

Оригинальная статья
Original article

УДК 338.48

DOI: 10.18413/2408-9346-2026-12-1-1-4

Соловьев Д. А.¹
Семенова Л. В.²
Пурыжова Л. В.³

**Методика оценки инфраструктурной готовности
региональной экономики к развитию электрического
автомобильного транспорта**

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,
ул. Александра Невского, 14, Калининград 236041, Россия

¹*e-mail: densem1998@gmail.com*

²*e-mail: lsenenova@kantiana.ru*

³*e-mail: Lwp2001@mail.ru*

¹ORCID: 0009-0006-1699-0338

²ORCID: 0000-0001-6330-0746

³ORCID: 0000-0002-1064-8527

*Статья поступила 31 января 2025 г.; принята 17 марта 2026 г.;
опубликована 30 марта 2026 г.*

Аннотация. Статья посвящена разработке и апробации методики оценки инфраструктурной готовности регионов к развитию электрического автомобильного транспорта. Актуальность исследования обусловлена высоким территориальным различием процессов электромобилизации в Российской Федерации и несоответствием темпов роста парка электромобилей возможностям транспортной, энергетической и цифровой инфраструктуры регионов. В условиях реализации федеральных программ поддержки электрического транспорта возрастает потребность в инструментах, позволяющих комплексно оценивать устойчивость инфраструктурного развития и обосновывать приоритеты модернизации. Целью исследования является формирование интегрального показателя, отражающего способность региональной транспортно-экономической системы обеспечивать устойчивое развитие электрического автомобильного транспорта без возникновения инфраструктурных и энергетических ограничений. В работе предложен авторский индекс инфраструктурной готовности, основанный на соединении транспортно-инфраструктурного, энергетического, цифрового и институционально-инвестиционного блоков показателей. Методика расчёта включает нормализацию исходных данных, формирование субиндексов и их взвешенное соединение с учётом региональной специфики и сценариев развития электромобилизации. Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические данные, материалы органов государственной власти, отраслевые аналитические отчёты и результаты экспертных оценок. Апробация методики на примере Калининградской области выявила наличие инфраструктурных дисбалансов, связанных с ограниченной энергетической обеспеченностью и недостаточной цифровой интеграцией при относительно развитой сети зарядных станций. Полученные результаты подтверждают, что использование интегрального индекса позволяет выявлять «узкие места» развития электрического автомобильного транспорта, сопоставлять альтернативные сценарии и

использовать индекс как инструмент поддержки управленческих и инвестиционных решений на региональном уровне.

Ключевые слова: электрический автомобильный транспорт; инфраструктурная готовность; региональная экономика; зарядная инфраструктура; энергетические ограничения; цифровизация; интегральный индекс

Для цитирования: Соловьев Д. А., Семенова Л. В., Пурыжова Л. В. Методика оценки инфраструктурной готовности региональной экономики к развитию электрического автомобильного транспорта // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2026. Т. 12. № 1. С. 178-192. DOI: 10.18413/2408-9346-2026-12-1-1-4

UDC 338.48

Denis A. Soloviev¹

Lyudmila V. Semenova²

Ludmila V. Puryzhova³

**Methodology for assessing the infrastructure readiness
of the regional economy for the development
of electric road transport**

Kant Baltic Federal University,
14 Alexander Nevsky St., Kaliningrad 236041, Russia

¹*e-mail:* densem1998@gmail.com

²*e-mail:* lsemenova@kantiana.ru

³*e-mail:* Lwp2001@mail.ru

¹ORCID: 0009-0006-1699-0338

²ORCID: 0000-0001-6330-0746

³ORCID: 0000-0002-1064-8527

Abstract. The article is devoted to the development and testing of a methodology for assessing the infrastructure readiness of regions for the development of electric road transport. The relevance of the study is due to the high territorial distinction between the processes of electromobility in the Russian Federation and the discrepancy between the growth rates of the electric vehicle fleet and the capabilities of the transport, energy and digital infrastructure of the regions. In the context of the implementation of federal programs to support electric transport, the need for tools to comprehensively assess the sustainability of infrastructure development and justify modernization priorities is growing. The purpose of the study is to form an integral indicator reflecting the ability of the regional transport and economic system to ensure the sustainable development of electric road transport without the emergence of infrastructure and energy restrictions. The paper proposes an author's index of infrastructure readiness, based on the connection of transport-infrastructure, energy, digital and institutional-investment blocks of indicators. The calculation methodology includes the normalization of the initial data, the formation of subindexes and their weighted combination, taking into account regional specifics and scenarios for the development of electromobility. The empirical base of the study was made up of official statistics, materials from government bodies, industry analytical reports and the results of expert assessments. Approbation of the methodology on the example of the Kaliningrad region revealed the presence of infra-structural imbalances associated with limited energy supply and insufficient digital integration with a relatively twisted network of charging stations. The results confirm that the use of the integral index makes it possible to identify bottlenecks in the development of electric road

transport, compare alternative scenarios and use the index as a tool to support management and investment decisions at the regional level.

Keywords: electric vehicle transport; infrastructure readiness; regional economy; charging infrastructure; energy constraints; digitalization; composite index

For citation: Soloviev, D. A., Semenova, L. V., Puryzhova, L. V. (2026), "Methodology for assessing the infrastructure readiness of the regional economy for the development of electric road transport", *Research Result. Business and Service Technologies*, 12 (1), pp. 178-192, DOI: 10.18413/2408-9346-2026-12-1-1-4

Введение (Introduction). В условиях глобального энергетического перехода и декарбонизации транспортного сектора электрический автомобильный транспорт становится одним из ключевых факторов трансформации региональных транспортных и инфраструктурных систем. Рост парка электрических транспортных средств сопровождается усложнением требований к зарядной, энергетической, цифровой и институциональной инфраструктуре, что формирует новые вызовы для социально-экономического развития регионов (Правительство РФ, 2021; International Energy Agency, 2023; BloombergNEF, 2024; NREL, 2022). Электромобилизация влияет не только на параметры транспортного обслуживания, но и на инвестиционные процессы, пространственную организацию хозяйственной деятельности и устойчивость функционирования региональных энергосистем (OECD, 2008; Огороков, 2016).

Несмотря на активизацию государственной политики в сфере развития электрического автомобильного транспорта, инфраструктурное развитие во многих регионах носит фрагментарный характер и зачастую не соответствует темпам роста спроса (Правительство РФ, 2021; Сухарева, 2020; International Energy Agency, 2023). В результате формируются инфраструктурные дисбалансы, энергетические ограничения и инвестиционные риски, снижающие эффективность реализуемых проектов (Огороков, 2016; NREL, 2022).

Особенно остро данные проблемы проявляются в регионах с ограниченными энергетическими ресурсами, высокой транспортной нагрузкой и специфическими пространственными условиями, к числу

которых, к примеру, относится Калининградская область (Соловьев, 2025; Виленская, 2019; Правительство Калининградской области, 2023). В подобных условиях возрастает потребность в научно обоснованных инструментах оценки инфраструктурной готовности региона к развитию электрического автомобильного транспорта, ориентированных на комплексный экономический анализ и практическое использование в региональной политике.

Анализ существующих научных и прикладных подходов показывает, что в настоящее время оценка готовности регионов к развитию электрического автомобильного транспорта чаще всего осуществляется на основе упрощённых показателей, таких как соотношение количества электромобилей и зарядных станций, нормативы плотности размещения инфраструктуры или отдельные технологические параметры (European Alternative Fuels Observatory, 2023; European Commission, 2023). Подобные методы не учитывают системный характер инфраструктурной трансформации, взаимосвязь транспортных и энергетических подсистем, уровень цифровизации управления инфраструктурой и институциональные условия реализации инвестиционных проектов. В этой связи возникает методологический разрыв между сложностью реальных процессов электромобилизации и применяемыми инструментами их оценки.

Цель исследования (The aim of the work) – разработка и апробация комплексной методики оценки инфраструктурной готовности региона к развитию электрического автомобильного транспорта, основанной на интеграции транспортных, энер-

гетических, цифровых и институционально-инвестиционных факторов. Методологической основой исследования послужили системный и институциональный подходы, позволяющие рассматривать транспортную инфраструктуру как элемент региональной экономической системы, функционирующий во взаимодействии с энергетической и цифровой инфраструктурой. В рамках исследования также использованы принципы сценарного анализа и отказа от применения упрощённых нормативных коэффициентов, не отражающих региональную специфику (International Energy Agency, 2023; ICCT, 2022).

Материалы и методы исследования (Materials and Methods). В качестве материалов исследования использованы данные официальной статистики Росстата, ГИБДД Российской Федерации, Министерства транспорта и Министерства энергетики Российской Федерации, материалы региональных программ развития транспортной и энергетической инфраструктуры, а также аналитические отчёты международных и отраслевых организаций IEA, ICCT, EAFO, BloombergNEF.

Методологической основой исследования послужили системный и институциональный подходы, обеспечивающие комплексное рассмотрение транспортно-экономической инфраструктуры региона. В работе применялись методы экономико-статистического и сравнительного анализа, нормализация показателей, расчёт интегральных индексов, сценарное моделирование и анализ чувствительности, а также элементы геоинформационного анализа и инвестиционной оценки инфраструктурных проектов.

Развитие электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации характеризуется выраженной территориальной неоднородностью, обусловленной различиями в уровне социально-экономического развития регионов, состоянии транспортной и энергетической инфраструктуры, институциональной под-

держке и инвестиционной активности. Электромобилизация формируется по поляризованной модели, при которой основная часть парка электромобилей и зарядной инфраструктуры сосредоточена в ограниченном числе субъектов Федерации (Autostat, 2023; BloombergNEF, 2024).

Наибольший уровень электромобилизации наблюдается в крупнейших агломерациях и экономически развитых регионах, где высокий спрос сочетается с развитой транспортной, энергетической и цифровой инфраструктурой. В данных субъектах электрический автомобильный транспорт интегрируется в существующую транспортную систему преимущественно как элемент технологической модернизации (Виленская, 2019). Регионы ускоренного инфраструктурного развития характеризуются опережающим созданием зарядной инфраструктуры в рамках федеральных и корпоративных программ, что формирует инвестиционный задел для последующего роста спроса и развития туристических и транзитных функций (Government of the Russian Federation, 2021; ICCT, 2022).

Промышленные и ресурсные регионы обладают значительным энергетическим потенциалом, однако характеризуются низким уровнем электромобилизации легкового транспорта, что обусловлено слабым потребительским спросом и ориентацией на корпоративный и служебный сегменты. Наиболее многочисленную группу образуют периферийные регионы с минимальными показателями обеспеченности электромобилями и зарядной инфраструктурой, где электромобилизация не выступает самостоятельным драйвером социально-экономического развития (Сухарева, 2020; Rosstat, 2023).

В таблице 1 отражается типология регионов Российской Федерации по уровню электромобилизации, основанная на показателе количества электромобилей на 100 тыс. населения.

Таблица 1
Типология регионов Российской Федерации по уровню Электромобилизации
Table 1
Typology of regions of the Russian Federation by the level of electromobility

Тип региона	Характеристика	Примеры регионов	EV на 100 тыс. чел.	ЭЭС на 100 тыс. чел.	Экономическая интерпретация
Регионы-лидеры	Высокий спрос, развитая инфраструктура, цифровизация	Москва, Санкт-Петербург, Московская область	120–180	25–35	Электромобилизация как элемент технологической модернизации городской транспортной системы
Регионы ускоренного инфраструктурного развития	Опережающее развитие ЭЭС при умеренном спросе	Краснодарский край, Татарстан, Ленинградская область	40–70	18–25	Инфраструктурное стимулирование, инвестиционная и туристическая ориентация
Промышленные и ресурсные регионы	Энергетический потенциал при слабом потребительском спросе	Свердловская, Челябинская, Кемеровская области	20–40	8–15	Перспективы корпоративного и промышленного электротранспорта
Периферийные регионы	Низкий спрос и инфраструктурная обеспеченность	Большинство регионов ЦФО, СКФО, Сибири	<20	<8	Электромобилизация как долгосрочный элемент транспортной политики
Специфические регионы	Геоэкономические и энергетические ограничения	Калининградская область	55–75	15–22	Электромобилизация как фактор комплексной модернизации транспортно-экономической инфраструктуры

Примечание: показатели EV/100 тыс. чел. и ЭЭС/100 тыс. чел. приведены в усреднённой оценке по состоянию на 2024–2025 гг.

Типология позволяет выявить пространственную неоднородность развития рынка электрического автомобильного транспорта и определить место Калининградской области среди регионов с различным уровнем электромобилизации.

На рисунке 1 представлена динамика уровня электромобилизации в отдельных регионах Российской Федерации в 2020–2025 гг., измеряемая количеством электромобилей на 100 тыс. населения.

Сопоставление регионов различного типа крупнейших агломераций, промышленных субъектов и периферийных территорий позволяет выявить пространственную неоднородность распространения электрического автомобильного транспорта и определить положение Калининградской области в общероссийском контексте развития рынка ЭАТ.

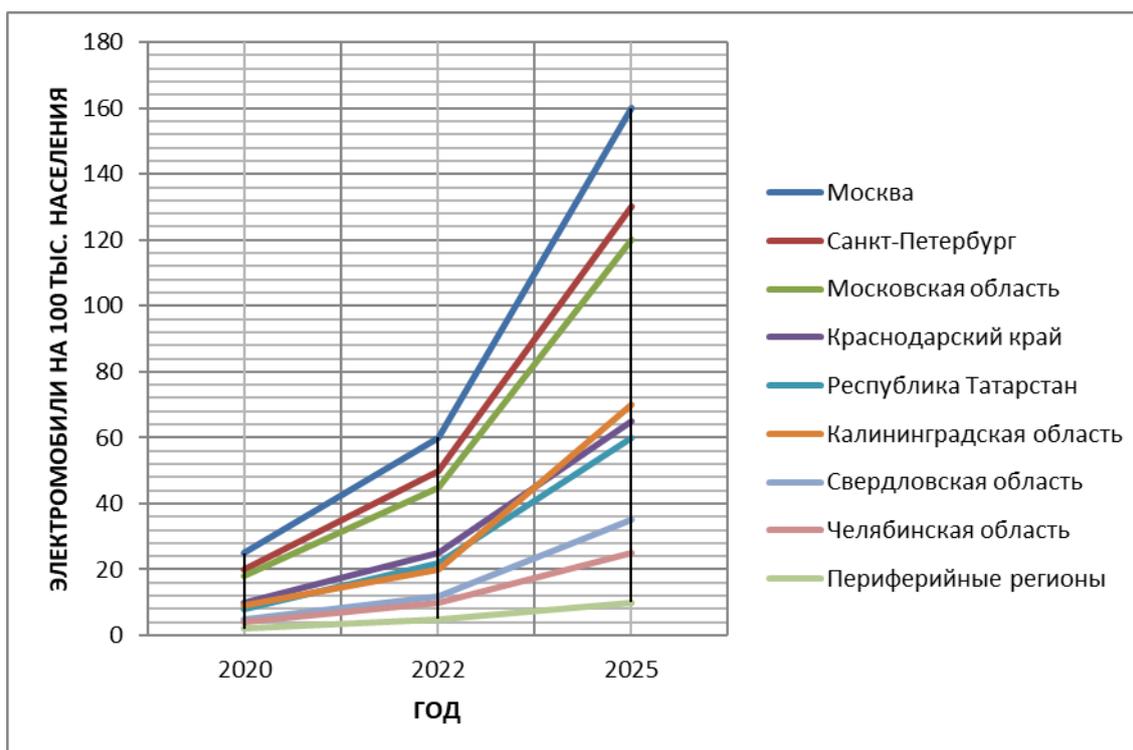


Рис. 1. Динамика электромобилизации регионов РФ

Fig. 1. Dynamics of electromobility of the regions of the Russian Federation

Анализ динамики электромобилизации в 2020–2025 гг. показывает устойчивый рост парка электрических транспортных средств во всех типах регионов Российской Федерации при сохранении выраженной межрегиональной дифференциации. Регионы с высоким уровнем электромобилизации демонстрируют экспоненциальный рост показателей, что обусловлено концентрацией платежеспособного спроса и развитой инфраструктурной базой. Регионы со средним уровнем готовности характеризуются ускоренным ростом в 2022–2025 гг., что связано с реализацией федеральных и региональных программ развития зарядной инфраструктуры. В регионах с низким уровнем электромобилизации рост носит инерционный характер и не приводит к сокращению разрыва с регионами-лидерами.

Особое положение занимает Калининградская область с сочетанием ускоренных темпов роста электрического ав-

томобильного транспорта с сохраняющимися инфраструктурными и энергетическими ограничениями. Несмотря на формирование базовой сети зарядной инфраструктуры и рост парка электромобилей, дальнейшее масштабирование электромобилизации сталкивается с дефицитом пропускной способности электросетей, высокой чувствительностью инфраструктуры к пиковым нагрузкам и ограниченными возможностями оперативной модернизации энергосистемы анклавного региона (Правительство Калининградской области, 2023; Минэнерго России, 2022).

Выявленные дисбалансы между динамикой развития электрического автомобильного транспорта и возможностями инфраструктурного обеспечения показывают ограниченность применения традиционных количественных показателей, ориентированных на отдельные элементы инфраструктуры (EAFO, 2023; International Energy Agency, 2023). Отсутствие ком-

плексной оценки не позволяет своевременно выявлять инфраструктурные риски, обосновывать приоритеты инвестиций и сопоставлять сценарии развития электро-мобилизации с реальными ресурсными возможностями региональной экономики.

В этой связи инфраструктурная готовность региона к развитию электрического автомобильного транспорта рассматривается как интегральная характеристика, отражающая способность региональной транспортно-экономической системы обеспечивать устойчивый рост электро-мобилизации (Виленская, 2019; Огороков, 2022). В рамках предлагаемой методики данная характеристика формируется совокупностью взаимосвязанных транспортно-инфраструктурного, энергетического, цифрового и институционально-инвестиционного блоков, агрегируемых на основе системы количественных и качественных показателей в единый индекс инфраструктурной готовности (OECD, 2008; Eurostat, 2017).

Результаты исследования и их обсуждение (Results and Discussion). Индекс инфраструктурной готовности региона к электро-мобилизации представляет собой интегральный показатель, отражающий способность региональной транспортно-экономической системы обеспечивать устойчивое развитие электрического автомобильного транспорта без возникновения инфраструктурных и энергетических ограничений. В отличие от упрощённых нормативных коэффициентов, индекс учитывает комплексное влияние транспортных, энергетических, цифровых и институционально-инвестиционных факторов.

Интегральный индекс инфраструктурной готовности региона рассчитывается поэтапно и включает нормализацию исходных показателей, формирование субиндексов по каждому структурному

блоку и их последующее агрегирование с использованием весовых коэффициентов. Весовые коэффициенты определяются с учётом значимости отдельных компонентов для устойчивого развития транспортно-экономической инфраструктуры и могут корректироваться в зависимости от региональной специфики и сценариев развития электрического автомобильного транспорта (OECD, 2008; ICST, 2022).

В методологическом отношении индекс формируется как взвешенная сумма субиндексов, отражающих ключевые параметры инфраструктурной готовности региона, включая плотность и пространственную доступность зарядной сети, доступную электрическую мощность, фактическую загрузку инфраструктуры, уровень цифровизации процессов управления и мониторинга, а также инвестиционную обеспеченность и институциональные условия реализации проектов. Такая структура индекса позволяет учитывать как физические, так и организационно-экономические ограничения развития электро-мобилизации (International Energy Agency, 2023; OECD, 2008).

Итоговое значение интегрального индекса используется для сравнительной оценки регионов, выявления инфраструктурных дисбалансов и обоснования приоритетных направлений модернизации транспортно-экономической инфраструктуры. Кроме того, индекс позволяет оценивать устойчивость альтернативных сценариев развития электрического автомобильного транспорта и использовать полученные результаты при стратегическом и инвестиционном планировании на региональном уровне.

В общем виде интегральный индекс инфраструктурной готовности региона может быть представлен следующей формулой:

$$I_{иг} = w_1 I_{тр} + w_2 I_{эн} + w_3 I_{ц} + w_4 I_{инн},$$

где $I_{тр}$, $I_{эн}$, $I_{ц}$, $I_{инн}$ – субиндексы транспортно-инфраструктурного, энергетического, цифрового и институционально-инвестиционного блоков соответственно:

$I_{иг}$ – индекс инфраструктурной готовности региона;

$I_{тр}$ – транспортно-инфраструктурный субиндекс;

$I_{эн}$ – энергетический субиндекс;

$I_{ц}$ – цифровой субиндекс;

$I_{инн}$ – институционально-инвестиционный субиндекс;

w_i – весовые коэффициенты ($\sum w_i=1$).

При этом каждый из указанных субиндексов детализируется через систему частных показателей, отражающих конкретные параметры инфраструктурной готовности региона. В развернутом виде интегральный индекс может быть представлен как:

$$I_{иг} = w_D D + w_P P + w_U U + w_{IT} IT + w_{INV} INV,$$

где: D – показатель плотности и пространственной доступности зарядной инфраструктуры;

P – показатель доступной электрической мощности и пропускной способности сетей;

U – показатель фактической загрузки зарядной инфраструктуры;

IT – показатель уровня цифровизации и интеллектуального управления инфраструктурой;

INV – показатель инвестиционной и институциональной обеспеченности развития инфраструктуры;

w_i – соответствующие весовые коэффициенты ($\sum w_i=1$).

Исходя из этого следует, что первая формула отражает агрегированную блочную структуру индекса, а вторая – её декомпозицию на измеримые субиндексы, что обеспечивает методологическую про-

зрачность расчёта и позволяет напрямую связать итоговое значение индекса с конкретными инфраструктурными и экономическими параметрами. Итоговое значение $I_{иг}$ используется для сравнительной оценки регионов, выявления инфраструктурных дисбалансов, обоснования приоритетов модернизации и оценки устойчивости сценариев развития электрического автомобильного транспорта.

Для оценки степени готовности региональной инфраструктуры к развитию электрического автомобильного транспорта используется шкала интерпретации значений интегрального индекса $I_{иг}$, с которой можно ознакомиться в таблице 2.

Данные таблицы позволяют классифицировать регионы по уровню инфраструктурной зрелости и определить потенциал дальнейшей электромобилизации.

Таблица 2

Интерпретация значений индекса

Table 2

Interpretation of index values

Значение ИИГ	Уровень готовности	Характеристика
0,00 – 0,40	Низкая	Инфраструктура фрагментирована, развитие ЭАТ ограничено
0,41 – 0,70	Умеренная	Возможен рост рынка при точечной модернизации
0,71 – 1,00	Высокая	Инфраструктура готова к масштабной электрификации

Значения индекса в диапазоне 0,00–0,40 характеризуют низкий уровень готовности и фрагментарное развитие инфраструктуры, ограничивающее рост ЭАТ. Диапазон 0,41–0,70 соответствует умеренной готовности, при которой развитие рынка возможно при точечной модернизации ключевых элементов инфраструктуры. Значения 0,71–1,00 отражают высокий уровень готовности и свидетельствуют о способности региона к масштабному и устойчивому развитию электрического автомобильного транспорта.

Для обоснования экономического содержания авторского индекса инфраструктурной готовности и его практической применимости в анализе электрификации регионов представлена сводная таблица 3, отражающая структуру индекса, источники данных и ключевые каналы его влияния на развитие рынка ЭАТ и инвестиционную эффективность инфраструктурных проектов.

Таблица демонстрирует, что отдельные субиндексы по разному воздействуют на экономику электрификации: зарядная инфраструктура и фактическая загрузка формируют текущие денежные потоки,

энергетический и цифровой блоки определяют инвестиционную устойчивость и масштабируемость проектов, а институционально-инвестиционный блок снижает риски и обеспечивает переход зарядной инфраструктуры в зону положительных значений NPV и IRR.

Выбор весовых коэффициентов основан на оценке значимости инфраструктурных блоков для устойчивого развития электрификации. Сначала веса обосновываются теоретически через анализ методологии композитных индексов, затем уточняются экспертно-аналитическим ранжированием, где наибольшее значение получают транспортно-инфраструктурный и энергетический блоки, тогда как цифровизация и загрузка отражают эффективность использования инфраструктуры (ICCT, 2022; NREL, 2022).

На завершающем этапе веса нормируются при условии $\sum W_i=1$, что обеспечивает корректное агрегирование субиндексов; система весов остаётся адаптивной и может корректироваться в зависимости от региональной специфики и сценариев развития рынка электрических автомобилей.

Таблица 3

Структура авторского индекса инфраструктурной готовности и его экономическая интерпретация

Table 3

Structure of the author's Infrastructure Readiness Index and its economic interpretation

Блок (субиндекс)	Обозначение	Содержание показателя	Источники данных	Шкала нормирования	Вес	Влияние на NPV / IRR	Экономический эффект	Влияние на EV-парк	Характер эластичности EV
Зарядная инфраструктура	<i>D</i>	Плотность и пространственная доступность ЭЗС	Минтранс РФ, региональные реестры ЭЗС, EAFO, GIS	Min–Max (0–1)	0,20	↑ CF за счёт роста загрузки	Рост выручки ЭЗС	Снижение инфраструктурного барьера	Средняя
Энергетическая обеспеченность	<i>P</i>	Доступная мощность и резерв пропускной способности сетей	Минэнерго РФ, «Россети», региональные ТСО	Min–Max (0–1)	0,25	↓ CAPEX, ↓ r, ↑ IRR	Ключевой драйвер положительного NPV	Устойчивость масштабирования EV	Высокая, пороговая
Фактическая загрузка	<i>U</i>	Коэффициент использования ЭЗС	Операторы ЭЗС, отраслевые отчёты	Min–Max (0–1)	0,15	Прямая связь с CF	Основной источник NPV	Отражает реализованный спрос	Следственная
Цифровизация и Smart Charging	<i>IT</i>	Мониторинг, интеллектуальное управление, интеграция с энергосистемой	Операторы ЭЗС, IT-платформы, Smart Grid-пилоты	Балльная (0–1)	0,15	↓ OPEX, ↓ r, ↑ IRR	Ускорение окупаемости	Рост доверия и удобства	Средне-высокая
Институционально-инвестиционная среда	<i>INV</i>	Поддержка, ГЧП, инвестиционная активность	Региональные НПА, инвестиционные порталы	Балльная (0–1)	0,25	↓ r, ↓ CAPEX	Перевод проектов в +NPV	Косвенное влияние через инфраструктуру	Низкая (косвенная)

Значения субиндексов нормализуются в интервале [0:1]. Шкала нормирования отражает способ приведения разнородных количественных и качественных показателей к сопоставимому виду в диапазоне от 0 до 1, где более высокие значения соответствуют более благоприятным инфраструктурным условиям развития электрического автомобильного транспорта.

Ниже рассмотрим краткий демонстрационный расчёт, для демонстрации того, как «работает» индекс. Регион, взятый в пример расчета методики – Калининградская область.

Исходные данные на 2025 год:

$P_{ор} = 1033000$ чел. – численность населения региона (Росстат, 2024);

$$I_{иг} = 0,25D + 0,25P + 0,15U + 0,15IT + 0,20INV,$$

2) расчет субиндексов:

$$\text{ЭЗС}/100 \text{ тыс.} = \frac{N_{\text{ЭЗС}}}{P_{ор}} \times 100000 = \frac{99}{1033000} \times 100000 = 9,6$$

Нормируем к целевому ориентиру $D^*=15$ ЭЗС/100 тыс. населения – условный ориентир «высокой обеспеченности» для сравнения (можно заменить на иной целевой уровень в модели):

$$D = \frac{9,6}{15} = 0,64$$

P – показатель доступной электрической мощности и пропускной способности сетей:

$$P = \frac{S_P}{5} = 0,45,$$

где $S_P=2,25$ – экспертная оценка по документам сетей/программам развития/фактам дефицита мощности для Калининградской области.

U – фактическая загрузка зарядной инфраструктуры (балльно):

$$U = \frac{S_u}{5} = 0,55$$

Для региона со средней загрузкой публичной сети (часть зарядок – домаш-

$N_{CS} = 99$ публичных ЭЗС – количество доступных зарядных станций;

$N_{ev} = 1356$ электромобилей – зарегистрированный парк электротранспорта (ГИБДД России, 2024; Автостат, 2024).

Ниже представлен алгоритм расчета.

1) формула индекса:

D – зарядная инфраструктура (из расчёта ЭЗС на 100 тыс. населения):

ние) $S_u=2,75$: данные операторов (если доступны) или экспертная оценка по активности пользователей/доле домашних зарядок.

IT – показатель уровня цифровизации и интеллектуального управления инфраструктурой (балльно):

$$IT = \frac{S_{IT}}{5} = 0,60$$

При наличии приложений/платформы мониторинга, интеграции, но без полного Smart Charging $S_{IT}=3$

INV – показатель инвестиционной и институциональной обеспеченности развития инфраструктуры (балльно):

$$INV = \frac{S_{INV}}{5} = 0,65$$

S_{INV} учитывает программы поддержки, ГЧП, планы расширения сети, активность инвесторов.

3) итоговый расчёт индекса:

$$I_{иг} = 0,25 \times 0,64 + 0,25 \times 0,45 + 0,15 \times 0,55 + 0,15 \times 0,60 + 0,20 \times 0,65 = 0,58$$

Интерпретация по шкале: 0,58 → умеренная готовность.

Рост EV возможен, но ключевой ограничитель – энергетический блок (P); приоритет – модернизация сетей и управляемая зарядка (IT) для снятия пиков.

В таблице 4 представлена типология

отдельных регионов Российской Федерации по уровню электромобилизации в 2020–2025 гг. с учётом динамики парка электромобилей, авторского индекса инфраструктурной готовности и инвестиционной эффективности зарядной инфраструктуры.

Таблица 4

Типология регионов РФ по уровню электромобилизации, динамика и авторский индекс инфраструктурной готовности (на примере 5 регионов)

Table 4

Typology of the regions of the Russian Federation in terms of the level of electromobilitization, dynamics and the author's Infrastructure Readiness Index (on the example of 5 regions)

Регион	EV 2020 (на 100 тыс.)	EV 2022	EV 2025 (оценка)	$I_{иг}$	Уровень готовности
Москва	25	60	160	0,80	Высокая
Санкт-Петербург	20	50	130	0,74	Высокая
Калининградская область	7	20	70	0,58	Умеренная
Свердловская область	5	12	35	0,55	Умеренная
Кемеровская область	3	8	22	0,29	Низкая

Таблица отражает межрегиональные различия в уровнях и динамике электромобилизации в 2020–2025 гг. в сопоставлении с авторским индексом инфраструктурной готовности. Представленные данные показывают, что ускоренный рост парка электромобилей характерен для регионов с высоким и умеренным значением индекса, тогда как в регионах с низкой инфраструктурной готовностью развитие электрического автомобильного транспорта носит инерционный характер и существенно ограничено инфраструктурными факторами.

Заключение (Conclusions). Авторский индекс инфраструктурной готовности предназначен для комплексной оценки условий развития электрического автомобильного транспорта и позволяет учитывать совокупное влияние транспортных, энергетических, цифровых и институционально-инвестиционных факторов. В отличие от упрощённых нормативных коэффициентов, ориентированных на отдельные элементы инфраструктуры, индекс отражает способность региональной транс-

портно-экономической системы обеспечивать устойчивый рост электромобилизации без возникновения критических инфраструктурных и энергетических ограничений (International Energy Agency, 2023; NREL, 2022).

В рамках предлагаемой методики инфраструктурная готовность региона рассматривается как интегральная характеристика, формируемая на основе системы количественных и качественных показателей, сгруппированных в несколько взаимосвязанных блоков. Расчёт индекса осуществляется поэтапно и включает нормализацию исходных показателей, формирование субиндексов по каждому структурному блоку и их агрегирование с использованием весовых коэффициентов. Значения весов определяются с учётом относительной значимости отдельных компонентов для устойчивого развития транспортно-экономической инфраструктуры и могут корректироваться в зависимости от региональной специфики и сценариев развития электрического автомобильного транспорта (OECD, 2008; ICST, 2022).

Методологически индекс формируется как взвешенная сумма субиндексов, отражающих ключевые параметры инфраструктурной готовности, включая плотность и пространственную доступность зарядной сети, доступную электрическую мощность и резерв пропускной способности сетей, фактическую загрузку инфраструктуры, уровень цифровизации процессов управления и мониторинга, а также инвестиционную обеспеченность и институциональные условия реализации проектов. Такая структура позволяет учитывать не только физические, но и организационно-экономические ограничения электро-мобилизации (NREL, 2022; BloombergNEF, 2024).

Итоговое значение интегрального индекса используется для сравнительной оценки регионов, выявления инфраструктурных дисбалансов и обоснования приоритетных направлений модернизации транспортно-экономической инфраструктуры. Кроме того, индекс позволяет сопоставлять альтернативные сценарии развития электрического автомобильного транспорта и использовать результаты расчётов в стратегическом и инвестиционном планировании на региональном уровне (International Energy Agency, 2023; OECD, 2008).

Вместе с тем применение индекса сопровождается рядом методологических ограничений. Для отдельных компонентов используются агрегированные статистические данные и экспертные оценки, что связано с ограниченной доступностью информации по энергетическим резервам, фактической загрузке зарядной инфраструктуры и уровню цифровизации (Rosstat, 2023; Minenergo of Russia, 2022). Это может снижать точность межтерриториальных сопоставлений, особенно при анализе динамичных процессов. Для минимизации данного ограничения целесообразно регулярно обновлять данные и использование сценарного подхода, позволяющего учитывать диапазон возможных значений показателей.

Чувствительность индекса к выбору весовых коэффициентов и масштабу территориальной агрегации также требует учёта при интерпретации результатов. На городском уровне индекс быстрее реагирует на изменения плотности зарядной инфраструктуры и цифровых сервисов, тогда как на региональном уровне ключевую роль начинают играть энергетическая обеспеченность и институционально-инвестиционные условия, а рост индекса приобретает нелинейный характер. На национальном уровне индекс изменяется более инерционно и отражает прежде всего стратегическую готовность к масштабной электро-мобилизации.

Проведённое исследование позволило получить целостное представление о состоянии и перспективах развития инфраструктуры электрического автомобильного транспорта на региональном уровне. Расчёты выявили существенную дифференциацию между отдельными блоками инфраструктурной готовности: при относительно развитой сети зарядных станций сохраняются ограничения энергетического и цифрового характера, способные в среднесрочной перспективе сдерживать дальнейший рост электро-мобилизации (Соловьев, 2025; BloombergNEF, 2024). Это подтверждает ограниченность традиционных показателей и обосновывает необходимость комплексного подхода.

Разработанная и апробированная методика позволяет перейти от разрозненного анализа отдельных элементов инфраструктуры к системной оценке их совокупного влияния. Интегральный индекс выявляет «узкие места» развития, возникающие при несогласованности инфраструктурных решений, и выступает практико-ориентированным инструментом поддержки принятия решений в региональной политике и инвестиционном планировании.

Научная новизна исследования заключается в расширении содержания понятия инфраструктурной готовности за счёт интеграции транспортных, энергетиче-

ческих, цифровых и институционально-инвестиционных параметров в единую индикативную модель, адаптированную к условиям анклавного и энергоограниченного региона. Использование интегральной формулы и сценарного подхода трансформирует индекс из статического описательного показателя в инструмент прогнозирования и обоснования управленческих решений, что определяет его прикладную значимость и потенциал дальнейшего развития.

Информация о конфликте интересов: авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the authors have no conflict of interests to declare.

Список литературы

Автостат. Аналитические обзоры рынка электрических транспортных средств в Российской Федерации. М. 2020–2024. URL: <https://www.autostat.ru> (дата обращения: 26.01.26).

Виленская Н. В. Состояние транспортного комплекса Калининградской области в условиях геополитической нестабильности // Региональная экономика и управление. 2019. № 4. С. 33–47.

Концепция развития электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации до 2030 года : утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 23 авг. 2021 г. № 2290-р. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

Об электроэнергетике : Федеральный закон РФ от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ (ред. действующая). Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

Окроков Д. А. Перспективы развития электротранспорта и технологий V2G в энергоограниченных регионах // Энергетическая политика. 2022. № 3. С. 88–102.

Соловьев Д. А. Развитие зарядной инфраструктуры в приграничных регионах: сравнительный анализ и адаптация международного опыта для Калининградской области // Региональная экономика и управление. 2025. № 2. С. 72–86.

Сухарева С. В. Экономико-статистические аспекты развития регионального рынка электромобилей // Региональная экономика. 2025. № 4. С. 45–58.

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года : утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 27 нояб. 2021 г. № 3363-р. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Социально-экономические показатели регионов Российской Федерации : офиц. стат. данные. М.2020–2024. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 26.01.26).

Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года : утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 9 июня 2020 г. № 1523-р. Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

BloombergNEF. Electric Vehicle Outlook 2024 (2024), New York, Bloomberg Finance L.P., URL: <https://about.bnef.com> (дата обращения: 26.01.26).

European Alternative Fuels Observatory (EAF0). Electric mobility indicators and statistics (2023), Brussels, URL: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu> (дата обращения: 26.01.26).

European Commission. Regulation (EU) 2023/1804 on the deployment of alternative fuels infrastructure (AFIR), (2023), Brussels.

Eurostat. Handbook on Constructing Composite Indicators (2017), Luxembourg, Publications Office of the European Union.

International Council on Clean Transportation (ICCT). Global EV infrastructure and policy analysis (2022), Washington, DC, URL: <https://theicct.org> (дата обращения: 26.01.26).

International Energy Agency. Global EV Outlook 2023 (2023), Paris, IEA, URL: <https://www.iea.org> (дата обращения: 26.01.26).

National Renewable Energy Laboratory (NREL). Electric vehicle charging infrastructure and grid integration (2022), Golden, CO, NREL, URL: <https://www.nrel.gov> (дата обращения: 26.01.26).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Composite Indicators: Methodology and User Guide (2008), Paris, OECD Publishing.

References

About the electric power industry, Federal Law of the Russian Federation dated March 26, 2003 No. 35-FZ (as amended), Access from the Garant help system. (In Russ.).

Autostat, *Analytical reviews of the electric vehicles market in the Russian Federation (2020-2024)*, M., [Online] available at: <https://www.autostat.ru> (Accessed 26 January 26).

BloombergNEF (2024), *Electric Vehicle Outlook 2024*, New York: Bloomberg Finance L.P., [Online] available at: <https://about.bnef.com> (Accessed 26 January 26).

Concept for the Development of Electric Road Transport in the Russian Federation until 2030, approved by Order of the Government of the Russian Federation dated August 23, 2021 No. 2290-r, Access from the Consultant Plus legal system. (In Russ.).

Energy Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2035, approved by Order of the Government of the Russian Federation dated June 9, 2020, No. 1523-r, Access from the Garant legal system. (In Russ.).

European Alternative Fuels Observatory (EAFO) (2023), Electric mobility indicators and statistics, Brussels, [Online] available at: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu> (Accessed 26 January 26).

European Commission (2023), Regulation (EU) 2023/1804 on the deployment of alternative fuels infrastructure (AFIR), Brussels

Eurostat (2017), *Handbook on Constructing Composite Indicators*, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

Federal State Statistics Service (Rosstat) (2020-2024), *Socio-economic indicators of the regions of the Russian Federation*, Moscow, [Online] available at: <https://rosstat.gov.ru> (Accessed 26 January 26). (In Russ.).

International Council on Clean Transportation (ICCT) (2022), Global EV infrastructure and policy analysis, Washington, DC, [Online] available at: <https://theicct.org> (Accessed 26 January 26).

International Energy Agency (2023), *Global EV Outlook 2023*, Paris: IEA, [Online] available at: <https://www.iea.org> (Accessed 26 January 26).

National Renewable Energy Laboratory (NREL) (2022), Electric vehicle charging infrastructure and grid integration, Golden, CO, [Online] available at: <https://www.nrel.gov> (Accessed 26 January 26).

Okorokov, D.A. (2022), “Prospects for the development of electric transport and V2G technologies in energy-limited regions”, *Energy policy*, 3, pp. 88-102. (In Russ.).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Composite Indicators: Methodology and User Guide (2008), Paris, OECD Publishing.

Soloviev, D.A. (2025), “Development of charging infrastructure in border regions: comparative analysis and adaptation of international experience for the Kaliningrad region”, *Regional economy and management*, 2, pp. 72–86. (In Russ.).

Sukhareva, S.V. (2025), “Economic and statistical aspects of the development of the regional electric vehicle market”, *Regional economy*, 4, pp. 45–58. (In Russ.).

Transport Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2035, approved by Order of the Government of the Russian Federation dated November 27, 2021 No. 3363-r, Access from the ConsultantPlus legal system. (In Russ.).

Vilenskaya, N.V. (2019), “The state of the transport complex of the Kaliningrad region in conditions of geopolitical instability”, *Regional Economy and Management*, 4, pp. 33–47. (In Russ.).

Информация об авторах

Соловьев Денис Александрович, аспирант 3 курса аспирантуры по направлению 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика

Семенова Людмила Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент института рекреации, туризма и физической культуры

Пурьжова Людмила Викторовна, кандидат экономических наук, доцент высшей школы бизнеса и предпринимательства

Information about the authors

Denis A. Soloviev, 3rd-year Graduate Student in the Direction of 5.2.3 Regional and Sectoral Economics

Lyudmila V. Semenova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Institute of Recreation, Tourism and Physical Culture

Ludmila V. Puryzhova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Higher School of Business and Entrepreneurship