

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ПОДВИЖНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ г. ГОМЕЛЯ

канд. техн. наук, доц. С.А. АЗЕМША, В.М. МОРОЗОВ
(Белорусский государственный университет транспорта, Гомель)

Транспортная подвижность определяет количество передвижений и способ их осуществления населением города. Такие данные являются основой для транспортного планирования, оценки динамики изменения параметров транспортной подвижности, определения эффективности принимаемых в сфере транспорта решений и т.д. Классическим параметром транспортной подвижности является среднее количество передвижений, совершаемое жителем в сутки. В данной статье дополнительно к этому параметру рассматриваются характеристики, позволяющие уточнить сложившуюся в Гомеле транспортную ситуацию: среднее количество передвижений по дням недели, полу, роду деятельности, видам транспорта регулярного сообщения, частоте его использования, способу оплаты за проезд (в т.ч. по видам пассажирского транспорта регулярного сообщения). Кроме того, представлена информация по времени на передвижение (в т.ч. по способам осуществления передвижения), наличию индивидуального автомобиля, расстоянию передвижения на индивидуальном автомобиле (в т.ч. в зависимости от цели передвижения), его расходу топлива. При помощи статистических методов произведено сравнение значимости различий в группах переменных по разным параметрам.

Ключевые слова: транспортная подвижность, количество передвижений, среднее, транспорт регулярного сообщения.

Введение. Транспорт в городах оказывает огромное влияние на экологию [1; 2], аварийность^{1,2}, физическую активность жителей³ [3; 4] и, как следствие, на здоровье, продолжительность и качество жизни граждан. Очевидно, что меры по совершенствованию процесса оказания транспортных услуг крайне актуальны.

Одним из показателей транспортной активности населения является транспортная подвижность – среднее количество передвижений человеком в единицу времени. Цель исследования – оценка параметров транспортной подвижности населения г. Гомеля.

В [5] были обоснованы структура и способ реализации транспортного опроса населения г. Гомеля. Результаты опроса послужили основой оценки параметров транспортной подвижности населения города. В опросе приняли участие 2894 респондента.

В настоящем исследовании задействованы стандартные статистические методы: описательные статистики, графический анализ данных, статистические методы сравнения значимости различий в группах независимых переменных (критерий Краскела–Уоллиса и медианный тест).

Основная часть. В качестве параметров транспортной подвижности населения г. Гомеля выступили:

- количество передвижений (в т.ч. по дням недели, полу респондента, его типу занятости, наличию личного автомобиля, частоте использования пассажирского транспорта регулярного сообщения, способу оплаты за проезд, виду пассажирского транспорта регулярного сообщения);
- доля передвижений по каждому способу осуществления;
- среднесуточное расстояние, преодолеваемое на личном автомобиле (в т.ч. по целям поездок);
- средний расход топлива личного автомобиля;
- средняя продолжительность одной поездки (в т.ч. по видам способов осуществления поездки);
- количество пересадок при проезде на общественном транспорте;
- распределение по способам оплаты за проезд.

Результаты расчета количества передвижений за сутки представлены в таблице.

Согласно таблице, наибольшее число передвижений наблюдается в пятницу (1,83 передвижений за сутки), наименьшее – в понедельник (1,68 передвижений за сутки). Среднее количество передвижений составляет 1,77 ед/сут, или 646 ед./год, что соответствует верхним пределам значений, приведенным в [6, табл. 1], и свидетельствует о достаточно высокой подвижности населения г. Гомеля по сравнению с городами аналогичного

¹ WHO. Global Status Report on Road Safety. Geneva. – 2018. DOI: 1037//0033-2909.I26.1.78

² APTA. The Hidden Traffic Safety Solution: Public Transportation. – 2016. – URL: <https://www.apta.com/wp-content/uploads/Resources/resources/reportsandpublications/Documents/APTA-Hidden-Traffic-Safety-Solution-Public-Transportation.pdf>

³ WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva. – 2010. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>

диапазона численности населения. Оценка критерия Краскела–Уоллеса и медианный тест показали отсутствие значимости различий в количестве перемещений по дням недели.

Таблица. – Количество суточных передвижений в зависимости от дня недели

День недели	Среднее	Нижняя граница 95,00%-го доверительного интервала	Верхняя граница 95,00%-го доверительного интервала	Медиана	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Стандартная ошибка
Понедельник	1,68	1,58	1,78	2	1	4	0,69	41,18	0,05
Вторник	1,78	1,72	1,83	2	1	10	0,86	48,46	0,03
Среда	1,79	1,74	1,84	2	1	8	0,77	43,25	0,02
Четверг	1,72	1,63	1,8	2	1	6	0,81	47,38	0,04
Пятница	1,83	1,74	1,92	2	1	10	0,92	50,02	0,05
Суббота	1,77	1,62	1,93	2	1	5	0,79	44,79	0,08
Воскресенье	1,78	1,61	1,96	2	1	4	0,72	40,23	0,09
За все дни	1,77	1,74	1,8	2	1	10	0,82	46,16	0,02

После анализа количества передвижений по типу занятости респондентов было определено, что наибольшее число передвижений совершают домохозяйки и безработные. В то же время различия между количеством перемещений по каждой группе респондентов статистически не значимы.

Также установлено, что наибольшее число передвижений на общественном транспорте совершается теми, кто приобрел декадный проездной билет (2,05 передвижений), наименьшее – теми, у кого льготный проезд (1,61 передвижений). Анализ значимости различий в количестве перемещений в общественном транспорте в зависимости от способа оплаты за проезд показал статистическую значимость такой связи.

Кроме того, было выявлено отсутствие значимости в количестве перемещений по полу, уровню доходов, наличию легкового автомобиля, способу оплаты за проезд и виду пассажирского транспорта регулярного сообщения.

На рисунке 1 приведено распределение передвижений по каждому способу перемещения. Из рисунка 1 видно, что подавляющее число передвижений (68%) приходится на долю общественного транспорта. Годовое число передвижений одного человека на общественном транспорте составило $1,77 \cdot 0,68 \cdot 365 = 439$, что превышает значения аналогичного показателя для большинства городов, проанализированных в [7].

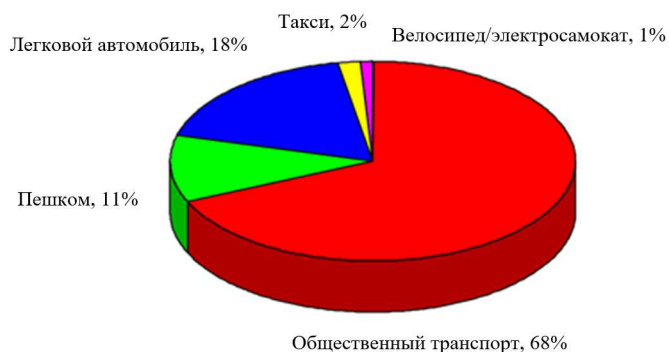


Рисунок 1. – Распределение передвижений по способам их осуществления

Также было отмечено, что на личном автомобиле респонденты в среднем проезжают за сутки 29,1 км. При этом значение этого показателя при культурно-бытовых передвижениях несколько ниже, чем при трудовых. Оценка значимости этих различий показала отсутствие статистической значимости в них. Средний расход топлива автомобиля составляет 8,58 л/100 км пробега. С учетом данных о среднесуточном пробеге автомобиля за год в г. Гомеле личными легковыми автомобилями сжигается более 91 тыс. л топлива.

По анализу продолжительности поездки по способам ее осуществления среднее время на каждую поездку составляет 29,1 мин. Наибольшее среднее время одной поездки наблюдается при перемещении на общественном транспорте и составляет 32,4 мин. Наименьшее значение данного показателя зафиксировано при передвижении на такси (19,4 мин). Оценка значимости различий времени поездки между способами ее осуществления показало наличие значимых различий между поездками на общественном транспорте и другими способами перемещения.

На рисунке 2 приведена информация о количестве пересадок при осуществлении перемещений на общественном транспорте. Почти 2/3 всех поездок на общественном транспорте осуществляется без пересадок, около 24% с одной пересадкой и 14% с двумя и более пересадками.

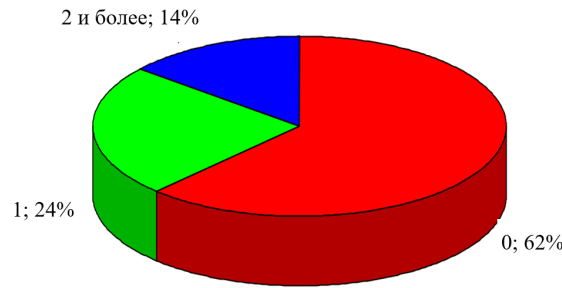


Рисунок 2. – Доля перемещений на общественном транспорте с различным количеством пересадок

На рисунке 3 приведена гистограмма распределения способов оплаты за проезд на общественном транспорте, на рисунке 4 – распределение способов оплаты в зависимости от предпочитаемого при перемещениях респондентом вида общественного транспорта.

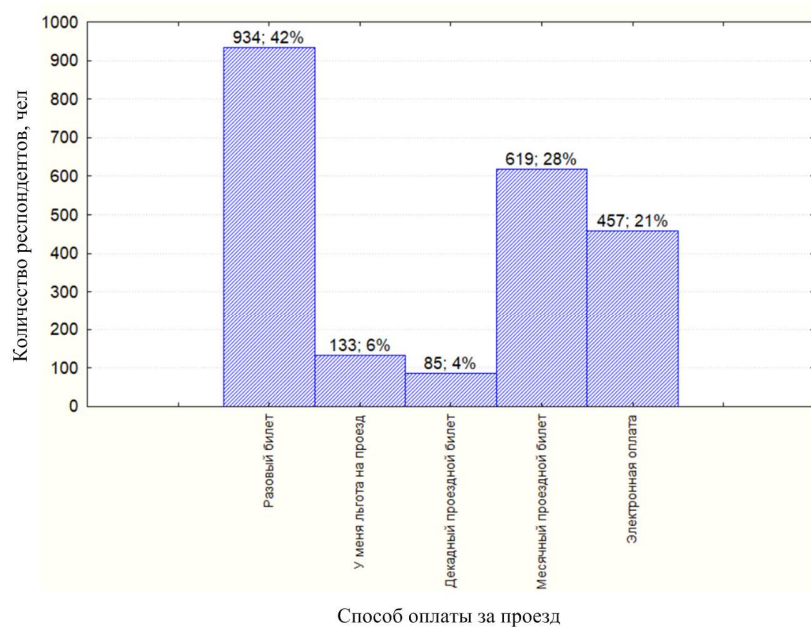


Рисунок 3. – Распределение способов оплаты за проезд на общественном транспорте

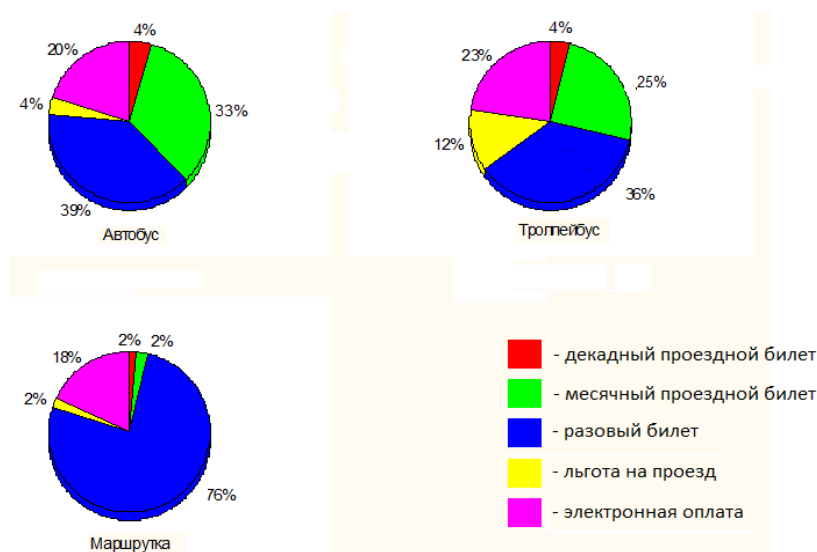


Рисунок 4. – Распределение способов оплаты за проезд в зависимости от предпочитаемого при совершении поездок вида общественного транспорта

По рисунку 3 большинство (42%) пользователей общественного пассажирского транспорта регулярного сообщения оплачивают проезд, покупая разовый билет.

Согласно рисунку 4:

- около 20% пассажиров, независимо от вида общественного транспорта, оплачивают проезд с помощью приложения на смартфоне;
- месячные проездные билеты покупают треть пользователей автобусов и четверть пользователей троллейбусов;
- декадным проездным оплачивают проезд примерно 4% пользователей автобусов и троллейбусов.

Заключение. Представленные результаты расчета параметров транспортной подвижности населения г. Гомеля показывают, что среднее количество передвижений составляет 1,77 ед/сут. При этом наибольшее число передвижений наблюдается в пятницу, наименьшее в понедельник. Анализ количества перемещений по типу занятости населения выявил, что наибольшее число передвижений совершают домохозяйки и безработные. В то же время отсутствуют значимые различия в количестве перемещений по дням недели и типу занятости респондентов. Также было установлено отсутствие значимости в количестве перемещений по полу, уровню доходов, наличию легкового автомобиля и виду пассажирского транспорта регулярного сообщения. Кроме того, наибольшее число передвижений совершается теми, кто приобрел декадный проездной билет (2,05 передвижений), наименьшее – теми, у кого льготный проезд (1,61 передвижений).

Большинство (42%) пользователей общественного пассажирского транспорта регулярного сообщения оплачивают проезд, покупая разовый билет. Порядка 20% пассажиров, независимо от вида общественного транспорта, оплачивают проезд с помощью приложения на смартфоне. Месячные проездные билеты покупают треть пользователей автобусов и четверть пользователей троллейбусов. Декадным проездным оплачивают проезд порядка 4% пользователей автобусов и троллейбусов.

Подавляющее число передвижений (68%) осуществляется общественным транспортом. При этом почти 2/3 всех поездок на общественном транспорте осуществляется без пересадок, порядка 24% с одной пересадкой и 14% с двумя и более пересадками.

Было рассчитано, что в среднем ежедневно на своем автомобиле водители проезжают 29,1 км. При этом средний расход топлива автомобиля составляет 8,58 л/100 км пробега. Т.е. за год в г. Гомеле личными легковыми автомобилями сжигается более 91 тыс. л автомобильного топлива.

Среднее время на каждую поездку составляет 29,1 мин. Наибольшее среднее время одной поездки наблюдается при перемещении на общественном транспорте и составляет 32,4 мин. Наименьшее значение данного показателя зафиксировано при передвижении на такси (19,4 мин). Оценка значимости различий времени поездки между способами ее осуществления показало наличие значимых различий между поездками на общественном транспорте и другими способами перемещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Effect of public transport strikes on air pollution levels in Barcelona (Spain) / X. Basagaña, M. Triguero-Mas, D. Agis et al. // *Sci. Total Environ.* – 2018. – Vol. 610–611. – P. 1076–1082. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.263
2. Bauernschuster S., Hener T., Rainer H. When labor disputes bring cities to a standstill: the impact of public transit strikes on traffic, accidents, air pollution, and health // *Am. Econ. J.: Econ. Policy.* – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 1–37. DOI: 10.1257/pol.20150414
3. Besser L.M., Dannenberg A.L. Walking to public transit // *Am. J. Prev. Med.* – 2005. – Vol. 29 (4). – P. 273–280. DOI: 10.1016/j.ampre.2005.06.010
4. Active transportation and public transportation use to achieve physical activity recommendations? A combined GPS, accelerometer, and mobility survey study / B. Chaix, Y. Kestens, S. Duncan et al. // *Int. J. Behav. Nutr. Phys.* – 2014. – Vol. 11, Iss. 1. – P. 1–11. DOI: 10.1186/s12966-014-0124-x
5. Аземша С.А., Морозов В.М. Разработка предложений по анкетированию пассажиров городского пассажирского транспорта регулярного сообщения // *Вестн. СибАДИ.* – 2022. – № 19 (3). – С. 344–357. DOI: 10.26518/2071-7296-2022-19-3-344-357
6. Сорокин А.А. Изучение транспортной подвижности населения города Ставрополя // *Вестн. Северо-Кавказ. гос. техн. ун-та.* – 2011. – № 3. – С. 249–254.
7. Karen L. Transport and social exclusion: a survey of the group of seven nations // *Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse.* – 2004.

REFERENCES

1. Basagaña, X., Triguero-Mas, M., Agis, D., Pérez, N., Reche, C., Alastuey, A. & Querol, X. (2018). Effect of public transport strikes on air pollution levels in Barcelona (Spain). *Sci. Total Environ.* (610–611), 1076–1082. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.263
2. Bauernschuster, S., Hener, T. & Rainer, H. (2017). When labor disputes bring cities to a standstill: the impact of public transit strikes on traffic, accidents, air pollution, and health. *Am. Econ. J.: Econ. Policy*, 9 (1), 1–37. DOI: 10.1257/pol.20150414

3. Besser, L.M. & Dannenberg, A.L. (2005). Walking to public transit. *Am. J. Prev. Med.*, 29 (4), 273–280. DOI: 10.1016/J.AMPRE.2005.06.010
4. Chaix, B., Kestens, Y., Duncan, S., Merrien, C., Thierry, B., Pannier, B. ... Meline, J. (2014). Active transportation and public transportation use to achieve physical activity recommendations? A combined GPS, accelerometer, and mobility survey study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys.*, 11 (1), 1–11. DOI: 10.1186/S12966-014-0124-x
5. Azemsha, S.A. & Morozov, V.M. (2022). Razrabotka predlozhenii po anketirovaniyu passazhirov gorodskogo passazhirskego trans-porta regul'yarnogo soobshcheniya [Development of proposals for questioning passengers of regular urban passenger transport]. *Vestnik SibADI [Bulletin of SibADI]*, 19 (3), 344–357. (In Russ., abstr. in Engl.) DOI: 10.26518/2071-7296-2022-19-3-344-357
6. Sorokin, A.A. (2011). Izuchenie transportnoi podvizhnosti naseleniya goroda Stavropolya [Studying the transport mobility of the population of the city of Stavropol]. *Vestnik Severo-Kavkazskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the North Caucasian State Technical University]*, (3), 249–254. (In Russ., abstr. in Engl.)
7. Lucas, Karen. (2004). Transport and social exclusion: a survey of the group of seven nations. *Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse*.

Поступила 16.12.2022

CALCULATION OF TRANSPORT MOBILITY PARAMETERS POPULATION OF GOMEL

S. AZEMSHA, V. MOROZOV
(*Belarusian State University of Transport, Gomel*)

Transport mobility determines the number of movements and the way they are carried out by the population of the city. Such data are the basis for transport planning, assessing the dynamics of changes in the parameters of transport mobility, determining the effectiveness of decisions made in the field of transport, etc. The classic parameter that determines transport mobility is the average number of movements a resident makes per day. In this article, in addition to this parameter, a number of characteristics have been studied that make it possible to detail the essence of the current transport situation in the city of Gomel: the average number of movements by day of the week, gender, type of activity, car availability, frequency of use of regular transport, method of payment for travel, types regular transport. The article also provides information on the method of payment for travel (including types of regular passenger transport), travel time (including methods of travel), distance of travel by individual car (including depending on the purpose of travel), fuel consumption of such a vehicle. With the help of statistical methods, the significance of differences in groups of variables for different parameters was compared.

Keywords: *transport mobility, number of movements, average, regular transport.*