



Столыпинский  
вестник

Научная статья

Original article

УДК 629.331

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АВТОБУСЫ: СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТИПЫ  
ЗАРЯДОК, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ**  
**ELECTRIC BUSES: EXISTING TYPES OF CHARGING, THEIR  
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

**Маер Злата Стефановна**, студент, МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва

**Жучков Алексей Юрьевич**, студент, МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва

**Maer Zlata Stefanovna**, student, BMSTU, Moscow

**Zhuchkov Alexey Yurievich**, student, BMSTU, Moscow

**Аннотация:** В последние годы можно все чаще встретить электробусы, которыми заменяют другие виды наземного городского транспорта. Электротранспорт перестает быть узкоспециализированным. Однако, он имеет свои ограничения – в частности, для обеспечения его бесперебойной работы необходимо создавать целую инфраструктуру для регулярной зарядки. В настоящей статье описаны существующие типы зарядок электробусов, их преимущества и недостатки, а также приведено сравнение экологичности эксплуатации электробусов и дизельных автобусов.

**Annotation:** In recent years, it becomes easier to meet electric buses, which are replacing other types of ground urban transport. Electric transport ceases to be highly specialized. However, it has its limitations - in particular, to ensure its smooth

operation, it is necessary to create an entire infrastructure for regular charging. This article describes the existing types of charging electric buses, their advantages and disadvantages, and also compares the environmental friendliness of the operation of electric buses and diesel buses.

**Ключевые слова:** электрический автобус, дизельный автобус, зарядка автомобиля, углеродный след, жизненный цикл.

**Key words:** electric bus, diesel bus, car charging, carbon footprint, life cycle.

Электрические автобусы используются в общественном транспорте в европейских городах, таких как Лондон, Берлин, Варшава и Милан. Более мягкий по сравнению с Москвой климат и более короткие маршруты позволяют использовать электробусы вместимостью до 120 человек, часто с подогревом только от аккумулятора, без дополнительного использования дизеля.

Электрические автобусы внедряются в европейских городах в качестве замены дизельным автобусам. Тем не менее, эти проекты все же больше ориентированы на экологию и улучшение имиджа городов, чем на реальную окупаемость.

**Основным параметром, по которому подразделяются электробусы** – это тип зарядки. На сегодняшний день таких типов несколько: с медленной (ночной) зарядкой в депо (ONC, overnight charging); с динамической зарядкой (подзарядка в движении) (IMC, in-motion charging); с быстрой или ультрабыстрой зарядкой на точках маршрута (OC, opportunity charging). Также, ведутся разработки «водоробусов» – автобусов на водородном топливе [1].

**Медленная зарядка [2]:** Этот вид работы уже зарекомендовал себя в крупных городах Российской Федерации. Автономная дальность действия таких агрегатов составляет более 150 км. Города могут обойтись без новых коммуникаций для установки зарядных станций на улицах. В большинстве

случаев фактор дешевой электроэнергии в ночное время также является большим плюсом.

Но у этой техники есть свои недостатки. Нужна большая емкость: для одновременной зарядки всех машин. Поэтому использование таких электробусов требует полной ревизии энергетической инфраструктуры города, обеспечения мощных энерголиний. Такие электробусы невозможно быстро зарядить — процесс занимает от 4 до 5 часов. Быстрая зарядка негативно влияет на срок службы аккумуляторов, отличающихся большой массой [3]. Сами электробусы тяжелые, а значит, в кабинах меньше места для пассажиров, что снижает провозную способность машин. Кроме того, большое количество аккумуляторов негативно сказывается на экономичности машин. И их утилизация влияет на окружающую среду в разы больше, чем их аналоги с быстрой зарядкой.

**Динамическая зарядка** [4]: Ключевой особенностью этого типа является то, что он не требует дополнительной мощности и инфраструктуры для зарядки аккумуляторов; для этих целей при проезде по маршруту с пассажирами используется уже существующая в городе контактная сеть. По техническим характеристикам такие автомобили могут проехать не менее 10-15 километров без подключения к контактной сети, что идеально подходит для городов с троллейбусной инфраструктурой.

Отсутствие простоев на подзарядку, наличие аккумуляторов средней емкости, работающих в щадящем режиме, запас хода до 25 километров, использование существующей инфраструктуры — все это делает этот тип электробуса очень привлекательным. Электрическое отопление и отопление салона не требуют использования дополнительных отопителей, работающих на дизельном топливе. Поэтому можно сделать вывод, что данный вид транспорта очень экологичен [1, 5].

Создание распределенной нагрузки на городскую электросеть в течение суток является преимуществом электробусов с динамической зарядкой; благодаря контактным сетям, соединяющим подстанции, можно обеспечить

устойчивое энергоснабжение. В этом и кроется главный недостаток этой технологии: такой вид зарядки можно использовать только в городах с существующей троллейбусной инфраструктурой, при этом не менее 30% длины маршрута должно проходить под контактной сетью, а значит, весь маршрут будет проходить по линии передач. Поддержание существующей сети инфраструктуры является дорогостоящим. Строить контактную сеть «с нуля» в городах, где она ранее отсутствовала, нецелесообразно ни с технической, ни с финансовой точки зрения.

**Быстрая зарядка [6]:** этот тип электробусов является одним из самых экономичных и отвечающих изменяющимся требованиям современных мегаполисов. Классическая зарядка длится всего 5-10 минут. При регулярной подзарядке электробусы могут работать весь день без каких-либо ограничений по пройденному километражу. Электробусы Москвы проезжают до 300-400 километров в день, что дает городу возможность осуществлять перевозки непрерывно [7].

В электробусах этого типа устанавливаются батареи небольших размеров и веса: 1,5 тонны в электробусах с быстрой зарядкой против 3-4 тонн в электробусах с медленной зарядкой. Меньший вес батарей означает, что возможно перевозить больше людей за раз. Таким образом, электробусы с быстрой зарядкой имеют большую пассажировместимость и их грузоподъемность сравнима с троллейбусами. Кроме того, небольшое количество батарей приводит к минимизации углеродного следа от утилизации батарей. Не стоит забывать об устойчивости таких электробусов к низким температурам и общей приспособленности к требованиям современных городов [4, 7].

Проблемы создания электробусов с быстрой зарядкой ложатся на производителей аккумуляторов. Для проведения большого количества подзарядок и непрерывной работы в течение дня требуются высокотехнологичные аккумуляторы. Лишь несколько компаний в мире могут предложить качественные решения, отвечающие стандартам безопасности.

Еще одна проблема таких электробусов — сильная привязанность к местной энергетической инфраструктуре. На пути всегда должна быть зарядная станция. Изменить маршрут электробуса в короткие сроки не получится.

**Рассмотрим углеродный след от эксплуатации электробусов [8].** Рассмотрим их жизненный цикл. Электробусы имеют малый углеродный след по сравнению с другими типами автобусов.

Полностью электрические автобусы также имеют более низкие выбросы в течение своего жизненного цикла по сравнению с автобусами, работающими на природном газе и дизельными гибридными автобусами. Например, согласно исследованиям, электрические школьные автобусы Blue Bird практически не производят вредных выбросов [2, 9]. Конечно, сама электросеть вносит свой вклад в выбросы. Согласно [10], электрический автобус, который заряжается от государственных источников энергии, будет производить 1078 граммов CO<sub>2</sub>-эквивалента на милю. Для сравнения для дизельного гибрида этот показатель составляет 2212 граммами CO<sub>2</sub>-экв. на милю [9,10].

Принимая во внимание, что этап эксплуатации — это этап жизненного цикла, на котором производится около 90% воздействия дизельного автобуса на экологию, полностью электрический автобус выбрасывает только около 30% от норм дизельных автобусов, и это оказывает значительно меньшее воздействие на изменение климата [11]. По остальным этапам жизненного цикла углеродный след приблизительно равен. Тем не менее, это означает, что для снижения углеродного следа электробусов важно сосредоточиться на производственной части его жизненного цикла [12].

Электрические автобусы могут стать обычным явлением в ближайшем будущем, но сейчас их повсеместный ввод в эксплуатацию ограничен как стоимостью самих автобусов, так и стоимостью создания инфраструктуры для их непрерывной работы [8, 12].

**Список литературы**

1. Прусова В.И., Рахматулин Л., Пчелина М.В., Осипова Д.А. Современные тенденции и перспективы развития легкового транспорта в Москве // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. №1-1.
2. Малышев М. И. Инновации в области городского общественного транспорта и перспективы внедрения принципов новой мобильности // Научный вестник МГТУ ГА. 2022. №3.
3. Todorut, A., Cordos, N. & Iclodean, C. (2020). Replacing diesel buses with electric buses for sustainable public transportation and reduction of CO2 emissions. Polish Journal of Environmental Studies, vol. 29, no. 5, pp. 3339-3351. DOI: 10.15244/pjoes/112899
4. Leila Abdullina, Vladislav Smirnov, Anna Alimova, Alina Kalistratova and Alexander Kravets, Development of eco-friendly mechanized rotary parking lots with a flywheel energy storage device // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 677 052037, 2021.
5. Дунина А. А. Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики // Стратегии бизнеса. 2022. №5.
6. Boreiko, O. & Teslyuk, V. (2017). Information model of the control system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city. 2017 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). IEEE, vol. 1, pp. 113-116. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098749
7. Абдуллина Л.Р., Подольский А.И. Обзор методик расчета углеродного следа // Высокие технологии и инновации в науке. Санкт-Петербург, 2020. С. 80-82.
8. Magizov, R.R., Mukhametdinov, E.M. & Mavrin, V.G. (2020). Responsibility for causing harm as a result of a road accident involving a highly automated vehicle. Proceedings of the 6th International Conference on Vehicle

- Technology and Intelligent Transport Systems, vol. 1: iMLTrans, pp. 606-613.  
DOI: 10.5220/0009825506060613
9. Deb, S., Kalita, K. & Mahanta, P. (2017). Review of impact of electric vehicle charging station on the power grid. 2017 International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy). IEEE, pp. 1-6. DOI: 10.1109/TAPENERGY.2017.8397215
  10. Abdullina L.R. et al (2022) Improving the environmental safety of vehicle operation by using flywheel batteries // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1227, Krasnoyarsk, Russia
  11. Donchenko V.V, Kupavtsev VA. Analysis of the main classification systems of personal mobility products. Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University. 2021;18(3):252—263.
  12. Davydova L.V, Ilminskaya S.A. Problems and prospects for the development of urban passenger transport. Financial analytics: problems and solutions. 2014;(12):2—11.

#### Список литературы

1. Прусова В.И., Рахматулин Л., Пчелина М.В., Осипова Д.А. Современные тенденции и перспективы развития легкового транспорта в Москве // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. №1-1.
2. Малышев М. И. Инновации в области городского общественного транспорта и перспективы внедрения принципов новой мобильности // Научный вестник МГТУ ГА. 2022. №3.
3. Тодорут А., Кордос Н. и Иклодиан С. (2020). Замена дизельных автобусов электрическими автобусами для устойчивого общественного транспорта и сокращения выбросов CO<sub>2</sub>. Польский журнал экологических исследований, том 29, № 5, стр. 3339-3351. DOI: 10.15244/pjoes/112899
4. Лейла Абдуллина, Владислав Смирнов, Анна Алимova, Алина Калистратова и Александр Кравец, Разработка экологически чистых механизированных поворотных парковок с маховичным накопителем энергии // IOP Conf. Ser.: Earth Environment. Sci. 677 052037, 2021.

5. Дунина А. А. Цифровые двойники на производстве как одно из направлений цифровой трансформации экономики // Стратегии бизнеса. 2022. №5.
6. Борейко О. и Теслюк В. (2017). Информационная модель системы управления регистрацией пассажиропотока общественного транспорта в "умном" городе. 2017 12-я Международная научно-техническая конференция по компьютерным наукам и информационным технологиям (CSIT). IEEE, том 1, стр. 113-116. DOI: 10.1109/STC-CSIT.2017.8098749
7. Абдуллина Л.Р., Подольский А.И. Обзор методик расчета углеродного следа // Высокие технологии и инновации в науке. Санкт-Петербург, 2020. С. 80-82.
8. Магизов Р.Р., Мухаметдинов Е.М. и Маврин В.Г. (2020). Ответственность за причинение вреда в результате дорожно-транспортного происшествия с участием высокоавтоматизированного транспортного средства. Материалы 6-й Международной конференции по технологии транспортных средств и интеллектуальным транспортным системам, том. 1: iMLTrans, стр. 606-613. DOI: 10.5220/0009825506060613
9. Деб, С., Калита, К. и Маханта, П. (2017). Обзор влияния станции зарядки электромобилей на электросеть. Международная конференция 2017 года по технологическим достижениям в области энергетики и энергетики (TAP Energy). IEEE, стр. 1-6. DOI: 10.1109/TAPENERGY.2017.8397215
10. Абдуллина Л.Р. и др. (2022) Повышение экологической безопасности эксплуатации транспортных средств за счет использования маховичных аккумуляторов // Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерия, Том 1227, Красноярск, Россия
11. Донченко В.В., Купавцев В.А. Анализ основных систем классификации продуктов персональной мобильности. Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021; 18(3):252-263.



12. Давыдова Л.В., Ильминская С.А. Проблемы и перспективы развития городского пассажирского транспорта. Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014;(12):2—11.

© Маер З.С., Жучков А.Ю. 2022 Научный сетевой журнал  
«Столыпинский вестник» №3/2022

**Для цитирования:** Маер З.С., Жучков А.Ю. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АВТОБУСЫ: СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТИПЫ ЗАРЯДОК, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №3/2022