

УДК 621.331

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

М.А. СКОРОХОДОВ, А.В. ШТУКИНА

(Представлено: Е.А. КОСТЮЧЕНКО)

В статье рассмотрены современные тенденции развития и использования зарядной инфраструктуры электромобильного транспорта в Республике Беларусь. Особое внимание уделено показателю соотношения количества электромобилей и единиц зарядной инфраструктуры, отражающему уровень её загрузки и доступности. Результаты исследования могут быть использованы при формировании государственной политики и стратегий развития электротранспорта в Республике Беларусь.

Ключевые слова: электромобильный транспорт, зарядная инфраструктура, устойчивое развитие, «зелёная» экономика.

В условиях глобального перехода к устойчивому развитию и снижению негативного воздействия транспорта на окружающую среду электромобильный транспорт становится одним из ключевых направлений модернизации транспортной системы. Электромобили, обладая высокой энергетической эффективностью и отсутствием прямых выбросов загрязняющих веществ, рассматриваются как перспективная альтернатива традиционным автомобилям с двигателями внутреннего сгорания. Их широкое распространение напрямую зависит от доступности, надежности и масштабируемости зарядной инфраструктуры, которая является основным элементом экосистемы электромобильности.

Для формирования целостного понимания сущности термина «зарядная инфраструктура электротранспорта» мы проанализировали различные трактовки данного понятия [1–3], и сделали вывод, что зарядная инфраструктура электротранспорта – распределённая система стационарных и мобильных объектов, предназначенных для передачи электроэнергии от энергосистемы к аккумуляторным батареям электромобилей, функционирующая на базе специализированных протоколов связи и обеспечивающая безопасность, эффективность и масштабируемость зарядного процесса.

Ниже представлена классификация зарядной инфраструктуры для электромобильного транспорта [4].

1. По типу подключения и скорости зарядки.

1.1 Медленная (нормальная) зарядка (АС – переменный ток):

- использует однофазное или трёхфазное питание (230/400 в);
- время зарядки – от 6 до 12 часов;
- применяется для домашнего и корпоративного использования (паркинги, гаражи);
- примеры разъемов: type 1 (sae j1772), type 2 (mennekes).

1.2 Быстрая зарядка (DC – постоянный ток):

- оснащается высокомошными выпрямителями, питание 400–1000 В;
- время зарядки – 20–60 минут до 80% ёмкости аккумулятора;
- используется на общественных станциях, вдоль автомагистралей, в городских зонах;
- примеры стандартов: chademo, ccs combo 2, gb/t dc.

1.3 Ультрабыстрая (высокомощная) зарядка:

- мощность свыше 150 кВт (до 350 кВт и более);
- предназначена для электромобилей нового поколения и коммерческого транспорта;
- время зарядки – 10–20 минут.

2. По месту установки и назначению.

2.1 Домашние зарядные станции (Home Charging) – индивидуальные устройства, устанавливаемые в частных домах, гаражах или паркингах.

2.2 Коммерческие (публичные) станции – открыты для общего доступа, размещаются на парковках торговых центров, АЗС, вблизи офисов.

2.3 Транспортные коридоры и трассовые станции – обеспечивают зарядку на междугородних маршрутах, создавая основу для «дальних» поездок.

2.4 Корпоративные станции – предназначены для служебных автопарков, логистических и коммунальных предприятий.

2.5 Городские станции малой мощности – интегрируются в систему «умного города» и могут устанавливаться на уличных парковках.

3. По уровню интеллектуализации.

3.1 Обычные (stand-alone) – не подключены к сетям передачи данных, имеют ограниченные функции контроля.

3.2 Умные (smart charging) – оснащены системами дистанционного мониторинга, управления мощностью, авторизации пользователей и оплаты через мобильные приложения.

3.3 Интегрированные в энергосистему (V2G/V2B/V2H) – поддерживают двусторонний обмен энергией между электромобилем и сетью («Vehicle-to-Grid», «Vehicle-to-Building», «Vehicle-to-Home»).

4. По типу собственности и модели эксплуатации.

4.1 Государственные – принадлежат государственным структурам, часто реализуются в рамках национальных программ.

4.2 Частные (коммерческие) – эксплуатируются частными компаниями, работающими по платной модели обслуживания.

4.3 Партнёрские (государственно-частные) – создаются на основе государственно-частного партнёрства (ГЧП), обеспечивая совместное финансирование и эксплуатацию.

Согласно данным Министерства энергетики и оператора сети зарядных станций «Белоруснефть», формирование национальной сети зарядных пунктов началось в 2019 году и к настоящему времени охватывает все областные центры и основные транспортные коридоры страны (рисунок 1) [5].

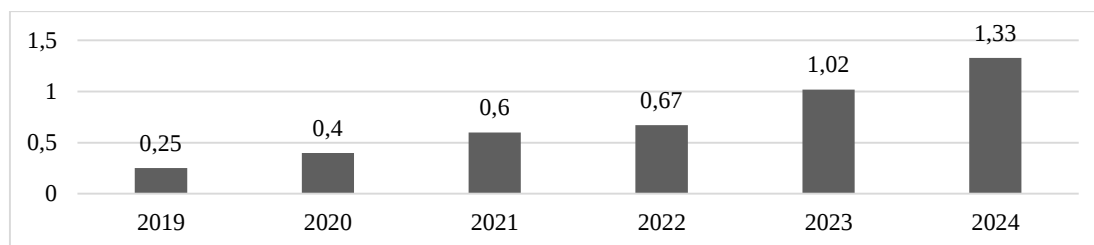


Рисунок 1. – Количество зарядной инфраструктуры электромобильного транспорта в Республике Беларусь в 2019–2024 гг., тыс. ед.

Источник: составлено авторами на основании [5].

Согласно проанализированным данным, также наблюдается рост численности зарядной инфраструктуры. В 2024 году она составила 1330 ед. В целом, показатель вырос в 5,3 раза по сравнению с 2019 годом.

Для комплексной оценки эффективности функционирования зарядной сети недостаточно учитывать лишь общее количество установленных станций. Важно также определить степень их востребованности и соответствие текущему уровню развития парка электромобилей.

С этой целью был проведён анализ соотношения количества зарегистрированных электромобилей и числа доступных зарядных пунктов, что позволяет определить уровень загрузки зарядной инфраструктуры. Данный показатель отражает, насколько существующая сеть способна удовлетворить потребности владельцев электромобилей и обеспечивает ли она необходимую пропускную способность.

На рисунке ниже представлено соотношение количества электромобилей к одной единице зарядной инфраструктуры в Республике Беларусь (рисунок 2).

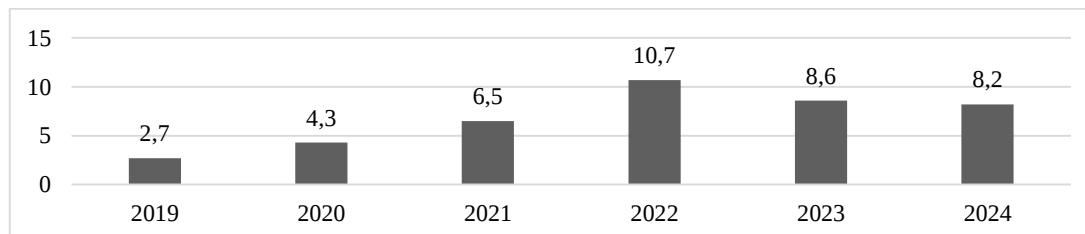


Рисунок 2. – Количество электромобильного транспорта на 1 единицу зарядной инфраструктуры в Республике Беларусь, 2019–2024 гг., ед.

Источник: собственная разработка.

Проанализировав график, мы пришли к выводу, что до 2022 года наблюдался рост количества электромобилей на 1 единицу зарядной инфраструктуры, что свидетельствует о её нехватке. Однако в 2023 году данный показатель снизился, что может говорить о начале стабилизации ситуации и улучшении доступности зарядных станций.

Несмотря на положительную динамику развития зарядной инфраструктуры, проведённый анализ показал наличие ряда факторов, сдерживающих её дальнейшее расширение и эффективное использование:

- неравномерное территориальное распределение зарядных станций – большинство пунктов сосредоточено в Минске и областных центрах, в то время как в районных городах и вдоль второстепенных маршрутов их количество остаётся ограниченным;
- недостаток станций высокой мощности (DC и НРС) – преобладают устройства переменного тока (AC), что удлиняет время зарядки и снижает удобство эксплуатации электромобилей при дальних поездках;
- отсутствие единой информационной платформы и интеграции операторов – различные сети работают по собственным приложениям и тарифам, что затрудняет поиск, оплату и планирование маршрутов пользователями;

- низкий уровень развития «умных» технологий – большинство станций не поддерживает интеллектуальное управление нагрузкой и двусторонний обмен энергией с сетью;

- недостаточная нормативно-правовая база и стандартизация – отсутствует единая система сертификации оборудования, что усложняет подключение новых операторов и внедрение инновационных решений.

Для повышения эффективности и устойчивости зарядной инфраструктуры необходимо реализовать комплекс мер, направленных на устранение выявленных проблем:

- разработка и реализация национальной программы по развитию зарядной инфраструктуры с учётом равномерного территориального распределения и приоритетом для транспортных коридоров;

- стимулирование частных инвестиций и ГЧП-проектов через налоговые льготы и субсидии;

- внедрение единой цифровой платформы для мониторинга, оплаты и навигации между всеми сетями зарядных станций;

- поддержка внедрения «умных» технологий и v2g-систем, интеграция зарядных устройств в энергетическую систему страны;

- совершенствование нормативно-правового регулирования и адаптация национальных стандартов к международным требованиям (IEC, ISO).

Таким образом, за последние годы наблюдается значительный рост количества зарядных станций. В то же время, темпы роста парка электромобилей опережают развитие зарядной сети, что создаёт риск перегрузки существующих мощностей и снижает удобство эксплуатации электротранспорта. Сохраняются проблемы неравномерного распределения станций, недостаточной доли высокомоощных установок и ограниченной интеграции цифровых сервисов. При сохранении текущих тенденций и реализации предложенных мер Республика Беларусь имеет потенциал стать одним из региональных лидеров в сфере электромобильности и «зелёных» транспортных технологий, что будет способствовать снижению выбросов, повышению энергоэффективности и укреплению позиций страны в контексте устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амангалиев Е.З., Сарваров А.С., Косматов В.И., Петушков М.Ю., Омельченко Е.Я. Электромобильный и гибридный транспорт: силовые схемы, оборудование, проблемы и перспективы развития / Е.З. Амангалиев и др. // ЭС и К [Электронный ресурс]. – 2022. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromobilnyy-i-gibridnyy-transport-silovye-shemy-oborudovanie-problemy-i-perspektivy-razvitiya>. – Дата доступа: 01.10.2025.
2. Щербанин Ю.А. Международный транспортный форум ITF – 2019: транспорт на службе интеграции, ВСМ и электромобили / Ю.А. Щербанин // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике [Электронный ресурс]. – 2019. – № 5. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnyy-transportnyy-forum-itf-2019-transport-na-sluzhbe-integratsii-vsm-i-elektromobili>. – Дата доступа: 01.10.2025.
3. Поляков Д.К., Коровкин Н.В., Гарайшина Е.Р. Разработка эффективной модели потребления электроэнергии электромобилями / Д.К. Поляков и др. // МНИЖ [Электронный ресурс]. – 2024. – № 10. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-effektivnoy-modeli-potrebleniya-elektroenergii-elektromobilyami>. – Дата доступа: 01.10.2025.
4. Кудревич А.Ю. Оценка инфраструктурной доступности электрозаправочных станций в регионах северо-запада России в целях туризма / А.Ю. Кудревич // Вопросы территориального развития [Электронный ресурс]. – 2023. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-infrastrukturnoy-dostupnosti-elektrozapravochnyh-stantsiy-v-regionah-severo-zapada-rossii-v-tselyah-turizma>. – Дата доступа: 04.10.2025.
5. В стране создана крупнейшая в ЕАЭС сеть быстрых зарядных станций для электромобилей // «Беларуснефть» [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://belta.by/economics/view/belorusneft-v-strane-sozdana-krupnejshaja-v-eaes-set-bystryh-zarjadnyh-stantsij-dlja-elektromobilej-474986-2021/>. – Дата доступа: 05.10.2025.