



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 621.331

DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-3-7>

Оценка готовности транспортной инфраструктуры города Санкт-Петербург для электротранспорта



Екатерина КАЙЗЕР



Анна ЛЕБЕДЕВА

Екатерина Витальевна Кайзер ¹,
Анна Сергеевна Лебедева ²

^{1, 2} Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия.

✉ ¹ semina_e_v@mail.ru.

АННОТАЦИЯ

В статье представлена оценка готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург для электротранспорта. Актуальность темы очевидна, так как сегодня наблюдается активный рост рынка электротранспорта, а его дальнейшее развитие входит в официальную повестку транспортной отрасли. Поясняется, что активное использование электротранспорта в России предполагает соответствующее развитие инфраструктуры, особенно в таких крупных городах, как Санкт-Петербург.

Авторами дана характеристика основных исследований, посвящённых предпосылкам и перспективам развития рынка электротранспорта и транспортной инфраструктуры. Проведён анализ различных факторов популяризации электротранспорта, сделан вывод об отсутствии в научной литературе сложившейся методики оценки уровня готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта. Выявлены и проанализированы наиболее значимые факторы, влияющие на масштабирование электротранспорта, определены критерии и показатели оценки готовности инфраструктуры для электротранспорта, определён вес каждого крите-

рия, проведён текущий анализ состояния инфраструктуры. Достижению цели исследования – проведению оценки готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербурга для электротранспорта, способствовали оригинальный системный подход, анализ, интегральная и экспертная оценки.

Представленная методика расчёта индекса готовности к использованию новых транспортных решений включает оценку четырёх компонентов. На основе анализа научных работ выделены факторы, влияющие на развитие и популяризацию электротранспорта. Выявлено, что наиболее существенным фактором, определяющим темпы масштабирования электротранспорта, является наличие инфраструктуры. Сделан вывод о наибольшем развитии таких элементов, как работа электрической заправочной станции (ЭЗС) и информационной системы. Расчёт итоговой оценки транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург приведён в таблице. На основе проведённого анализа была получена общая оценка готовности транспортной инфраструктуры к масштабированию электротранспорта, а также оценки каждого элемента электротранспорта.

Ключевые слова: электротранспорт, инфраструктура, оценка готовности, электрическая заправочная станция, городской транспорт, информационные системы, факторы развития.

Для цитирования: Кайзер Е. В., Лебедева А. С. Оценка готовности транспортной инфраструктуры города Санкт-Петербург для электротранспорта // Мир транспорта. 2022. Т. 20. № 3 (100). С. 58–68. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2022-20-3-7>.

Полный текст статьи на английском языке публикуется во второй части данного выпуска.
The full text of the article in English is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается активный рост мирового и отечественного рынка электротранспорта.

В 2021 году в России спрос на электромобили вырос в девять раз, годовой объём новых электромобилей составил 2254 единиц, годовой объём подержанных электромобилей составил 9070 единиц¹. Дальнейшее развитие рынка электротранспорта входит в официальную повестку транспортной отрасли. Согласно планам Правительства Российской Федерации, к 2030 году каждый десятый выпускаемый автомобиль должен работать на электродвигателе². 23 августа 2021 года была утверждена Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в России на период до 2030 года, в которой поставлена задача развития широкой линейки транспортных средств с улучшенными показателями энергоэффективности, работающих на тяговой аккумуляторной батарее с локализацией производства в России³.

При этом активное использование электротранспорта в Российской Федерации предполагает соответствующее развитие инфраструктуры как экстенсивное, так и интенсивное. Недостаточная развитость тех или иных элементов инфраструктуры для электротранспорта сдерживает рост рынка и препятствует реализации установленных стратегических целей в данной сфере. В связи с этим вопросы, связанные с инфраструктурным обеспечением масштабирования электротранспорта в России, являются актуальными, особенно для таких крупных городов, как Санкт-Петербург, в которых наблюдается значительное влияние транспорта на экологическую безопасность.

В российской научной литературе существуют исследования, посвящённые предпо-

сылкам и перспективам развития рынка электротранспорта и транспортной инфраструктуры, а также анализу различных факторов популяризации электротранспорта. В исследовании В. Б. Мошкова, В. В. Овчинникова, Д. В. Черныкова и др., а также в работе А. Н. Афанасьева приводится перечень факторов, влияющих на развитие электромобилей, а также рассматриваются перспективы и прогнозы развития электротранспорта в России [1; 2]. Факторы, влияющие на развитие электротранспорта, также рассмотрены в статье Д. И. Демидова и В. В. Пугачева [3]. Одновременно с этим авторы изучают вопросы инфраструктуры, анализируя стандарты распределения электрозарядных станций (ЭЗС), источники энергии для электрозарядных станций и переработку отработанных аккумуляторных батарей. По мнению ряда авторов, к 2030 году в большинстве развитых и развивающихся стран будут приняты единые стандарты и требования к инфраструктуре для электротранспорта. В экспертно-аналитическом докладе, подготовленном под редакцией А. И. Боровкова и В. Н. Княгининой, утверждается, что развитие транспортной инфраструктуры для электротранспорта должно опережать развитие рынка электромобилей [4]. Однако в ряде источников зарядная инфраструктура рассматривается отдельно.

Таким образом, существующие исследования по данной проблематике преимущественно исследуют один или два сдерживающих масштабирование электротранспорта в стране фактора. При этом особое внимание уделяется именно электрозарядным станциям и не рассматривается весь комплекс элементов инфраструктуры. В научной литературе отсутствует методика оценки уровня готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта как в регионах, так и в целом по стране.

МЕТОДОЛОГИЯ

Целью настоящего исследования является проведение оценки готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург для электротранспорта.

В соответствии с поставленной целью предложена следующая методология исследования:

1. Выявить и проанализировать наиболее значимые факторы, влияющие на масштабирование электротранспорта.

¹ Российский рынок новых электромобилей в 2021 году вырос втрое. [Электронный ресурс]: <https://www.autostat.ru/news/50525/>. Доступ 22.05.2022.

² Развитие электромобильности: Этап II. [Электронный ресурс]: <https://events.kommersant.ru/events/elektromobilnost/>. Доступ 22.05.2022.

³ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р «Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс]: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf>. Доступ 22.05.2022.



2. Определить критерии и показатели оценки готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта.

3. Определить вес каждого критерия оценки готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта.

4. Провести анализ текущего состояния инфраструктуры г. Санкт-Петербург и её готовности для внедрения электротранспорта.

5. Оценить уровень готовности элементов транспортной инфраструктуры для масштабирования электротранспорта.

Для решения задач исследования использованы методы анализа, синтеза, интегральной и экспертной оценки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ факторов, влияющих на масштабирование электротранспорта

В современных исследованиях, посвящённых распространению и популяризации электротранспорта, используются различные подходы к определению наиболее значимых факторов, влияющих на масштабирование электротранспорта.

Так, в исследовании Т. Йонга и Ч. Парка, посвящённом качественному сравнительному анализу факторов, влияющих на внедрение электромобилей, все факторы разделены на три группы: технологические факторы (автономность электромобилей, время зарядки, максимальная скорость, стоимость), политические факторы (все виды государственной поддержки), факторы окружающей среды (цены на топливо, потребительские характеристики, уровень развития инфраструктуры) [5].

Аналогичный подход используется в исследовании КМПГ, посвящённом уровню готовности стран к использованию беспилотного электротранспорта. В данном исследовании методика расчёта индекса готовности стран к использованию новых транспортных решений включает оценку четырёх компонентов: политика и законодательство, технологии и инновации, инфраструктура, уровень принятия потребителями⁴.

В исследовании С. Статароса и его соавторов главным фактором популяризации

электротранспорта является экономическая выгода потребителей [6]. Не менее важным фактором является популяризация экологичного образа жизни. Это подтверждается результатами опроса ВЦИОМа, которые показывают, что 50 % автовладельцев готовы при возможности пересесть на электромобиль. Главными причинами, определяющими их выбор, респонденты назвали экологичность и экономность эксплуатации электротранспорта, а также выгоду от использования электромобиля ввиду высокой стоимости бензина⁵.

Также существует подход, рассматривающий ВВП на душу населения и демографическую структуру населения в качестве важнейших факторов распространения электротранспорта наряду с развитием инфраструктуры и государственной поддержкой [7]. Аналогичного мнения придерживаются Д. Ю. Катаевский и Т. Р. Гареев, отмечая стоимость электромобиля и развитость зарядной инфраструктуры как первоочередные факторы для формирования потребительского предпочтения электромобиля автомобилю с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) [8].

В исследовании В. Б. Мошкова, В. В. Овчинникова, Д. В. Чернякова и других к факторам, влияющим на развитие электромобильного рынка, авторы относят государственную поддержку развития электромобилей и бизнеса электрического транспорта, наличие собственного производства электромобилей в стране, создание инфраструктуры зарядных станций и особые специфические российские условия эксплуатации электромобилей [2].

На основе анализа научных работ выделим факторы, влияющие на развитие и популяризацию электротранспорта:

- государственная поддержка развития электротранспорта;
- спрос на электротранспорт в коммерческом секторе;
- наличие собственного производства электротранспорта;
- уровень развития сети электрозарядных станций;
- научно-технический прогресс;

⁴ Индекс готовности стран к использованию автономного транспорта. [Электронный ресурс]: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2018/03/ru-ru-avri-index.pdf>. Доступ 25.05.2022.

⁵ Батарейка на колёсах: будущее аккумуляторов электромобилей. [Электронный ресурс]: <https://trends.rbc.ru/trends/green/62671a189a7947c85bb26f0f>. Доступ 02.06.2022.

- общемировой тренд на экологичность;
- переход на использование распределённой электроэнергетики;
- особенности организации транспортной инфраструктуры в регионе.

Государственная поддержка, по мнению многих авторов, является одним из важнейших факторов, влияющих на развитие электротранспорта [2; 5; 7]. К мерам государственной поддержки относятся различные способы стимулирования спроса на электротранспорт, например, субсидии на покупку электротранспорта, освобождение от налога на добавленную стоимость, освобождение от транспортного налога, организация бесплатных парковок, организация проезда по выделенным полосам и бесплатного проезда по платным дорогам. Также к мерам государственной поддержки необходимо отнести поддержку собственных производителей электротранспорта и субсидии на развитие сети электростанций (ЭЭС).

Наличие собственного производства в стране является важным фактором развития электротранспорта наряду с тенденцией к использованию распределённой электроэнергетики, так как электротранспорт не только потребляет энергию, но и накапливает её для дальнейшего распределения, что помогает сгладить дневные и ночные максимумы и минимумы в энергосистемах.

Спрос на электротранспорт в коммерческом секторе обусловлен как экономической выгодой, так и общемировым трендом на экологичность и сокращение углеродных выбросов. На протяжении жизненного цикла электромобили позволяют сократить суммарные выбросы CO₂ в атмосферу на 66–69 %⁶.

Перечисленные факторы играют существенную роль в развитии и популяризации электротранспорта, однако наиболее существенным фактором, определяющим темпы распространения электромобилей в стране, является наличие необходимой инфраструктуры [7]. Согласно исследованию КПМГ, минимум треть потенциальных потребителей электромобилей принимают решение о покупке на основании доступности зарядной инфраструктуры⁴.

⁶ Электрические автомобили оказались экологичнее традиционных с учётом их жизненного цикла. [Электронный ресурс]: <https://nplus1.ru/news/2021/08/04/comparison-of-life-cycle>. Доступ 22.05.2022.

Однако инфраструктура для электротранспорта не ограничивается ЭЭС. Транспортная инфраструктура представляет собой результат деятельности совокупности всех организаций, которые работают в транспортной сфере и обеспечивают эффективное выполнение и обслуживание транспортных перевозок [5]. Инфраструктура для электротранспорта состоит из следующих элементов:

- ЭЭС;
- автосервисы;
- информационные системы;
- производство электромобилей;
- предприятия рециклинга;
- улично-дорожная сеть и дорожное строительство.

При этом на масштабирование электротранспорта влияет не только количественное, но и качественное развитие всех элементов за счёт внедрения инноваций. Это подтверждается тем, что наибольший рост продаж электромобилей в ретроспективе был связан с изобретениями, улучшающими конструкцию и эксплуатационные характеристики электромобилей. Так, например, после изобретения нового типа батареи в 1986 году и появления гибридных автомобилей, комбинирующих традиционный двигатель внутреннего сгорания и электрический двигатель, объёмы продаж электромобилей возросли более чем в пять раз. Новую популярность электромобили получили с началом выпуска электромобилей Tesla в 2008 году, после чего многие автопроизводители обратили внимание на этот сегмент рынка и начали собственное производство электромобилей⁷.

Актуальные направления инновационного развития элементов инфраструктуры электротранспорта представлены на рис. 1.

Так как большинство выделенных факторов масштабирования электротранспорта напрямую или косвенно связано именно с инфраструктурной обеспеченностью, то для достижения стратегических целей увеличения доли электромобилей в России в общем объёме используемого транспорта, необходимо, в первую очередь анализировать готовность транспортной инфраструктуры региона к обслуживанию транспортных средств данного типа.

⁷ Global EV Data Explorer. [Электронный ресурс]: <https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>. Доступ 29.05.2022.



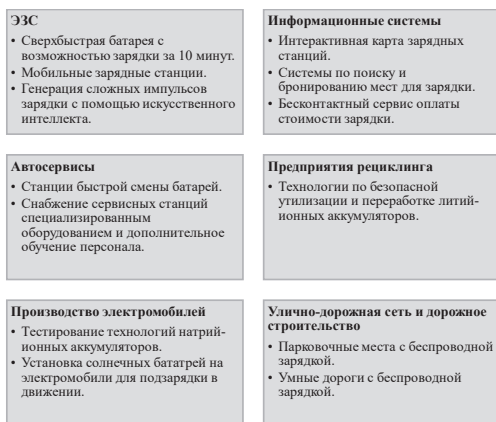


Рис. 1. Направления инновационного развития элементов инфраструктуры для электротранспорта [выполнено авторами].

Методика оценки готовности транспортной инфраструктуры региона для электротранспорта

В соответствии с факторами, влияющими на развитие и популяризацию электротранспорта, выделим критерии оценки готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта: обеспеченность ЭЭС, уровень локализации производства ЭЭС, структура сети ЭЭС, обеспеченность автосервисами, обучение персонала, информационная инфраструктура, организация производства, инновации, уровень развития рециклинга, доступность улично-дорожной сети, государственная поддержка, инвестиции. Вес каждого критерия был определён на основании оценки шести экспертов: отраслевых специалистов, а также научных сотрудников и преподавателей Национального исследовательского университета ИТМО, занимающихся вопросами развития электротранспорта в Российской Федерации.

Для каждого критерия были определены показатели оценки и их целевые значения на основе анализа зарубежного опыта, результатов аналитических исследований и стратегических документов (табл. 1).

Целевым значением обеспеченности электромобилей необходимым количеством ЭЭС установлено наличие одной ЭЭС на десять электромобилей. В исследовании, посвящённом мировому сравнению показателей транспортной инфраструктуры для электротранспорта, средним показателем для Азии является одна ЭЭС на восемь электромобилей, для Европы – одна ЭЭС на 20 электромобилей, для Японии – одна ЭЭС на десять электро-

билей, для США – одна ЭЭС на 29 электромобилей⁸. В концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации до 2030 года целевым уровнем является одна ЭЭС на десять электромобилей³. Д. Ю. Каталевский и Т. Р. Гареев также считают оптимальным показателем одна ЭЭС на десять электромобилей [8]. В упомянутом выше исследовании, посвящённом мировому сравнению показателей транспортной инфраструктуры для электротранспорта, средним показателем количества ЭЭС на один миллион населения для Азии является 3900 ЭЭС, для Европы – 2200, для Японии – 150, для США – 980⁸.

Целевым значением уровня локализации производства ЭЭС является 70 % ЭЭС российского производства³. Соответствующий уровень был установлен в Постановлении Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и её достижении заказчиком»⁹.

Целевым значением соотношения быстрых и медленных ЭЭС является соотношение 2:3. Д. Ю. Каталевский и Т. Р. Гареев в своём исследовании оптимальной структуры сети ЭЭС считают соотношение 1:4 [8], однако в Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта целевым уровнем медленных ЭЭС является 60 %³.

Целевым значением количества электромобилей на один автосервис является 30 электромобилей на один автосервис. Количество гибридных машин и электромобилей, обратившихся за сервисным обслуживанием в 2021 году, составило 3500 единиц¹⁰. При этом общее количество автомобилей, обратившихся за сервисным обслуживанием в 2021 году, составило один миллион автомо-

⁸ How to build an electric vehicle city: deploying charging infrastructure. [Электронный ресурс]: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-build-an-electric-vehicle-city-deploying-charging-infrastructure?language=en_US. Доступ 29.05.2022.

⁹ Постановление Правительства РФ от 03.12.2020 г. № 2014 (ред. от 16.05.2022) «О минимальной обязательной доле закупок российских товаров и её достижении заказчиком». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370114. Доступ 22.05.2022.

¹⁰ Электромобили: за и против. [Электронный ресурс]: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/ehlektromobili-za-i-protiv>. Доступ 22.05.2022.

Таблица 1

**Критерии и показатели оценки готовности транспортной инфраструктуры
для электротранспорта [выполнено авторами]**

Элемент инфраструктуры	Критерий оценки	Показатель оценки	Целевое значение	Вес критерия
ЭЭС	Обеспеченность ЭЭС	Количество электромобилей на 1 ЭЭС, шт.	10	0,4
		Количество ЭЭС на 1 миллион человек населения, шт.	200	
	Уровень локализации производства ЭЭС	Доля ЭЭС российского производства, %	70 %	0,4
	Структура сети ЭЭС	Соотношение быстрых и медленных ЭЭС	2:3	0,2
Автосервисы	Обеспеченность автосервисами	Количество электромобилей на 1 автосервис, шт.	30	0,5
	Обучение персонала	Наличие обучающих программ по обслуживанию электромобилей	Да	0,5
Информационные системы	Информационная инфраструктура	Наличие приложений по поиску и анализу зарядных станций	Да	1
		Индекс развития ИКТ	>0,5	
Производство	Организация производства	Количество организаций-производителей электромобилей, шт.	>1	0,6
		Количество организаций-производителей электротранспорта, шт.	>1	
		Количество готовых к производству образцов, шт.	>3	
	Инновации	Уровень изобретательской активности региона	>3,5	0,4
Рециклинг	Уровень развития рециклинга	Количество организаций, реализующих технологии рециклинга, шт.	>1	1
		Доля аккумуляторов на переработку, %	90 %	
Улично-дорожное строительство	Доступность улично-дорожной сети	Наличие выделенных полос для электротранспорта	Да	0,3
	Государственная поддержка	Наличие бесплатных парковок для электротранспорта	Да	0,4
		Наличие льготного проезда по платным внутригородским дорогам и участкам федеральных трасс	Да	
Инвестиции	Доля инвестиций на развитие электротранспорта в общем объёме инвестиций на транспортную инфраструктуру, %		5 %	0,3

билей. Общее количество электромобилей на конец 2021 года составило 10836 единиц¹¹.

Целевым значением уровня изобретательской активности региона с учётом полезных моделей является 3,5 [6]. Целевым значением уровня рециклинга является 90 %¹¹. Согласно директивам Европейской комиссии начиная

с 2015 года в ЕС при утилизации автомобилей минимум 85 % должен составлять рециклинг материалов, 5 % может составлять захоронение материалов, переработка аккумуляторов должна составлять минимум 50 % веса батареи [9]. Однако средний показатель эффективности переработки литий-ионных аккумуляторов за 2019 год достиг 74,5 %, в 2020 году – 80,1 %¹², поэтому сейчас идёт обсуждение новых правил с увеличением процентных

¹¹ Электромобилизация страны. Как в России будут развивать экологически чистый транспорт. [Электронный ресурс]: https://tass.ru/transport/13593109?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru. Доступ 02.06.2022.

¹² Переработка литий-ионных аккумуляторов. [Электронный ресурс]: <https://rocla.ru/>. Доступ 29.05.2022.



показателей утилизации различных элементов и использованием новых технологий⁵.

Целевым значением доли инвестиций на развитие электротранспорта в общем объёме инвестиций на транспортную инфраструктуру является 5 %. Согласно отчёту «Транспорт и окружающая среда» (Transport & Environment), опубликованному Европейской федерацией транспорта и окружающей среды, в 2020 году доля инвестиций в инфраструктуру для электротранспорта в ЕС составила 1 %. С текущими темпами инвестиций в инфраструктуру для электротранспорта и в дорожно-транспортную инфраструктуру ожидаемая доля инвестиций увеличится до 3 % в 2025 году и до 5 % в 2030 году¹³.

Для получения оценки по каждому критерию фактические значения показателей соотносятся с целевыми значениями, после чего используется равновзвешенный подход. Оценка каждого элемента инфраструктуры рассчитывается как средневзвешенная оценка с учётом важности критериев оценки:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

где R – средневзвешенная оценка элемента инфраструктуры;

A_i – оценка критерия;

w_i – вес критерия;

n – количество критериев для оценки элемента.

Для получения итоговой оценки готовности транспортной инфраструктуры региона для электротранспорта суммируются оценки каждого элемента, поэтому итоговая оценка находится в диапазоне от 0 до 6.

Оценка готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург для электротранспорта

В целях оценки готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург для использования электротранспорта необходимо, прежде всего, провести анализ текущего состояния её элементов в Санкт-Петербурге и России в целом и определить фактические значения установленных показателей.

¹³ Transport & Environment. European Federation for Transport and Environment AISBL, 2020. [Электронный ресурс]: https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/01_%20202020_%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf. Доступ 02.06.2022.

В Санкт-Петербурге общее количество зарегистрированных электромобилей в 2021 году составило 417 единиц, при этом за 2021 год было зарегистрировано 255 электромобилей¹⁴.

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области действуют 83 зарядные станции (43 – медленные ЭЭС, 40 – быстрые ЭЭС), их них 46 зарядных станций эксплуатируются ПАО «Россети Ленэнерго» (10 – медленные ЭЭС, 36 – быстрые ЭЭС), 37 зарядных станций установлены и эксплуатируются иными организациями (33 из них – медленные ЭЭС, 4 – быстрые ЭЭС)¹⁵. На 12 марта 2022 года в России сертифицировано более десяти производителей ЭЭС, часть из которых уже функционируют («ФОРА ЭЭС – DC», «ФОРА ЭЭС – AC», «ИЭС – СКТ», «E-prom), однако на данный момент уровень локализации в Москве и Санкт-Петербурге не превышает 10 %¹¹.

В Санкт-Петербурге действует 30 автосервисов, предоставляющих услуги по ремонту и сервисному обслуживанию гибридных и электрокаров. Также действует восемь сервисов, осуществляющих послегарантийный ремонт автомобилей Tesla, 18 сервисов – Nissan Leaf, 18 сервисов – BMW i3. Обучающие программы по подготовке специалистов, предоставляющих услуги по сервисному обслуживанию электротранспорта, представлены в колледжах и вузах (техникум «Автосервис», Академия транспортных технологий), центрах профессиональной подготовки и повышения квалификации (Академия EuroAuto), а также реализуются в виде обучающих курсов на базе инжиниринговых центров (инжиниринговый научно-образовательный центр SMART).

В России отечественные информационные системы могут в полном объёме обеспечить спрос производителей и потребителей электротранспорта, так как на рынке существуют все необходимые программные продукты, в том числе программы по управлению сетями ЭЭС, отслеживанию уровня зарядки электромобиля и поиску свободной

¹⁴ Российский рынок новых электромобилей в 2021 году вырос втрое. [Электронный ресурс]: <https://www.autostat.ru/news/50525>. Доступ 22.05.2022.

¹⁵ Число зарядных станций для электромобилей в Петербурге увеличится в 2,5 раза. [Электронный ресурс]: <https://spbnevnik.ru/news/2022-02-03/chislo-zaryadnyh-stantsiy-dlya-elektromobiley-v-peterburge-velichitsya-v-25-raza>. Доступ 29.05.2022.

ЭЗС. На территории Санкт-Петербурга доступны к скачиванию более 15 приложений по поиску и анализу зарядных станций, например, Charge Map, PlugShare, NextCharge, «Заряд и парковка», PlugMe, IT Charge, Zevs. Данные приложения позволяют не только найти ближайшую ЭЗС на карте, но и оплатить зарядку и зарезервировать парковочное место. Индекс развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в 2020 году составил 0,511, при этом уровень доступа к ИКТ равен 0,671, а уровень использования ИКТ равен 0,803 [10].

В России существует производство электротранспорта, но до недавнего времени отсутствовало серийное производство электромобилей. Это связано с отсутствием отечественного производства конструктивных элементов и электроники, а также недостаточным объёмом добычи необходимых природных ресурсов. Наиболее крупным производителем электротранспорта в Санкт-Петербурге является ООО «ПК Транспортные системы» (производство моделей 71-911 «Сити-Стар», 71-911Е, 71-923 «Богатырь», 71-922 «Варяг», 71-931 «Витязь», 71-931 М «Витязь-М»). В сегменте электромобилей был реализован ряд проектов по подготовке моделей электрокаров, самым успешным из которых является создание «КАМА-1» на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, выполненный в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»³. Данная действующая модель находится в процессе подготовки к серийному производству, выпуск запланирован в 2024–2025 годы [4]. Уровень изобретательской активности в 2021 году составил 3,23, а с учётом полезных моделей – 4,79. За период 2011–2021 годов в России было запатентовано 50 решений, связанных с развитием электротранспорта, которые включают в себя варианты исполнения зарядных станций, а также систем и способов управления зарядными станциями и зарядом аккумулятора, а также дистанционного управления и идентификации пользователей [11].

В электромобилях используются литий-ионные батареи, в среднем в каждом аккумуляторе 95–96 % материалов является возвращаемым сырьём, которое можно повторно

использовать в производстве. Переработкой литий-ионных аккумуляторов в мире занимается около сотни компаний¹⁶. Но в России рециклинг на данный момент является мало развитым, так как отсутствуют возможности по коммерчески выгодной законной утилизации литий-ионных аккумуляторов, а также механизмы контроля утилизации электромобилей. При этом рынок рециклинга является малопривлекательным для инвесторов ввиду недостаточного спроса на комплектующие электромобилей, получаемые в результате утилизации. В Санкт-Петербурге организаций рециклинга пока нет.

Улично-дорожное строительство подразумевает значительные капитальные затраты и лицензирование иностранных технологий, но при этом на данный момент отсутствует достаточный спрос для специализации улично-дорожного строительства на элементах инфраструктуры для электротранспорта. В Санкт-Петербурге для владельцев электромобилей существует возможность их бесплатного размещения в зоне платной парковки, ею можно воспользоваться при оформлении парковочного разрешения на электромобиль. Данную возможность уже реализовали 349 человек¹¹. В то же время отсутствует возможность проезда по выделенной полосе и льготного проезда по платным участкам внутригородских дорог и региональным участкам федеральных трасс [2]. Однако в рамках поддержки спроса в 2022 году планируется реализация пилотного проекта по отмене платы за проезд на платных дорогах для электромобилей³. Ожидаемый объём инвестиций для реализации региональных программ по развитию транспортной инфраструктуры для электромобилей за 2020–2023 годы составит не менее 70 млн рублей¹⁵.

На рис. 2 представлено актуальное состояние структурных элементов транспортной инфраструктуры для электротранспорта, где отмечены уже достаточно развитые, имеющие потенциал к развитию, а также имеющие существенные ограничения для развития в России элементы.

Согласно рис. 2, из элементов инфраструктуры в России лучше всего развиты ЭЗС и информационные системы, что об-

¹⁶ Китай делает бизнес на переработке Li-Ion, а почему другие нет? [Электронный ресурс]: https://neovolt.ru/blog/1045_pererabotka-li-ion-akkumulyatorov-v-kitae. Доступ 22.05.2022.



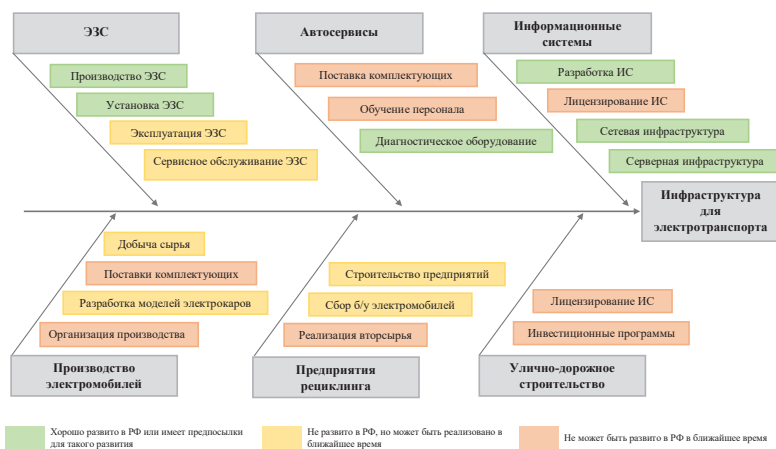


Рис. 2. Анализ развитости элементов инфраструктуры для электротранспорта в РФ [выполнено авторами].

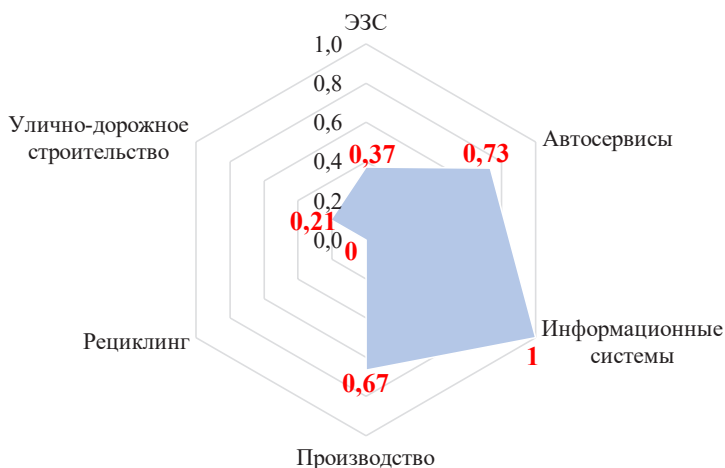


Рис. 3. Оценка готовности элементов транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербурга для электротранспорта [выполнено авторами].

условлено наличием соответствующих технологий и разработок на российском рынке. Менее всего развиты улично-дорожное строительство и рециклинг, а также автосервисы, что связано с отсутствием достаточного спроса на электромобили со стороны покупателей. Однако увеличение парка электрокаров до 1,4 миллиона единиц к 2030 году³ должно предусматривать модернизацию и адаптацию транспортной инфраструктуры под увеличившийся объём электромобилей. Для этого важно количественно оценить уровень готовности к масштабированию транспортной инфраструктуры конкретных регионов, в данном случае, г. Санкт-Петербург.

Расчёт итоговой оценки уровня готовности транспортной инфраструктуры г. Санкт-Петербург, согласно предложенной методике, представлен в табл. 2.

Итоговая оценка уровня готовности элементов инфраструктуры для электротранспорта представлена на рис. 3.

Согласно результатам анализа, высокий уровень готовности отмечается у таких элементов, как «Информационные системы», «Автосервисы», «Производство», низкий уровень готовности – «ЭЭС», «Улично-дорожное строительство», «Рециклинг». Итоговая оценка уровня готовности инфраструктуры для электротранспорта составила 2,98 или 49,67 % от максимальной оценки, что говорит о среднем уровне готовности инфраструктуры для электротранспорта и необходимости реализации комплексных мер по её повышению.

ВЫВОДЫ

В результате проведённого анализа была получена общая оценка готовности транспортной инфраструктуры к масштабированию.

Таблица 2

**Расчёт итоговой оценки готовности транспортной
инфраструктуры [выполнено авторами]**

Элемент инфра-структуры	Критерий оценки	Показатель оценки	Целевое значение	Факт	Интегральная оценка критерия	Вес критерия	Оценка элемента
ЭЭС	Обеспеченность ЭЭС	Количество электромобилей на 1 ЭЭС, шт.	10	5	0,288	0,4	0,37
		Количество ЭЭС на 1 миллион человек населения, шт.	200	15			
	Уровень локализации производства ЭЭС	Доля ЭЭС российского производства, %	70 %	10 %	0,143	0,4	
	Структура сети ЭЭС	Соотношение быстрых и медленных ЭЭС	0,67	0,93	1	0,2	
Автосервисы	Обеспеченность автосервисами	Количество электромобилей на 1 автосервис, шт.	30	14	0,467	0,5	0,73
	Обучение персонала	Наличие обучающих программ по обслуживанию электромобилей	1	1	1	0,5	
Информационные системы	Информационная инфраструктура	Наличие приложений по поиску и анализу зарядных станций	1	1	1	1	1
		Индекс развития ИКТ	0,5	0,51			
Производство	Организация производства	Количество организаций-производителей электротранспорта, шт.	1	3	0,444	0,6	0,67
		Количество организаций-производителей электромобилей, шт.	1	0			
		Количество готовых к производству образцов, шт.	3	1			
	Инновации	Уровень изобретательской активности региона	3,5	4,79	1	0,4	
Рециклинг	Уровень развития рециклинга	Количество организаций, реализующих технологии рециклинга, шт.	1	0	0	1	0
		Доля аккумуляторов на переработку, %	90 %	0 %			
Улично-дорожное строительство	Доступность улично-дорожной сети	Наличие выделенных полос для электротранспорта	1	0	0	0,3	0,21
	Государственная поддержка	Наличие бесплатных парковок для электротранспорта	1	1	0,5	0,4	
		Наличие льготного проезда по платным внутригородским дорогам и участкам федеральных трасс	1	0			
	Инвестиции	Доля инвестиций на развитие электротранспорта в общем объёме инвестиций на транспортную инфраструктуру, %	5 %	0,09 %	0,018	0,3	
Итоговая оценка							2,98





нию электротранспорта, а также получены оценки каждого элемента инфраструктуры.

Для успешного масштабирования транспортной инфраструктуры для электротранспорта необходимо привлекать больше инвестиций в те области, которые получили наименьшее количество баллов. Недостаточное количество ЭЗС на сегодняшний день является важнейшим сдерживающим фактором распространения электромобилей, поэтому необходима работа над их увеличением с использованием следующих инструментов: партнёрство с бизнесом, операторами АЗС и региональными энергетическими операторами для установки частных ЭЗС, участие во втором этапе реализации проекта Правительства, проводимого в рамках концепции по развитию производства и использования электротранспорта в РФ до 2030 года, информационная и административная поддержка российских производителей ЭЗС, содействие в заключении трёхсторонних контрактов между региональными органами власти, бизнесом и российскими производителями ЭЗС.

Содействие повышению уровня локализации ЭЗС и рост количества ЭЗС должны сопровождаться организацией производства электродвигателей, аккумуляторов, а также реализацией проекта по безопасной утилизации аккумуляторов для достижения целевого уровня рециклинга. Необходимо масштабировать существующий опыт российских компаний с привлечением современных научных разработок.

Для успешного развития улично-дорожной сети можно использовать зарубежные практики как пример реализации масштабных инфраструктурных проектов (например, обеспечение ЭЗС всех скоростных магистралей).

Разработанная методика может быть использована для оценки уровня готовности транспортной инфраструктуры для электротранспорта как в регионах, так и в целом по Российской Федерации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев А. Н., Сазонов М. В. Перспективы развития электротранспорта // Символ науки: международный научный журнал. – 2020. – № 12 (1). – С. 29–31. [Электронный ресурс]: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44389628>. Доступ 22.05.2022.
2. Мошков В. Б., Овчинников В. В., Баранник А. Ю., Черняков Д. В. [и др.] Предпосылки и тенденции развития электромобилей // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18. – № 2 (68). – С. 14–19. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46170329>. Доступ 22.05.2022.
3. Демидов Д. И., Пугачёв В. В. Прогноз глобального развития электротранспорта и инфраструктуры электрических заправочных станций // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – С. 173–178. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41288910>. Доступ 22.05.2022.
4. Санатов Д. В., Абакумов А. М., Айдемиров А. Ю., Боровков А. И. [и др.]. Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России: экспертно-аналитический доклад / Под ред. А. И. Боровкова, В. Н. Книгинина. – СПб.: Политех-Пресс, 2021. – 44 с. [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46443315>. Доступ 22.05.2022.
5. Yong, Taeseok; Park, Chankook. A qualitative comparative analysis on factors affecting the deployment of electric vehicles. *Energy Procedia*, 2017, Vol. 128, pp. 497–503. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.066>.
6. Statharas, S., Moysoglou, Ya., Siskos, P., Zazias, G., Capros, P. Factors Influencing Electric Vehicle Penetration in the EU by 2030: A Model-Based Policy Assessment. *Energies*, 2019, Vol. 12, pp. 2739. DOI: 10.3390/en12142739.
7. Campisi, T., Ticali, D., Ignaccolo, M., Tesoriere, G., Inturri, G., Torrisi, V. Factors influencing the implementation and deployment of e-vehicles in small cities: a preliminary two-dimensional statistical study on user acceptance. *Transportation Research Procedia*, 2022, Vol. 62, pp. 333–340. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.042>.
8. Каталевский Д. Ю., Гареев Т. Р. Имитационное моделирование для прогнозирования развития автомобильного электротранспорта на уровне региона // Балтийский регион. – 2020. – Т. 12. – № 2. – С. 118–139. DOI: 10.5922/2079-8555-2020-2-8.
9. Кормишкина Л. А., Кормишкин Е. Д., Королева Л. П., Колосков Д. А. Рециклинг ресурсов в современной России: необходимость, проблемы и перспективы развития // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2018. – Т. 11. – № 5. – С. 155–170. DOI: 10.15838/esc.2018.5.59.10.
10. Касимова Т. М., Магомедова С. Р., Рабаданова М. Г. Оценка уровня развития информационно-коммуникационных технологий и его влияния на региональную экономику // *Фундаментальные исследования*. – 2021. – № 5. – С. 13–18. [Электронный ресурс]: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43032>. Доступ 01.06.2022.
11. Проценко Н. В., Малоземов Б. В., Дмитриева Ю. В., Кузнецов С. А. Необходимость выявления и патентования перспективных решений в области электрического транспорта // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2021. – № 4 (53). – С. 36–48. DOI: 10.17212/1727-2769-2021-4-36-48. ●

Информация об авторах:

Кайзер Екатерина Витальевна – магистрант факультета технологического менеджмента и инноваций Национального исследовательского университета ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, semina_e_v@mail.ru.

Лебедева Анна Сергеевна – кандидат экономических наук, доцент факультета технологического менеджмента и инноваций Национального исследовательского университета ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, aslebedeva@itmo.ru.

Статья поступила в редакцию 24.06.2022, одобрена после рецензирования 08.07.2022, принята к публикации 12.07.2022.