

## РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕВОДА АВТОБУСНОГО МАРШРУТА № 52 НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРОЛЛЕЙБУСАМИ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ Г. МИНСКА

*Федоренчик А.Д.,*

*студент 1 курса Белорусского национального технического университета,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель – Семченков С.С., канд. техн. наук, доцент*

Ключевые слова. Экологическая безопасность, устойчивый транспорт, троллейбус, декарбонизация, нулевые выбросы.

Keywords. Environmental safety, sustainable transport, trolleybus, decarbonization, zero emissions.

В современных городах и мегаполисах вопросы экологической безопасности и устойчивого развития приобретают первостепенное значение. Одним из способов снижения негативного воздействия на окружающую среду является переход к более устойчивым видам транспорта. Например, замена автобусов с двигателями внутреннего сгорания, к более экологичным альтернативным видам транспорта – троллейбусам [1]. Исследование посвящено рассмотрению объективных преимуществ замены автобусного маршрута № 52 «Лермонтова-Червенский рынок» в г. Минске на одноимённый троллейбусный маршрут, получивший № 23.

Цель исследования – рассчитать экологическую эффективность замены автобусных маршрутов, сравнив пробег и выбросы загрязняющих веществ при работе маршрута при использовании автобусов в сравнении с троллейбусами, оценить вклад в ресурсосбережение и охрану окружающей среды.

**Материал и методы.** Объектом исследования является городской автобусный маршрут № 52, заменённый с 17.09.2024 на троллейбусный маршрут № 23. Такая замена стала возможной в связи с наличием контактной сети на 95 % трассы автобусного маршрута № 52 и применением на оставшейся части трассы троллейбусов, имеющих возможность автономного от контактной сети движения. Так как «трансформация маршрута» была проведена с сохранением трассы следования и расписания движения (по времени отправления рейсов), дальнейший анализ основных показателей маршрута будет выполняться для троллейбусного маршрута № 23.

Все рейсы маршрута можно разделить на две условные группы: основные рейсы (выполняются по двум направлениям основной трассы) и нулевые рейсы (выполняются по трём направлениям). На маршруте ежедневно работает 4 выпуска (троллейбуса), работающих в «целодневном» двухсменном режиме. Используемый подвижной состав – троллейбусы, заряжаемые во время движения (то есть ИМС-троллейбусы) моделей МАЗ-203Т70, МАЗ-303Т20 большого класса и изредка троллейбусы АКСМ-43300D особо большого класса (использование не носит системный характер).

Основная трасса маршрута № 23 проходит от разворотного кольца (далее – РК) «Червенский рынок» до Диспетчерской станции (далее – ДС) «Лермонтова», имеет протяжённость 9,16 км (рисунок 1, лит. а) и 19 остановок, в обратном направлении – 9,76 км и 22 остановки (рисунок 1, лит. б), с начальными и конечными остановочными пунктами (далее – о.п.) «Червенский рынок», расположенным по ул. Маяковского и о.п. «ДС «Лермонтова» в качестве высадки и посадки пассажиров на территории ДС.

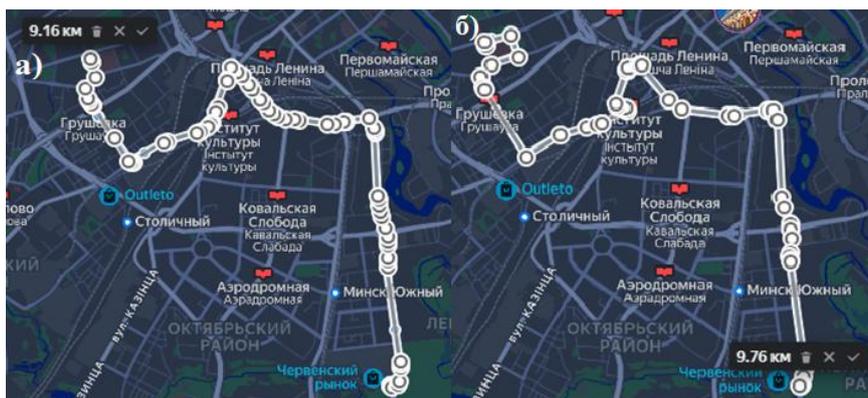


Рисунок 1 – Протяженность маршрута городского транспорта в направлении  
а) ДС «Лермонтова», б) РК «Червенский рынок»

Также у маршрута присутствуют нулевые рейсы от обоих конечных до о.п. «Троллейбусный парк», расположенного по ул. Ванеева у филиала «Транспортный парк №2» (далее – ТП-2), 4 парковых рейса троллейбусы выполняют в направлении ДС «Лермонтова», протяжённость – 8,09 км и 17 остановок (рисунок 2, лит. а), при учёте расстояния от парка до начального о.п. «Соколянский переулоч», и 2 рейса при движении с ДС «Лермонтова» в парк, протяжённость – 9,32 км и 21 остановка (рисунок 2, лит. б). В направлении РК «Червенский рынок» парковый рейс выполняется без подбора пассажиров, в обратном направлении выполняется 1 «нулевой» рейс - у городского автобусного маршрута № 52 он отсутствовал. Его протяжённость составляет 3,18 км и 6 остановок.

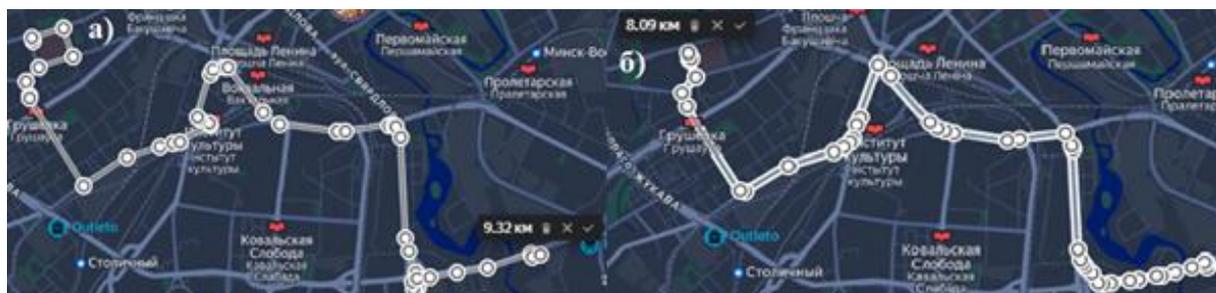


Рисунок 2 – Протяжённость «нулевых» рейсов «ДС «Лермонтова» – ТП-2»

Данные о количестве пассажирских рейсов по маршруту сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Общий пробег городского транспорта по исследуемым маршрутам

Обозначение рейса	Наименование рейса	Протяжённость рейса (км)	Кол-во рейсов по буд.	Общий пробег в буд. (км)	Кол-во рейсов по вых.	Общий пробег в вых. (км)
АВ	ДС "Лермонтова" - Червенский рынок	9,76	49	478,24	48	468,48
ВА	Червенский рынок - ДС Лермонтова	9,16	48	439,68	48	439,68
АС	ДС "Лермонтова" - Транспортный парк	9,32	1	9,32	1	9,32
ВС	Червенский рынок - Транспортный парк	3,18	2	6,36	2	6,36
СА	Транспортный парк - ДС "Лермонтова"	8,09	4	32,36	4	32,36
Итого для всех рейсов, кроме ВС (По автобусному маршруту №52)				959,6	–	949,84
Итого для всех рейсов (По троллейбусному маршруту №23)				965,96	–	956,2

В таблицу 2 сведены расчёты локальных и глобальных выбросов вредных веществ (эмиссии) для автобуса и троллейбуса за год [2] на основе данных таблицы 1.

Таблица 2 – Эмиссия выбросов для автобусов и троллейбусов

Загрязнители	Локальные эмиссии		Глобальные эмиссии		Разница (%) Авт.->Тролл.
	Автобус (г/год)	Троллейбус (г/год)	Автобус (г/год)	Троллейбус (г/год)	
SO <sub>2</sub>	373591,6984	0	593556,904	302266,3586	-49,08
NO <sub>2</sub>	8239966,432	0	8449457,104	460428,9881	-94,55
CO	164101,0264	0	1675925,376	214398,2311	-87,21
CO <sub>2</sub>	420377948,5	0	458784571,7	320542929,1	-30,13
Макрочастицы	164101,0264	0	174575,56	87868,1275	-49,67

**Результаты и их обсуждение.** Рассчитав разницу в выбросах между автобусом и троллейбусом, представляется возможным сделать вывод, что в глобальной эмиссии и суммарных выбросах чувствуется колоссальный «отрыв» в пользу троллейбуса, так как оксид серы (IV) SO<sub>2</sub> он выделяет на 50,92 % меньше, оксид азота (IV) NO<sub>2</sub> на 5,45 % меньше, угарный газ CO на 12,79 % меньше, углекислый газ CO<sub>2</sub> на 69,87 % меньше и макрочастицы на 50,33 %. Также следует отметить, что объём потреблённого автобусами топлива составляет 139660 л, в то время как объём потреблённой энергии 437500 кВт·ч. В целом, можно сделать вывод, что электротранспорт экологичнее классического автобуса, что видно на примере исследованного маршрута в г. Минске.

Полученные результаты свидетельствуют о существенных экологических преимуществах троллейбусного транспорта по сравнению с автобусным. Несмотря на схожий пробег, троллейбусы вносят значительно меньший вклад в загрязнение атмосферы, что особенно важно в условиях городской среды.

**Заключение.** Перевод автобусного маршрута на троллейбусный демонстрирует потенциал для существенного ресурсосбережения, так как использование электроэнергии для троллейбусов способствует потенциальной интеграции возобновляемых источников в энергоснабжение транспортной системы. Перевод автобусного маршрута на троллейбусный является эффективной мерой по снижению негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду, способствует улучшению качества воздуха, снижению зависимости от ископаемого топлива и снижению локального загрязнения, что в совокупности ведет к улучшению экологической обстановки и здоровья населения.

Проведенное исследование на примере маршрута №52 в Минске наглядно продемонстрировало названные выше преимущества замены автобусных маршрутов на троллейбусные. Троллейбусы обеспечивают значительное снижение выбросов загрязняющих веществ, способствуя улучшению экологической обстановки. Полученные данные подтверждают целесообразность реализации подобных мероприятий в других городах, стремящихся к устойчивому развитию, ресурсосбережению и снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду.

1. Пугачев, И.Н. Планирование устойчивой городской мобильности / И.Н. Пугачев, А.О. Лобашов, С.С. Семченков [и др.]. – Хабаровск: Дальневосточный государственный университет путей сообщения, 2023. – 147 с.

2. Kapski, D. Assessment measures developed to improve quality of route transport Polotsk and Novopolotsk / D. Kapski, S. Semchenkov, I. Gamulsky [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – Art. 03003. – DOI: 10.1051/e3sconf/202451503003.