личество остановок (9) отмечается для маршрута №5. Максимальное количество остановок является 40 и наблюдается у маршрута №34. Среднее количество остановок составляет 22.

Таблица 3

Статистический анализ количества остановок автобусных маршрутов Бреста

Статистика	Значение
Минимальное	9
Максимальное	40
Среднее	22

С помощью метода равноинтервального ранжирования было разделено на 5 классов количество остановок автобусных маршрутов в городе Бресте (рис. 3). Наибольшее количество (22 маршрута) относится ко 2 классу (от 16 до 21 остановки).

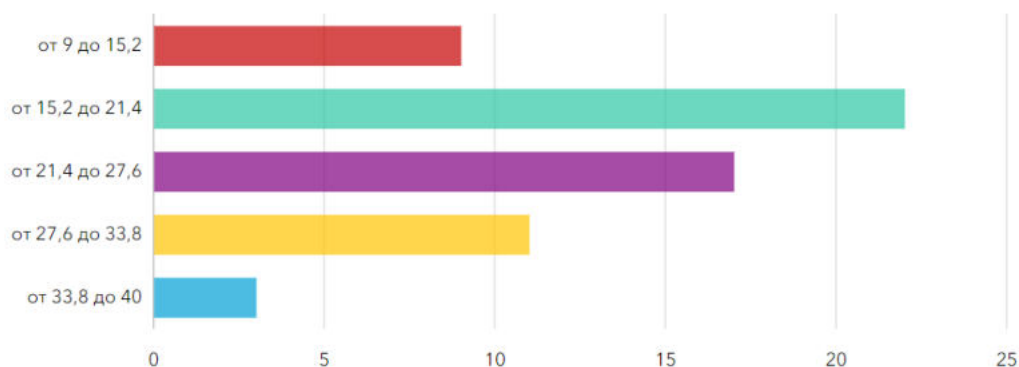


Рис. 3. Классификация автобусных маршрутов Бреста по количеству остановок

Количество остановок на километр. Таблица 4 показывает статический анализ количества остановок на один километр каждого автобусного маршрута города Бреста. Минимальное количество остановок на километр автобусных маршрутов составило 1,3 (автобус № 45), а максимальное 2,1 (автобус № 14).

Таблица 4

Статистический анализ количества остановок на километр автобусных маршрутов Бреста

Статистика	Значение
Минимальное	1,3
Максимальное	2,1
Среднее	1,73

На рисунке 4 показана классификация автобусных маршрутов города Бреста по количеству остановок на километр. Наибольшее количество маршрутов (22) относят к 4 классу (от 1,78 до 1,94).

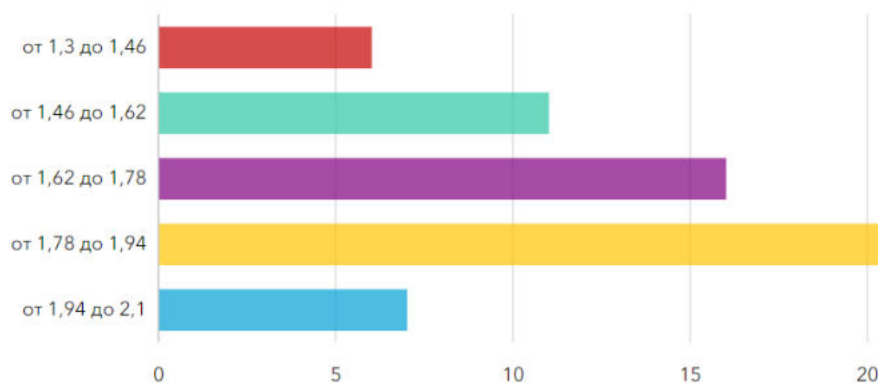


Рис. 4. Классификация автобусных маршрутов города Бреста по количеству остановок на километр

Средняя протяженность маршрута между остановками. В таблице 5 представлен статический анализ средней протяженности между остановками каждого автобусного маршрута города Бреста. Минимальное значение средней протяженности маршрута между остановками составляет 0,48 и относится к маршруту № 12А, а максимальное 0,77 у автобуса № 45.

Таблица 5

Статистический анализ средней протяженности маршрута между остановками автобусных маршрутов города Бреста

Статистика	Значение
Минимальное	0,48
Максимальное	0,77
Среднее	1

На рисунке 5 показана классификация автобусных маршрутов города Бреста по средней протяженности между остановками. Второй класс (от 0,54 до 0,6) является наибольшим, и сюда относят 27 маршрутов, 5 класс (от 0,71 до 0,77) включает в себя всего 1 маршрут (№ 45).

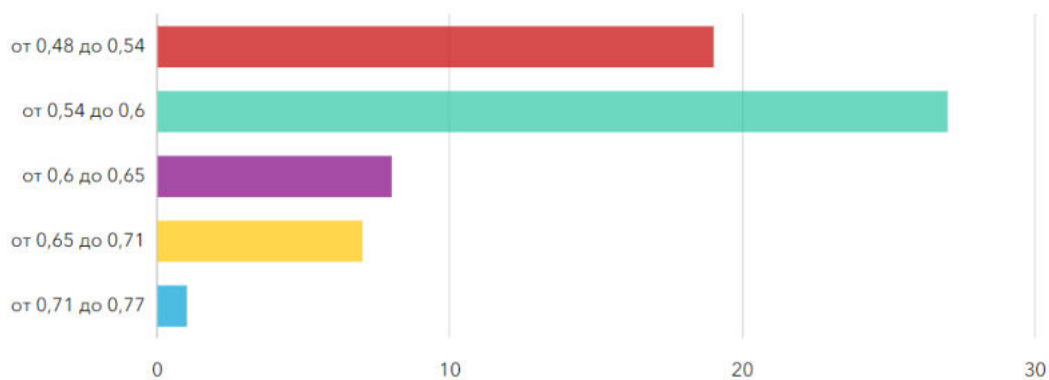


Рис. 5. Классификация автобусных маршрутов города Бреста по средней протяжённости маршрута между остановками

Время начала движения. Будние дни. Абсолютное большинство автобусных рейсов (23) начинает движение до 06:00 и в период с 06:00–07:00 (рис. 6).

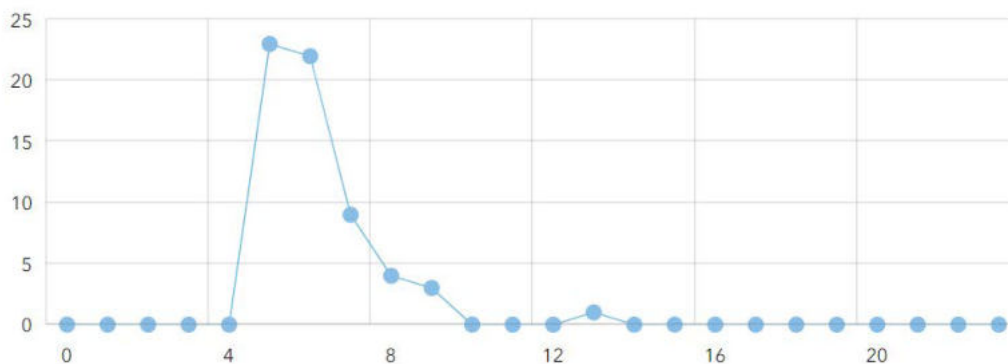


Рис. 6. Время начала движения в будние дни

Время окончания движения. Будние дни. 14 рейсов заканчивает движение с 23:00 до 00:00, еще 12 рейсов – с 22:00 до 23:00 (рис. 7).

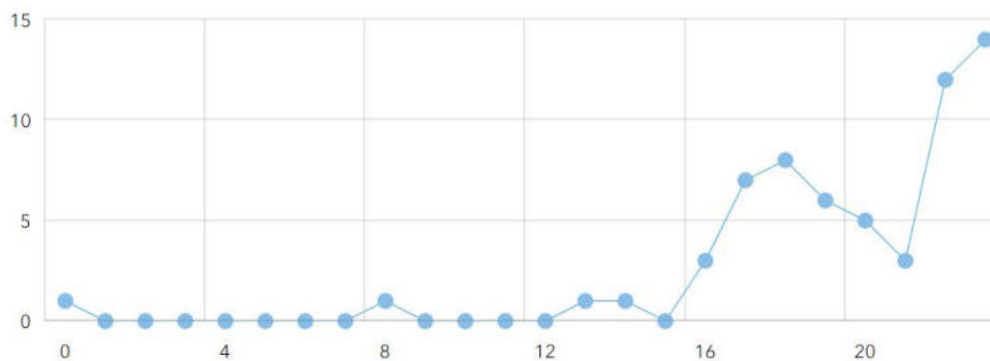


Рис. 7. Время окончания движения в будние дни

Количество рейсов. Будние дни. В таблице 6 отображён статический анализ количества рейсов автобусных маршрутов города Бреста в будние дни. Можно отметить, что минимальным значением является 1 рейс. Но минимальное число рейса относится не к одному, а к нескольким маршрутам – №6, 14Б, 34, 36, 44А, 49. Максимальное количество – 51 рейс, и он относится к маршруту №18. Среднее значение равно 14 рейсам.

Таблица 6

Статистический анализ количества рейсов в будние дни автобусных маршрутов города Бреста

Статистика	Значение
Минимальное	1
Максимальное	51
Среднее	14
Сумма	892

На рисунке 8 показана группировка автобусных маршрутов города Бреста по количеству рейсов в будние дни. Как видно из графика, наибольшее количество рейсов – от 1 до 11.

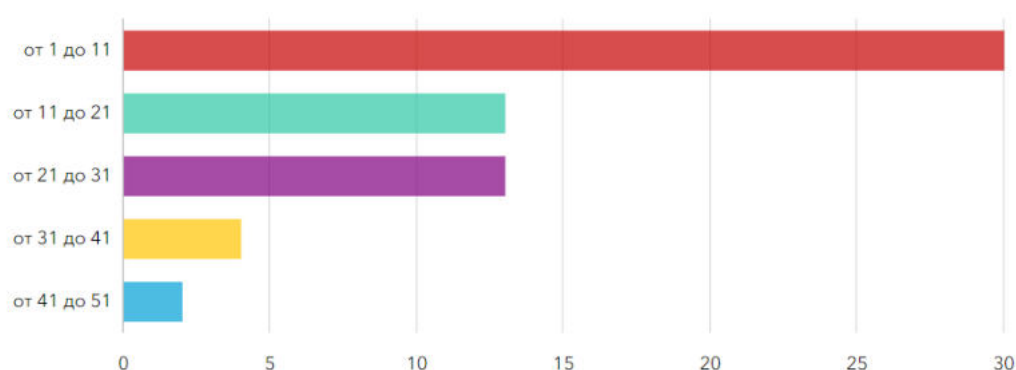


Рис. 8. Классификация автобусных маршрутов города Бреста по количеству рейсов в будние дни

Таким образом, веб-приложение Survey123 for ArcGIS является хорошим инструментом для проведения ГИС-анализа инфраструктуры общественного транспорта города.

Библиографические ссылки

1. Даштилов Ц. Б. Картографирование и анализ транспорта Байкало-Монгольской Азии // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2023. Т. 46. С. 53–64.

2. Кононова М. С., Воробьева Ю. А., Курипта О. В. Анализ транспортной инфраструктуры г. Воронежа // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2023. № 3 (26). С. 117–127.

3. Мамажакыпова Г. Т., Алиев А. У. Оценка обеспеченности населения общественным транспортом города Ош с применением ГИС-анализа // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, № 5. С. 418–424.

4. Шамак А. В., Чиж Д. А. Использование ГИС для анализа доступности кикшеринга в г. Минске // ГИС-технологии в науках о Земле : материалы республиканского научно-практического семинара студентов и молодых ученых, Минск, 15 ноября 2023 года. Минск : Белорусский государственный университет, 2023. С. 242–247.