
Инфраструктура

РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОЧНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РЕГИОНАХ РОССИИ: СЦЕНАРНЫЙ АНАЛИЗ

Д. Ю. ЕВДОКИМОВ
Ю. Ю. ПОНОМАРЕВ

Выпуск электромобилей и развитие электрозаправочной инфраструктуры относится к прорывным направлениям, формирующим новые рынки на основе современных технологий. Развитие данной сферы, организация отечественного производства создают «вытягивающий эффект» для технологий, помогают совершенствовать смежные отрасли, формируют условия для дальнейшего технологического развития России.

В статье рассмотрены подходы к планированию электрозаправочной инфраструктуры на региональном уровне, на основе которых проведен количественный сценарный анализ возможной перспективной динамики числа электромобилей и необходимой для них электрозаправочной инфраструктуры в разрезе регионов России до 2030 г.

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС при Президенте Российской Федерации.

Ключевые слова: инфраструктура, электрозаправки, сеть дорог, планирование, электромобили, электростанции, ЗС, ЭЭС, ЭЗИ, национальные цели развития.

JEL: L11, C54.

Введение

Развитие агломераций, которые, как показывают исследования [8; 9; 10], являются точками роста производительности, в России обозначено как один из приоритетов пространственной экономической политики. Стимулирование роста экономики за счет интенсификации агломерационных эффектов затруднено, поскольку источники ускоренного роста или более высоких доходов в агломерациях неоднородны. Однако все агломерационные эффекты, как следует из их определения, возникают в результате тесной пространственной концентрации фирм и людей.

Несмотря на то что в последние годы темпы урбанизации в России уже достаточно умеренны, что в целом характерно для развитых стран, достигших высоких показателей урбанизации (более 70%, в России в 2019 г. —

74.6%), процессы концентрации населения в городах продолжают. Формирование благоприятной городской среды делает отдельные города более привлекательными для проживания в сравнении с другими. Экология и уровень развития инфраструктуры являются важными факторами, определяющими внутреннюю миграцию и перетоки населения. Улучшение этих показателей в городах позитивно влияет на приток в них населения и качество его жизни, усиливая агломерационные эффекты, а также оказывает положительное воздействие на производительность труда.

В последние годы распространение электротранспорта стало одним из основных трендов развития городской среды. Электротранспорт производит меньше шума и обладает нулевыми выбросами при движении, что благоприятно сказывается на экологической об-

Евдокимов Дмитрий Юрьевич, младший научный сотрудник РАНХиГС при Президенте Российской Федерации (Москва), e-mail: evdokimov-dy@ganepa.ru; Пономарев Юрий Юрьевич, заведующий лабораторией инфраструктурных и пространственных исследований РАНХиГС при Президенте Российской Федерации; старший научный сотрудник Института экономической политики имени Е.Т. Гайдара, канд. экон. наук (Москва), e-mail: ponomarev@ganepa.ru

становке, имеет положительные экстерналильные эффекты для горожан и повышает качество жизни населения. Развитие электротранспорта в России отмечено в качестве цели в ряде стратегических документов и документов отраслевого планирования.

Во многих странах мира для снижения объемов вредных выбросов анонсирована политика по запрету продажи новых автомобилей с ДВС, среди которых – крупнейшие мировые авторынки: Китай, Япония, ЕС. Основной альтернативой автомобилям с ДВС на данный момент выступают электромобили, доля которых в мировом автопарке будет стремительно расти ввиду «эффекта колеи» – автопроизводители уже переориентировали свои стратегии в пользу электромобилей, а длительный цикл их разработки и производства, переоборудование производственных мощностей и уже осуществленные инвестиции делают возврат к автомобилям с ДВС на горизонте 20–30 лет маловероятным.

Ассортимент автомобилей на остальных рынках будет также постепенно меняться в направлении электромобилей как под воздействием мирового тренда, общей популяризации данной технологии, так и в результате постепенного снижения конкурентоспособности автомобилей с ДВС – на фоне сокращения или отсутствия инвестиций в R&D со стороны основных производителей.

Не станет исключением и Россия: объем продаж новых электромобилей, а также ввоза б/у техники растет двузначными темпами на протяжении более пяти лет, а расширение продуктовых линеек электромобилей, снижение их стоимости относительно автотранспорта с ДВС и далее будут поддерживать данный тренд. Это делает необходимым создание соответствующей общественной электрозаправочной инфраструктуры (ЭЗИ) для удовлетворения спроса на зарядку, что делает актуальными как оценки развития рынка электромобилей в России, так и оценки и прогнозы необходимого количества зарядочных станций (ЗС).

Санкционное давление, усилившееся в 2022 г. на экономику РФ, не сильно повлияет на внутренние тренды в рассматриваемой области. Основной объем прироста электромобилей в стране составляли импортируемые электромобили, бывшие в употреблении, импорт которых все еще возможен, а на фоне укрепления российской валюты стал более выгодным для потребителей. Хорошие перспективы и у продаж новых электромобилей – Китай является крупнейшим производителем и рынком сбыта для данной продукции, и уход с российского рынка европейских автопроизводителей может привести к росту доли Китая в автопарке РФ, что позволит импортировать и имиджевые модели, в том числе электромобили. Отечественное производство электромобилей также будет развиваться в текущих условиях, поскольку производство, в том числе крупноузловая сборка, электромобиля проще, чем аналогичного по характеристикам автомобиля с ДВС, и, следовательно, часть отечественного автопрома может переориентироваться на этот сегмент.

Уход западных автопроизводителей из России оставил некоторые производственные мощности автомобильной промышленности невостребованными, и это дает возможность использовать современное оборудование для производства новых отечественных электромобилей. Так, на основе мощностей завода Renault в Москве предполагается выпуск автомобилей «Москвич», в модельном ряде которого представлен один электромобиль. Сегодня рассматривается возможность использования для его производства платформы электромобиля от компании «КАМА» [4].

В июле 2022 г. в Монголии началось производство электромобилей собственного производства MOZO Hero на основе лицензии от китайской компании – производителя электромобилей [1]. Летом 2022 г. индийский производитель транспортных средств Mahindra & Mahindra Ltd также объявил о создании подразделения по выпуску электромобилей совместно с британским инсти-

тутом финансирования развития [2]. Дружественные отношения с Китаем, собственные наработки и опыт других развивающихся стран в организации производства электромобилей закладывают хорошую основу для начала производства электромобилей в РФ — как с возможностью крупноузловой лицензионной сборки продукции иностранных производителей, так и продукции под собственными марками.

Комплексные прогнозы развития рынка электромобилей и электрозаправочной инфраструктуры для России практически отсутствуют. Международное энергетическое агентство (IEA) ежегодно актуализирует и публикует такие прогнозы в нескольких сценариях с горизонтом до 2030 г. [7]. Хотя эти прогнозы детализированы по многим странам, Россия в их число не входит.

В августе 2021 г. была утверждена Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в РФ на период до 2030 года¹ (далее — Концепция), содержащая три сценария развития рынка электромобилей в России, а также соответствующие им оценки количества необходимых электростанций (ЭС):

- инерционный — 540 тыс. электромобилей к 2030 г.;
- сбалансированный — 1,4 млн электромобилей к 2030 г.;
- сценарий ускоренного развития — 3,23 млн электромобилей к 2030 г.

В прогнозах, представленных в Концепции, отсутствует региональная детализация, а детализация по годам представлена только для «сбалансированного» сценария — отсюда возникает необходимость разработки дополнительных детализированных прогнозов для регионального уровня.

Описание подхода к построению сценарного прогноза распространения электромобилей по регионам РФ

Для оценки регионального распределения электромобилей до 2030 г. требуются их текущее региональное распределение; некоторые детерминанты, определяющие динамику структуры данного распределения; предполагаемые темпы роста количества электромобилей в РФ до 2030 г.

Последние открытые данные по распределению зарегистрированных электромобилей по регионам были опубликованы аналитическим агентством «Автостат» по состоянию на 2018 г. [3].

Оценка изменения структуры регионального распределения электромобилей исходит из детерминантов спроса на них. В качестве таких детерминантов для регионального уровня были выбраны социально-экономические показатели регионов, а именно: численность населения в регионе и реальные доходы населения в процентах к 2020 г. В исследовательской литературе, в частности в [12], были представлены эластичности для схожих показателей. Из них можно получить, что увеличение населения на 1 тыс. человек увеличивает количество электромобилей в регионе на 0,004 ед., в то время как увеличение реальных доходов населения на 1% увеличивает количество электромобилей на 0,74 ед. В качестве прогнозных значений для этих показателей использовались данные Единого плана по достижению национальных целей развития РФ на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года².

Средние темпы роста количества электромобилей в РФ в год — второй элемент прогноза, который является целевым показателем

¹ Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 23 августа 2021 г. № 2290-р.

² Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года. Утвержден распоряжением Правительства РФ от 01.10.2021 г. № 2765-р (с изм. от 24.12.2021).

верхнего уровня: сумма изменений в количестве электромобилей по регионам должна быть равной изменению количества электромобилей на территории РФ, что можно выразить следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{ЭМ}_{t+1}^{\text{нац}} / \text{ЭМ}_t^{\text{нац}} &= \sum_j \text{ЭМ}_{t+1}^{\text{пер } j} / \sum_j \text{ЭМ}_t^{\text{пер } j} = \\ &= \text{ср. темп роста}_{t+1}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\text{ЭМ}_{t+1}^{\text{нац}}$ – количество электромобилей в РФ в периоде $t+1$; $\text{ЭМ}_{t+1}^{\text{пер } j}$ – количество электромобилей в регионе j в периоде $t+1$; $\text{ср. темп роста}_{t+1}$ – средний темп роста количества электромобилей (целевой).

Итоговое изменение количества электромобилей в регионе зависит от его начального числа, изменения социально-экономических показателей региона и общего тренда роста количества электромобилей, а также от параметра для калибровки, обеспечивающего соответствие итогового темпа роста целевому с учетом изменений в региональной структуре, что отражено формулой

$$\begin{aligned} \text{ЭМ}_{t+1}^{\text{пер } j} &= (\text{ЭМ}_t^{\text{пер } j} + \varepsilon_{\text{население}} \cdot \Delta \text{население}_{t+1}^j + \\ &+ \varepsilon_{\text{доходы}} \cdot \Delta \text{доходы}_{t+1}^j) \cdot \text{ср. темп роста}_{t+1} \cdot \delta_{t+1}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $\varepsilon_{\text{население}}$ – эластичность количества электромобилей по численности населения; $\Delta \text{население}_{t+1}^j$ – изменение численности населения в регионе j в периоде $t+1$; $\varepsilon_{\text{доходы}}$ – эластичность количества электромобилей по доходам населения; $\Delta \text{доходы}_{t+1}^j$ – изменение реальных располагаемых доходов населения региона j в периоде $t+1$; δ_{t+1} – параметр для калибровки.

Такой подход можно использовать с различными оценками средних темпов роста количества электромобилей, что позволяет создавать разные сценарии распространения электромобилей в регионально-временном разрезе, в том числе соответствующие показателям из прогноза, представленного в Концепции. Результаты прогнозов количества электромобилей в различных сценариях будут представлены далее.

Описание подходов к разработке сценариев развития электрозаправочной инфраструктуры по регионам РФ

В статье рассмотрены два типа моделей для получения оценок количества электрозаправочных станций – нормативные модели и модель на основе энергобаланса. Оба метода базируются на полученных оценках количества электромобилей.

Нормативные модели являются одним из наиболее простых способов планирования инфраструктуры. Они предполагают наличие прямой зависимости, устанавливаемой между количеством электромобилей и количеством зарядных станций. С помощью норматива (квоты) по количеству зарядных станций на один электромобиль определяется либо общее количество зарядных станций в рассматриваемом регионе или стране, либо количество зарядных станций в городской местности. Другим нормативом может служить количество зарядных станций на 1 кв. км площади города. Для планирования зарядной инфраструктуры на междугородных дорогах вводится норматив по частоте установки ЭЗС (максимальное расстояние, количество километров между соседними зарядными станциями).

Нормативное планирование зачастую используется при проведении государственной политики, поскольку данный метод наиболее прост в интерпретации. Сами же нормативы, как правило, устанавливаются на основе результатов моделирования с помощью более сложных моделей либо экспертным путем – таким образом, нормативная модель может считаться не только самодостаточным способом получения оценок, но и методом, результирующим и интерпретирующим выводы ряда исследований.

Помимо вышеописанных параметров для нормативной модели также требуются экзогенное значение мощности быстрых и медленных зарядных станций и доля быстрых зарядок в их общем количестве для полного описания плана развития.

Одним из примеров применения данного метода можно считать нормативы ЕС по развитию электрозаправочной инфраструктуры, принятые в начале 2010-х годов. В них можно выделить ряд основных параметров:

- 1 зарядная станция на 10 электромобилей, или 0,1 зарядных станций на 1 электромобиль;
- 1 зарядная станция на 60 км дорог трансъевропейской транспортной сети;
- мощность обычных ЭЭС – менее 22 кВт;
- мощность быстрых ЭЭС – более 22 кВт;
- доля быстрых ЭЭС – не указана, фактически наблюдаемые значения на 2020 г. – 15%.

Аналогичный подход был выбран в Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в РФ на период до 2030 года. В этом документе также указан ряд параметров, по структуре совпадающих с подходом ЕС, однако отличающихся значениями:

- 1 зарядная станция на 10 электромобилей, или 0,1 зарядных станций на 1 электромобиль;
- 1 зарядная станция на 100 км междугородных дорог;
- мощность обычных ЭЭС – менее 44 кВт;
- мощность быстрых ЭЭС – более 150 кВт;
- доля быстрых ЭЭС – 40%.

Анализируя параметры двух систем планирования электрозаправочной инфраструктуры, можно прийти к выводу, что отечественный подход опирается на европейский опыт, однако адаптирует его под современный уровень технологий ЭЭС, а также российскую специфику. Так, Концепция предполагает более мощные ЭЭС со значительно большей долей быстрых ЗС, но «уравновешивает» повышенную мощность меньшей плотностью установки ЗС на трассе, что объясняется различиями в размерах территории стран и протяженностью дорог, которые необходимо покрыть сетью ЭЭС.

Между тем в рамках ЕС происходит обсуждение новой системы нормативов развития

электрозаправочной инфраструктуры. Поводом для этого послужила гетерогенность зарядных станций между странами ЕС: ряд стран имеет меньшее количество ЗС, но среди них – высокая доля быстрых ЗС, а ряд стран, напротив, имеет большее общее количество ЗС, но меньшую долю быстрых зарядных станций. Для учета такой гетерогенности было предложено принять норматив по ЗС исходя из их мощности – 1 кВт на 1 электромобиль и 0,66 кВт на каждый PHEV.

В итоге для двух видов нормативных моделей (по количеству и на основе мощности ЗС) будут рассмотрены два набора параметров, принятых в ЕС и РФ, – всего четыре варианта оценок.

Пример применения модели энергобаланса представлен в [12]. Ряд факторов позволяет использовать эту модель в качестве основы для расчетов, применимых для регионов РФ: большинство используемых в модели данных используется и в России; рассматривается относительно большая территория для планирования развития инфраструктуры на десятилетний период; модель исходит из данных, доступных на ранних стадиях адаптации технологии электромобилей (2010-е годы для Германии), что во многом соответствует аналогичной неопределенности в развитии рынка электромобилей в РФ.

Общий принцип модели состоит в том, чтобы на основе прогноза распространения электромобилей в муниципалитетах (районах) региона рассчитать соответствующее количество и распределение точек зарядки для конкретного года, а количество пунктов зарядки и электромобилей соотносятся друг с другом с использованием квот. Расчеты основаны на общем количестве электромобилей, находящихся в собственности в районе, с дифференциацией только между частным и коммерческим использованием, но не по конкретным типам пользователей.

Некоторые квоты по зарядным станциям оцениваются экзогенно. Сначала оценивается количество зарядных станций в жилых домах.

В Германии у большей части автовладельцев имеется собственный гараж: примерно у 71% — в небольших муниципалитетах с населением менее 500 тыс. человек и у 43% — в крупных муниципалитетах с населением более 500 тыс. человек. Предполагается, что почти все, кто купит электромобиль в ближайшие годы, также будут иметь личный гараж, в котором установят свою зарядную станцию, — соответственно, принимаются квоты в размере 0,9–1,0 пункта зарядки в домах на один частный автомобиль.

Наличие точек зарядки на рабочих местах также оценивается напрямую. Предполагается, что некоторые крупные компании установят пункты зарядки для своих сотрудников. В некоторых государствах, например во Франции, возможность зарядки в офисных зданиях уже является обязательной. Предполагается, что квоты будут находиться в диапазоне от 0,1 до 0,6 зарядки в рабочих зонах на один частный электромобиль.

Количество общественных пунктов подзарядки трудно оценить напрямую, и поэтому термин «общественные точки зарядки» означает все общедоступные точки зарядки, включая полуообщественные точки, расположенные в супермаркетах, кинотеатрах и других подобных местах. В модели приведена формула, позволяющая определять такие квоты на основе технических и поведенческих параметров через энергетический баланс. Предполагается, что объем энергии, потребляемой электромобилями, соответствует количеству энергии, перезаряжаемой на зарядных станциях. Тогда количество энергии, которое перезаряжается в общественных точках зарядки в регионе, можно представить следующим образом:

$$V \cdot e \cdot d \cdot R_i = C_i \cdot p_i \cdot 24[h] \cdot U_i; \quad i = 1, 2, \quad (3)$$

где $i = 1, 2$ — различные типы общественных зарядок (нормальные и быстрые); V — количество электромобилей в регионе; e — среднее потребление энергии электромобилем на 1 км пути; d — средний дневной пробег электромо-

биля; R_i — доля энергии, восполняемой на зарядных станциях типа i ; C_i — количество зарядных станций типа i в регионе; p_i — мощность зарядных станций типа i ; U_i — уровень загруженности зарядных станций типа i .

Технические переменные e , d и p_i устанавливаются экзогенно. Большая неопределенность существует для количества энергии, перезаряжаемой на общественных ЭЭС (R_i), и требуемого уровня использования общественных ЭЭС (U_i). Искомая оценка количества ЭЭС определяется через уравнение параметром C_i .

Для применения данной модели для РФ необходимо определить ряд экзогенных переменных, используемых в формуле (3), описывающей уравнение энергобаланса, а также ряд других параметров, напрямую не входящих в данную формулу.

Количество электромобилей в регионе (V) определяется на основе полученных сценариев распространения электромобилей. Среднее потребление энергии электромобилем на 1 км пути (e) принимается за 0,3 кВт-ч/км, что больше, чем в [12], ввиду климатической специфики и технических характеристик сложившейся структуры автопарка электромобилей. Среднедневной пробег рассчитан исходя из среднегодового пробега по РФ в 17 500 км.

Квота на домашние зарядные станции в рассматриваемой модели предполагается равной 0,5 (50% владельцев электромобилей имеют возможность заряжать их дома), что ниже, чем аналогичная квота для Германии (0,9), поскольку в РФ доля автовладельцев, имеющих собственное парковочное место с возможностью установки зарядки электромобиля (паркинг или гараж на придомовом участке), также меньше. И хотя на начальных этапах распространения электромобилей покупатели будут иметь возможность заряжать их преимущественно дома, по мере развития сети общественных ЭЭС электромобили начнут пользоваться спросом у потребителей, не имеющих такой возможности. В рамках модели предполагается, что владельцы, заряжающие электромобили дома, будут делать это 8 ч в

сутки (ночью) при мощности зарядки 2 кВт. Ввиду стоимости оборудования и его установки также предполагается, что лишь незначительная доля владельцев электромобилей будет устанавливать дома стационарные зарядные станции повышенной мощности, поэтому они в модели не учитываются.

Относительно зарядных станций на работе предполагается, что у 1% владельцев электромобилей будет возможность заряжать электромобиль от сети предприятия; при этом 90% таких ЭМ будет также заряжаться с мощностью 2 кВт в течение 8 ч в рабочие дни (в среднем 5,7 ч в неделю), а у 10% владельцев будет доступ к стационарной медленной зарядной станции мощностью 7 кВт также в течение 8 ч в рабочие дни (в среднем 5,7 ч в неделю).

Квота общественных ЭЭС — эндогенная величина, определяемая долей энергии, восполняемой на них. В рамках модели мощность таких ЭЭС соответствует либо мощности, установленной согласно концепции 44 кВт для обычных ЭЭС и 150 кВт для быстрых, либо мощностям, наблюдаемым сегодня, — 12–20 кВт для обычных ЭЭС и 50 для быстрых. Предполагается, что в среднем при использовании общественной ЭЭС продолжительность зарядки на ней составит около 2 ч.

Результаты расчетов по данной модели, помимо определения количества общественных, домашних и рабочих ЭЭС, позволяют также оценить, какой потенциальный дефицит/профицит энергии для электромобилей может быть при различных конфигурациях сети. Далее мы приводим эти расчеты.

Сценарии распространения электромобилей по регионам РФ

Ниже представлен ряд сценариев распространения электромобилей в РФ в региональном разрезе на период до 2030 г. Сценарии варьируются по средним темпам роста количества электромобилей в стране. Были рассчитаны следующие сценарии с соответствующими средними темпами распространения электромобилей:

1) средний темп роста, соответствующий достижению прогноза инерционного сценария Концепции, — 147,82%;

2) средний темп роста, соответствующий достижению прогноза сбалансированного сценария Концепции, — 162,6%;

3) средний темп роста, соответствующий достижению прогноза ускоренного сценария Концепции, — 176,78%;

4) средний темп роста количества электромобилей в РФ за 2016–2021 гг. — 179,99%;

5) средний темп роста количества электромобилей в мире по прогнозу IEA на 2021–2030 гг. — 134% (2021–2025 гг.), 122% (2026–2030 гг.);

6) средний темп роста количества электромобилей в мире за 2010–2020 гг. — 187,53%;

7) средний темп роста количества электромобилей по сопоставимым странам — 161,75%.

Первые три сценария отражают верхнеуровневые параметры, описанные в рамках сценариев прогнозов, представленных в Концепции. Эти сценарии служат для получения альтернативных оценок необходимого количества ЭЭС, а также для получения в рамках данных прогнозов региональных оценок. Сценарий 4 экстраполирует исторические данные по темпам распространения электромобилей в РФ за 2016–2021 гг., тогда как сценарий 6 экстраполирует исторические данные по темпам распространения электромобилей в мире за 2010–2020 гг. на основе отчетов IEA [6]. Следует отметить, что средние темпы роста количества электромобилей, согласно ускоренному сценарию Концепции (сценарий 3), близки к средним темпам роста количества электромобилей в РФ за 2016–2021 гг. Сценарий 5 основан на прогнозе IEA по распространению электромобилей в мире до 2030 г. — так, данный прогноз предполагает, что средний темп роста количества электромобилей составит 134% в период 2021–2025 гг. и 122% в период 2026–2030 гг.

Сценарий 7 рассчитан следующим образом. Сначала были определены сопоставимые страны — страны, ранее достигшие отметки в

10 тыс. электромобилей, со среднегодовыми темпами роста количества электромобилей, схожими с российскими (177%). Затем были рассчитаны среднегодовые темпы роста количества электромобилей после достижения 10 тыс. шт. и усреднены до значения в 161,75%. Среди сопоставимых стран были определены:

- Швейцария (2016 г. – 11 тыс. ЭМ, темпы роста до 2016 г. – 186%, после 2016 г. – 148%);
- Швеция (2017 г. – 12 тыс. ЭМ, темпы роста до 2017 г. – 198%, после 2017 г. – 166%);
- Испания (2017 г. – 10 тыс. ЭМ, темпы роста до 2017 г. – 169%, после 2017 г. – 163%);
- Португалия (2018 г. – 9 тыс. ЭМ, темпы роста до 2018 г. – 140%, после 2018 г. – 163%);
- Южная Корея (2016 г. – 10 тыс. ЭМ, темпы роста до 2016 г. – 188%, после 2016 г. – 189%);
- Австралия (2019 г. – 11,5 тыс. ЭМ, темпы роста до 2019 г. – 178%, после 2019 г. – 146%).

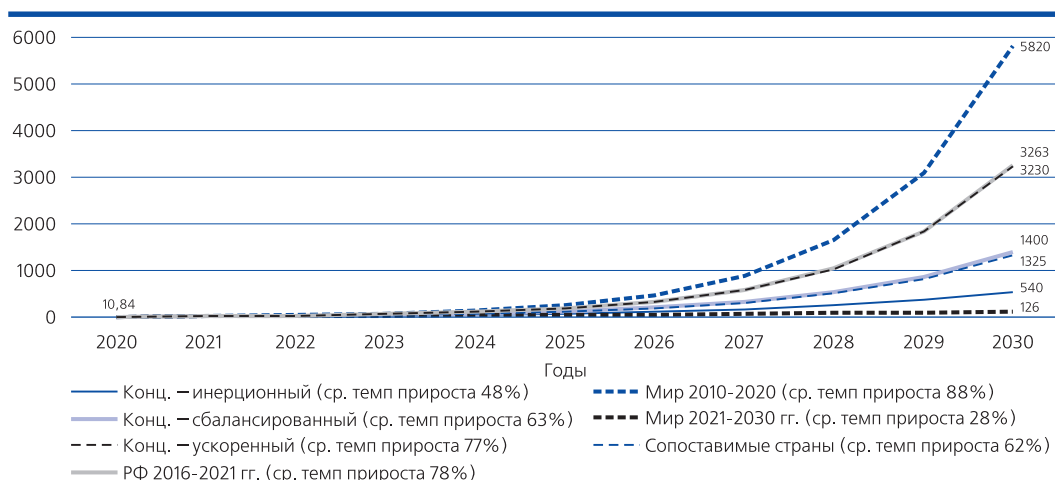
Траектории распространения ЭМ по сопоставимым странам в 4 из 6 случаев показывают замедление темпов роста их количества после прохождения порога в 10 тыс. Польша и Финляндия в 2020 г. также достигли отметки в

10 тыс. ЭМ и имеют среднегодовые темпы роста, сопоставимые с Россией, – 187 и 179% соответственно, однако малое количество данных после 2020 г. не позволяет их учитывать в расчетах.

Сценарии распространения электромобилей в РФ существенно различаются на горизонте до 2030 г. ввиду различий в средних темпах роста. Такая вариация характерна не только для прогнозов по РФ, а для всех стран, поскольку рост количества электромобилей – это распространение новой технологии, находящейся на ранних этапах развития. Темпы ее распространения зависят от макроэкономических факторов, определяющих общее состояние автомобильного рынка, цен на материалы и комплектующие, прорывных технологий у автопроизводителей, повышающих привлекательность электромобилей по сравнению с автомобилями с ДВС для потребителя, а также от политик, стимулирующих распространение электромобилей или ограничивающих распространение ДВС.

Полученные результаты (см. рис. 1) охватывают широкий спектр возможных сценариев развития российского рынка электромобилей, при которых их количество в 2030 г. мо-

Рис. 1. Сценарии распространения электромобилей в РФ к 2030 г., тыс. шт.



Источник: составлено авторами.

жет варьироваться от 126 тыс. до 5,8 млн шт. Сценарий, соответствующий сбалансированному сценарию Концепции, будет использоваться в качестве базового при сравнении различных подходов (и моделей) к планированию развития сети ЭЭС.

Полученное региональное распределение электромобилей согласно базовому сценарию показано на рис. 2. На нем видна существенная концентрация электромобилей в Дальневосточном федеральном округе – так, при сбалансированном сценарии Концепции с 1,4 млн электромобилей к 2030 г. на него приходится 0,55 млн шт., из которых 0,3 млн шт. относятся к Приморскому краю. Такая концентрация объясняется экстраполяцией текущего тренда на ввоз бывших в употреблении электромобилей из стран Азиатско-Тихоокеанского региона. На Москву приходится 0,19 млн шт. и 0,05 млн шт. – на Московскую область. Среди других значимых в исследуемом отношении регионов можно выделить Краснодарский край – 0,1 млн шт. При смене доминирующего тренда на преимущественную покупку новых электромобилей большая их доля будет сконцентрирована в регионах с наиболее высокими доходами населения Центрального и Северо-Западных федеральных округов, таких как Москва, Московская область и Санкт-Петербург, а также в южных регионах с наиболее мягким климатом, оптимальным для использования электромобилей.

Сценарии развития электрозаправочной инфраструктуры в регионах РФ

Сценарии развития электрозаправочной инфраструктуры в регионах РФ различаются как по показателям количества электромобилей, лежащим в их основе, так и по методам расчета необходимого количества ЗС. Вначале рассмотрим методы расчета необходимого количества ЗС при фиксированном количестве ЭМ.

Ранее было представлено два подхода к расчету необходимого количества зарядных

станций: на основе нормативной модели и на основе модели энергобаланса. Для каждой из моделей предусмотрены различные наборы параметров, формирующие возможные сценарии развития.

В рамках первого подхода к расчету сценариев пространственного развития электрозаправочной инфраструктуры в российских регионах, основанного на нормативной модели, рассматриваются сценарии, характеризующиеся четырьмя наборами параметров согласно:

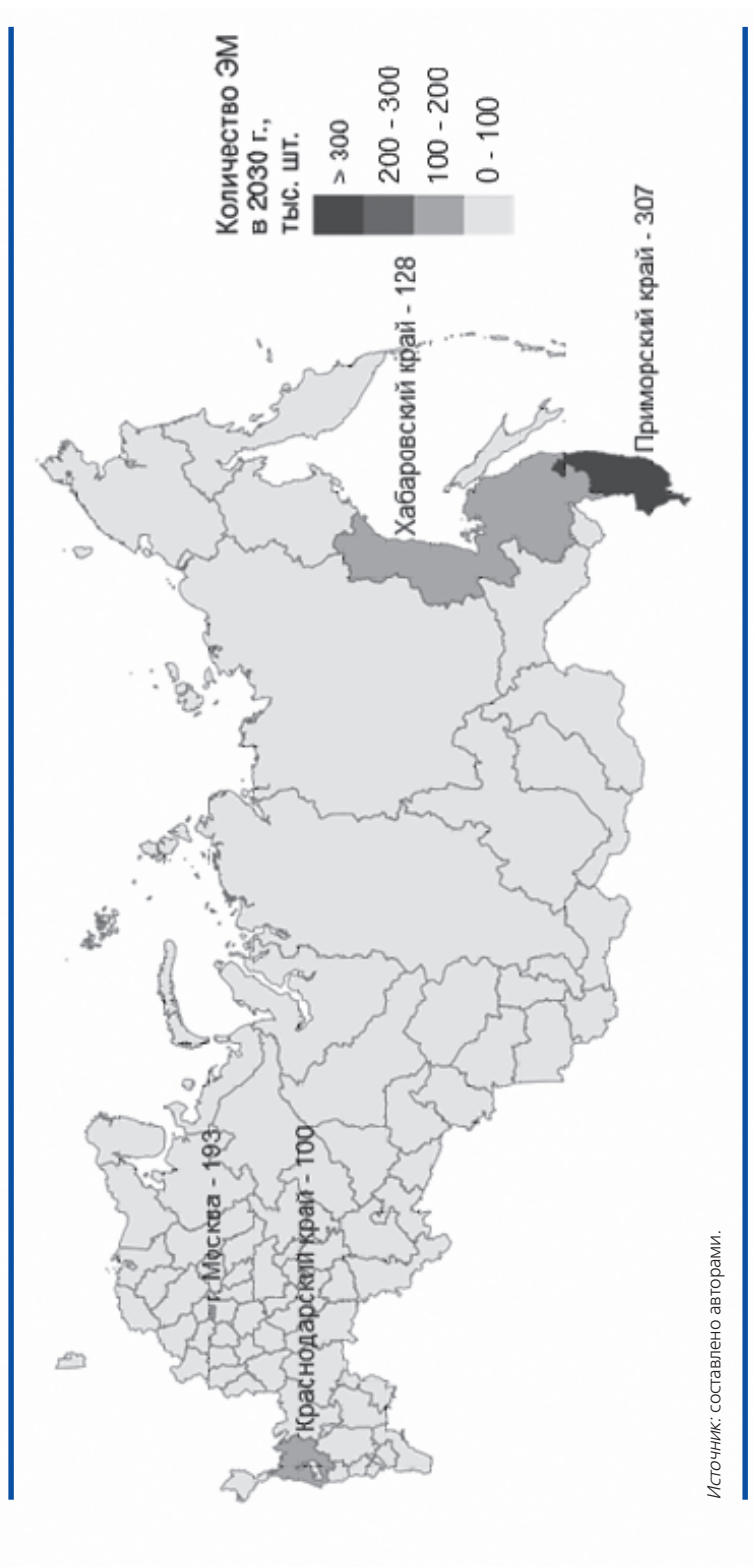
- нормативам ЕС по мощности и количеству ЭЭС;
- нормативам Концепции по мощности и количеству ЭЭС;
- обсуждаемым нормативам ЕС по мощности и количеству ЭЭС, базирующимся на расчетах требуемой суммарной мощности электрозаправочных станций;
- обсуждаемым нормативам ЕС по мощности и количеству ЭЭС, базирующимся на расчетах требуемой суммарной мощности электрозаправочных станций, однако параметры самих ЭЭС (мощность, доля быстрых ЗС) используются из принятых в Концепции.

В рамках второго подхода, основанного на модели энергобаланса, рассматриваются два сценария – с параметрами, характерными для Концепции, и с параметрами, принятыми в ЕС.

Таким образом, для каждого заданного количества электромобилей будет рассмотрено 6 возможных сценариев развития сети ЭЭС.

На рис. 3 представлены результаты расчетов количества ЭЭС к 2030 г. на основе перечисленных сценариев для 1,4 млн электромобилей. Здесь видно, что оценки необходимого количества электрозаправочных станций разнятся от 38 до 149 тыс. шт., при этом наибольшая вариация наблюдается, когда параметр мощности устанавливаемых зарядных станций учитывается для определения их количества. Сценарии на основе нормативной модели дают близкие результаты – 140–141 тыс. ЭЭС, вариация которых обусловлена различия-

Рис. 2. Региональное распределение в РФ при 1,4 млн электромобилей к 2030 г., тыс. шт.



ми в концентрации ЭЭС на федеральных трассах. Полученные оценки согласуются с оценками в сбалансированном сценарии Концепции.

При параметрах мощности, заданных в Концепции, требуется меньшее количество зарядных станций, и, следовательно, сценарные значения, описанные в Концепции, либо являются избыточными – в случае если паттерны зарядки ЭМ будут схожи с европейскими, либо обозначают верхнюю границу необходимого уровня обеспеченности ЗС.

Нормативный подход на основе оценки мощности ЭЭС, учитывающий PHEV³, дает несколько иные результаты. При параметрах мощности ЭЭС и доле быстрых ЗС по нормам ЕС требуемое количество ЭЭС составляет 125 тыс. шт. В то время как при использовании подхода на основе мощности с российскими нормативами получается существенно более низкая оценка – 39 тыс. ЭЭС, что на 72% меньше по сравнению с оценками, приведенными в сбалансированном сценарии Концепции.

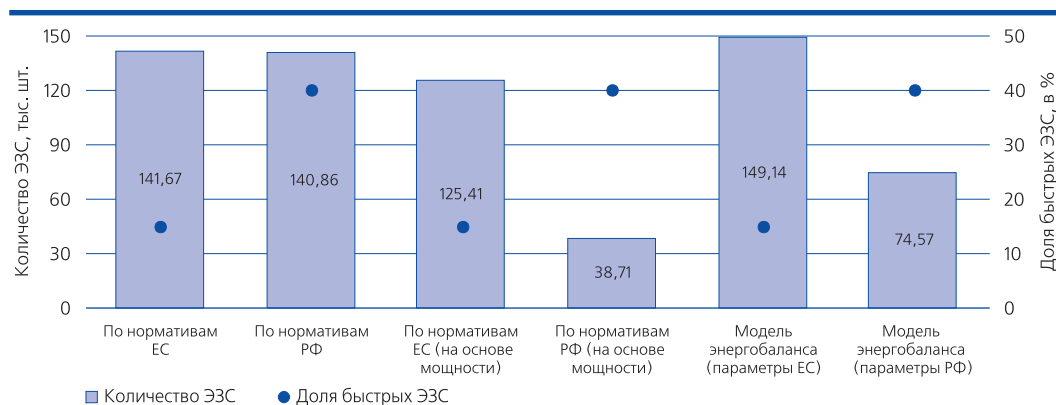
В модели на основе энергобаланса при параметрах электрозаправочной инфраструктуры, принятых в ЕС, необходимое количество ЭЭС составляет 149 тыс. шт., тогда как как с

ЭЭС большей мощности (параметры Концепции) достаточно 75 тыс. зарядных станций. Увеличение количества ЭЭС до 140,5 тыс. шт. при тех же параметрах создает 77,7% профицита энергобаланса (доля электроэнергии, предоставляемой частной и общественной электрозаправочной инфраструктурой, но не использованной в рамках заданных предположений).

Некоторый профицит энергобаланса необходим ввиду высокой неопределенности условий использования электромобилей и их зарядки в РФ, проблем на начальных этапах развития электрозаправочной инфраструктуры, а также климатических и пространственных особенностей страны. В него также закладываются неопределенности, связанные с: вариацией энергоэффективности ЗС и электромобилей в различных климатических условиях; возможностью возникновения очередей на ЗС, поломок ЗС или их неработоспособности по другим причинам; неоптимальным расположением точек с зарядными станциями.

Отметим, что энергоизбыточность в рассмотренных вариантах электрозаправочной инфраструктуры может быть и переоценена, поскольку не все электромобили способны

Рис. 3. Количество ЭЭС при различных подходах к расчету для 1,4 млн электромобилей к 2030 г.



Источник: составлено авторами.

³ Plug-in hybrid – подключаемый к сети гибридный электромобиль.

принимать заряд на мощности, предусмотренной быстрыми ЭС в Концепции, что делает фактический профицит энергии меньше. Это обстоятельство потеряет свою актуальность с обновлением модельного ряда электромобилей и российского автопарка, а так как зарядные станции имеют долгий срок службы, то и подготовка инфраструктуры под потенциально улучшаемые характеристики электромобилей может быть оправданна.

На рис. 4 показано распределение 140 тыс. ЭЭС по регионам РФ. На нем видно, что распределение ЭЭС коррелирует с распределением электромобилей – здесь также можно выделить три основных кластера: Дальневосточный и Центральный федеральные округа, Краснодарский край.

На рис. 5 показано поле всех представленных ранее сценарных оценок развития рынка электромобилей и электрозаправочной инфраструктуры в РФ. Как видно, полученные оценки сильно варьируются, отражая высокую неопределенность данного рынка в России. Однако в качестве базового прогноза можно выделить медианные оценки: к 2030 г. – 1,2–1,4 млн электромобилей и 75–140 тыс. общественных ЭЭС, необходимых для обеспечения потребности в зарядке.

Существующие планы развития электротранспорта и электрозаправочной инфраструктуры в РФ

Как отмечалось выше, основным стратегическим документом по исследуемой теме является Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в РФ на период до 2030 года. Часть содержащегося в ней плана мероприятий актуализируется в других программных документах, дополняющих Концепцию в плане задач, связанных с развитием электротранспорта и соответствующей инфраструктуры.

В госпрограмме «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утверждена постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328) уже была обозначена цель по доле электромобилей в 5% среди производимых автотранспортных средств в РФ – в Концепции обозначена аналогичная цель в 10% к 2030 г.

В постановлении Правительства РФ от 28 октября 2020 г. № 1753 «О минимально необходимых для обслуживания участников дорожного движения требованиях к обеспеченности автомобильных дорог общего пользования...» закреплены нормативы по обеспечению дорог общего пользования зарядными станциями для транспортных средств с электродвигателями в размере 1 пункт (станция) ЭЭС на 50–300 км в зависимости от категории дороги.

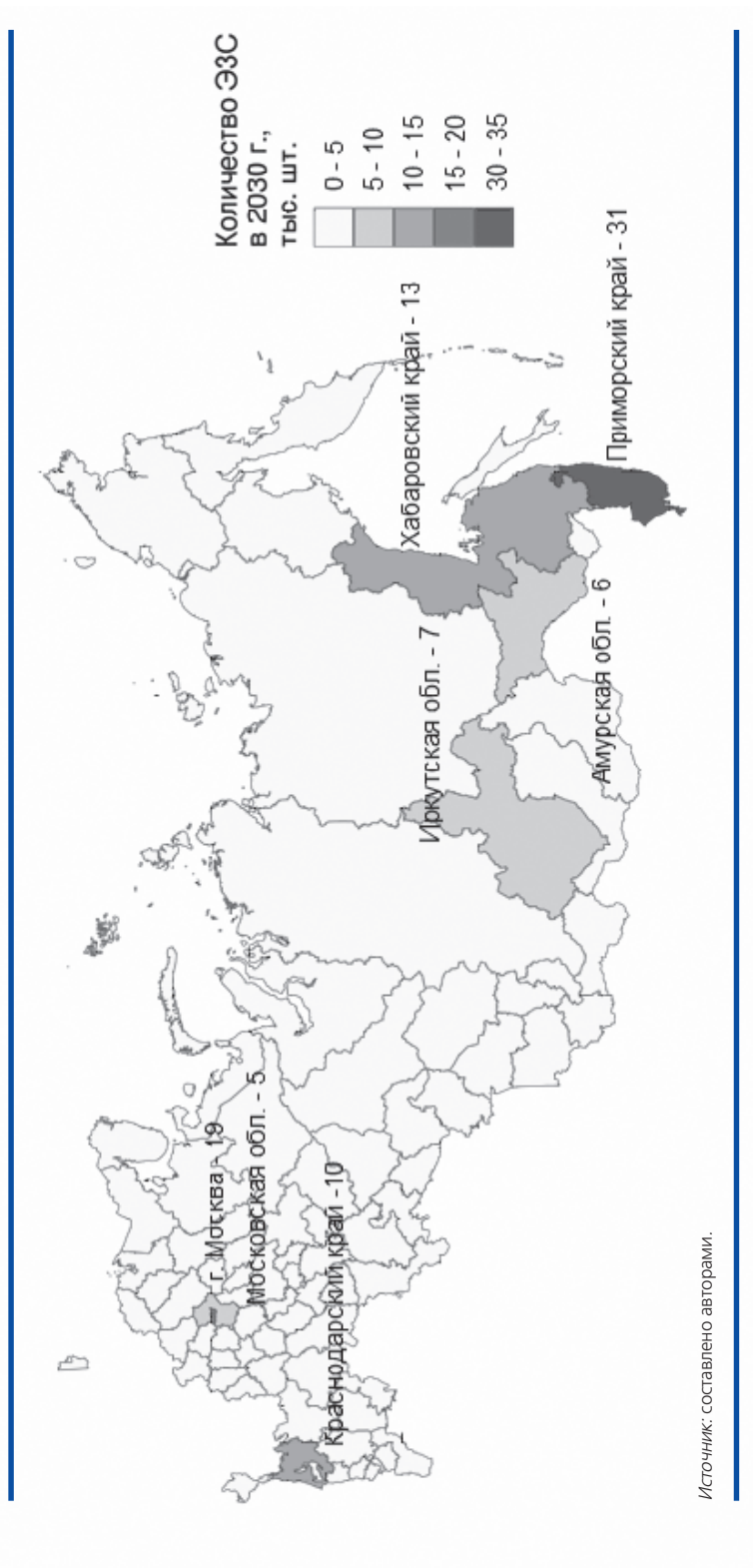
Развитие электротранспорта входит в Перечень инициатив социально-экономического развития РФ до 2030 года⁴ в разделе V «Технологический рывок» (инициатива № 37 «Электромобиль и водородный автомобиль»). В рамках данной инициативы предполагается, что производство и развитие электротранспорта и соответствующей инфраструктуры в РФ станет «проектом-маяком», формирующим новые рынки на основе прорывных технологий, создающим «вытягивающий эффект» для технологий, способствующих развитию смежных отраслей и обеспечивающих дополнительные рабочие места. Так, в 2022 г. предполагаются ввод 528 быстрых ЭЭС, реализация 2,5 тыс. электромобилей через программу стимулирования спроса (программы льготного автокредитования и автолизинга), а также были планы по развитию крупноузловой сборки тяговых аккумуляторных батарей в Калининградской области⁵.

Развитие рынка электромобилей и электрозаправочной инфраструктуры также широко

⁴ Утвержден распоряжением Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2826-р.

⁵ Совещание о ходе реализации и результатах инициатив социально-экономического развития России до 2030 года / Правительство РФ, 25 января 2022 г.

Рис. 4. Региональное распределение в РФ 140 тыс. ЭЭС к 2030 г.



представлено в составе национальных и федеральных проектов, которые направлены на достижение национальных целей развития России до 2030 года:

- Достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство:
 - Развитие энергетической инфраструктуры предполагает развитие энергетической инфраструктуры электротранспорта, согласно Федеральному проекту «Электроавтомобиль и водородный автомобиль», а также Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года.
 - Поддержка ключевых отраслей экономики, где отрасль «Транспорт» является одной из ключевых отраслей в данной задаче, а ее поддержка и развитие включает локализацию производства электротранспорта.

Это будет дополнительно позитивно влиять на объемы инвестиций. Кроме

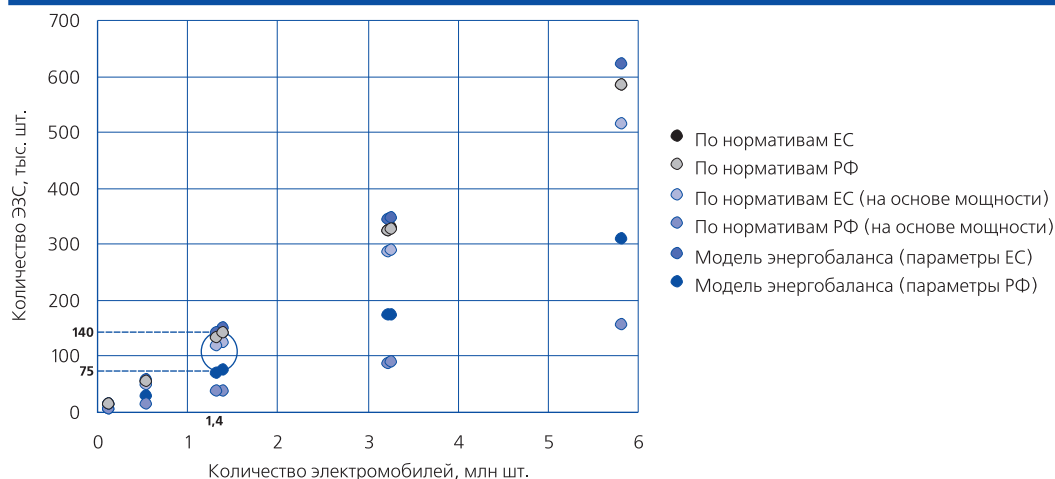
того, развитие российского производства электромобилей и электрозаправочных станций позволит заместить как часть иностранных автопроизводителей, ушедших из России в 2022 г., так и связанной продукции, потребляемой данными отраслями, которая ранее импортировалась.

- Комфортная и безопасная среда для жизни: для снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха⁶ предусмотрены меры по переходу на транспортные средства, использующие альтернативные виды топлива и энергии.

Анализ приоритетных регионов развития инфраструктуры

Согласно мероприятиям дорожной карты Концепции 24 декабря 2021 г. Правительством РФ был утвержден перечень территорий и дорог федерального значения, определенных в качестве пилотных для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 г. В него входят 19 регионов и

Рис. 5. Поле оценочных сценариев развития рынка электромобилей и электрозаправочной инфраструктуры в РФ к 2030 г.



Источник: составлено авторами.

⁶ Единый план по достижению национальных целей развития РФ на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года / Минэкономразвития России, 14 октября 2021 г.

ФДОП М-4 «Дон». Эти регионы будут считаться приоритетными для запуска в эксплуатацию до 2024 г. 9,4 тыс. ЭЭС, предусмотренных целевыми показателями Концепции.

В табл. 1 приведены 19 утвержденных регионов из перечня, разделенных на основе ранее представленных прогнозов на три категории по уровню потенциала развития электротранспортной инфраструктуры, а также 9 регионов, не вошедших в перечень, но имеющих высокий или средний потенциал. Потенциал развития был определен на основе полученных оценок количества необходимых ЭЭС к 2024 и 2030 гг. следующим образом:

- высокий потенциал – необходимо более 100 ЭЭС к 2024 г. / более 1,5 тыс. к 2030 г.;
- средний потенциал – необходимо от 50 до 100 ЭЭС к 2024 г. / от 500 до 1500 к 2030 г.;
- регионы опережающего развития инфра-

структуры – необходимо менее 50 ЭЭС к 2024 г. / менее 500 к 2030 г. Для данных регионов необходима дополнительная поддержка и стимулирование использования электротранспорта для полной утилизации строящихся ЭЭС в рамках пилотного проекта.

В табл. 1 также представлены 6 регионов с высоким и 14 регионов со средним потенциалом развития электротранспортной инфраструктуры, не включенных в утвержденный перечень, однако приведенные ранее расчеты свидетельствуют о необходимости активного развития в них ЭЗИ для поддержания уже сложившихся трендов по развитию легкового электротранспорта. При последующем расширении перечня пилотных регионов развития ЭЗИ данные регионы должны быть рассмотрены в первоочередном порядке.

Таблица 1

Перечень выделенных в Концепции и возможных дополнительных пилотных регионов развития электрозаправочной инфраструктуры

	Регионы с высоким потенциалом развития инфраструктуры	Регионы со средним потенциалом развития инфраструктуры	Регионы с опережающим развитием инфраструктуры
Включены в перечень (утверждены)	Московская область (333); г. Москва (1056); Ленинградская область (68); г. Санкт-Петербург (236); Краснодарский край (578); Ростовская область (90); Ставропольский край (155); Респ. Татарстан (100); Приморский край (1686); Сахалинская область (89)	Воронежская область (56); Калининградская область (24)	Владимирская область (26); Липецкая область (25); Тульская область (36); Чувашская Респ. (20); Нижегородская область (32); Респ. Крым (15); г. Севастополь (8)
Не включены в перечень (не утверждены)	Самарская область (182); Красноярский край (110); Иркутская область (454); Новосибирская область (155); Хабаровский край (723); Амурская область (356)	Белгородская область (57); Рязанская область (41); Респ. Башкортостан (66); Пермский край (64); Оренбургская область (84); Свердловская область (66); Тюменская область (87); Челябинская область (80); Алтайский край (68); Кемеровская область (64); Омская область (65); Томская область (65); Респ. Бурятия (67); Забайкальский край (139)	

Примечание. В скобках приведены данные на 2024 г.

Источник: составлено авторами на основе перечня территорий и дорог федерального значения, определенных в качестве пилотных для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 г.

Вторая составляющая перечня – федеральные трассы; на данный момент в него включены только трасса М-4 «Дон», связывающая Московский кластер распространения электромобилей с Краснодарским. В табл. 2, на основе анализа распространения электромобилей и расчетов необходимого количества ЭЭС, приведены другие федеральные дороги, приоритетные для включения в пилотные проекты по развитию ЭЗИ, с указанием регионов их прохождения и кратким обоснованием их включения в перечень. Предложенные трассировки позволяют объединить кластеры регионов с высоким и средним потенциалом развития электроразрядной инфраструктуры, с учетом возможности объединения кластеров в

единую сеть зарядных станций, обеспечивающих межрегиональное передвижение на электротранспорте.

Отметим такой факт: из опросов владельцев электромобилей в европейских странах следует, что потребность в развитии трассовой, междугородной и межрегиональной электроразрядной инфраструктуры возникает только после достижения достаточного уровня развития городской инфраструктуры, поскольку основной вариант использования электромобиля – короткие или средние, преимущественно внутригородские поездки [11]. В связи с этим приоритет в развитии ЭЗИ на первых порах должен принадлежать городским и внутрирегиональным территориям.

Таблица 2

Трассировки федеральных дорог для приоритетного развития электрозаправочной инфраструктуры, выделенных на основе проведенного анализа

Код трассы	Регионы прохождения	Протяженность участка, км	Обоснование для включения в перечень
М-11 «Нева»	Москва – Московская область – Тверская область – Новгородская область – Ленинградская область – Санкт-Петербург	669	Маршрут связывает Московский кластер с Санкт-Петербургом – также крупным кластером распространения электромобилей. Вместе с М-4 создает транспортный коридор для ЭМ «Север-Юг»
Е-50 Р-217 «Кавказ»	Ставропольский край Краснодарский край (Павловская – Пятигорск)	372	Маршрут связывает Ставропольский край с Краснодарским, обеспечивает доступ к М-4
М-5 «Урал»	Москва – Московская область – Мордовия – Пензенская область – Ульяновская область – Самарская область – Оренбургская область – Татарстан – Башкортостан – Челябинская область	1879	Маршрут связывает Москву и Рязанскую область. Также проходит через ряд уральских регионов со средним потенциалом: Самарскую и Оренбургскую области, Респ. Башкортостан, Челябинскую и Свердловскую области. С частичным добавлением дороги Р242 можно также включить в сеть Пермский край, образовав маршрут Казань – Пермь – Екатеринбург и объединив все регионы Уральского кластера
Р402-Р254-Р255	Тюменская область – Омская область – Новосибирская область – Томская область	1528	Маршрут соединяет 4 региона со средним/высоким потенциалом. Включение одной из дорог Р351/Р354/Р254 на территории Свердловской или Курганской областей позволит соединить данный кластер с Уральским
А370/А375-А376-Р297-Р258-Р255	Приморский край – Хабаровский край – Амурская область – Забайкальский край – Бурятия – Иркутская область – Красноярский край – Кемеровская область	5396	Маршрут связывает регионы, на которые, согласно сценариям, к 2024 г. будет приходиться до 46,3% электромобилей в РФ. В связи с большой протяженностью маршрута развитие сети в данном кластере следует начать с Востока на Запад

Источник: составлено авторами.

Заключение

Развитие производства электромобилей и электротранспортной инфраструктуры относится к прорывным направлениям, формирующим новые рынки на основе современных технологий. Продвижение данной сферы создает «вытягивающий эффект» для технологий, помогает совершенствовать смежные отрасли, формирует условия для дальнейшего технологического развития страны. Мероприятия принятой в 2021 г. Концепции развития электротранспорта, а также включение рынка электротранспорта в инициативы социально-эко-

номического развития России позволят ускорить прогресс в данной области.

Проведенный в статье региональный сценарный анализ возможностей и перспектив распространения электромобилей и электротранспортной инфраструктуры согласуется с прогнозами Концепции, экстраполируя их на региональный уровень. Из результатов расчетов следует, что к 2030 г. количество электромобилей в стране вырастет до 1,2–1,4 млн, а необходимая для поддержания соответствующей инфраструктуры электротранспортная сеть должна включить до 75–140 тыс. общественных ЭЭС. ■

Литература

1. Анастасия Мельник. Монголия начала производство собственных электромобилей раньше России // motor. 2022. URL: <https://motor.ru/news/mongolianev-07-07-2022.htm>
2. Индийская Mahindra & Mahindra будет выпускать электромобили // Интерфакс, 2022. URL: <https://www.interfax.ru/business/851185>
3. Парк электромобилей в РФ на начало 2018 года / Автостат. 2018. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/33456/>
4. Электромобили «Москвич» на базе «Камы» появятся в 2024 году / Автостат. 2022. URL: <https://www.autostat.ru/news/52091/>
5. Chen D., Wang Y., Kockelman, and Kara M. Where are the electric vehicles? A spatial model for vehicle-choice count data // Journal of Transport Geography. 2015. Vol. 43. Pp. 181–188.
6. Global EV Outlook 2020 / IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>
7. Global EV Outlook 2022 / IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>
8. Head K., Ries J., Swenson D. Agglomeration benefits and location choice: Evidence from Japanese manufacturing investments in the United States // Journal of International Economics. 1995. Vol. 38. No. 3–4. Pp. 223–247.
9. Smith D.F., Florida R. Agglomeration and Industrial Location: An Econometric Analysis of Japanese-Affiliated Manufacturing Establishments in Automotive-Related Industries // Journal of Urban Economics. 1994. Vol. 36. No. 1, July. Pp. 23–41.
10. Varga A., Schalk H. Knowledge Spillovers, Agglomeration and Macroeconomic Growth: An Empirical Approach // Regional Studies. 2004. Vol. 38. No. 8. Pp. 977–989.
11. Wirges J. Planning the charging infrastructure for electric vehicles in cities and regions. KIT Scientific Publishing. 2016.
12. Wirges J., Linder S., and Kessler A. Modelling the development of a regional charging infrastructure for electric vehicles in time and space // European Journal of Transport and Infrastructure Research. 2012. No. 12. Pp. 391–416.

References

1. Anastasia Melnik. Mongolia begins production of its own electric cars before Russia // motor. 2022. URL: <https://motor.ru/news/mongolianev-07-07-2022.htm>
2. Indian Mahindra & Mahindra will produce electric cars // Interfax. 2022. URL: <https://www.interfax.ru/business/851185>
3. Electric car fleet in Russia at the beginning of 2018 / Avtostat. 2018. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/33456/>
4. Moskvich electric cars based on «Kama» will appear in 2024 / Avtostat. 2022. URL: <https://www.autostat.ru/news/52091/>
5. Chen D., Wang Y., Kockelman, and Kara M. Where are the electric vehicles? A spatial model for vehicle-choice count data // Journal of Transport Geography. 2015. Vol. 43. Pp. 181–188.

-
6. Global EV Outlook 2020 2020 / IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>
 7. Global EV Outlook 2022 2022 / IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>
 8. Head K., Ries J., Swenson D. Agglomeration benefits and location choice: Evidence from Japanese manufacturing investments in the United States // *Journal of International Economics*. 1995. Vol. 38. No. 3–4. Pp. 223–247.
 9. Smith D.F., Florida R. Agglomeration and Industrial Location: An Econometric Analysis of Japanese-Affiliated Manufacturing Establishments in Automotive-Related Industries // *Journal of Urban Economics*. 1994. Vol. 36. No. 1, July. Pp. 23–41.
 10. Varga A., Schalk H. Knowledge Spillovers, Agglomeration and Macroeconomic Growth: An Empirical Approach // *Regional Studies*. 2004. Vol. 38. No. 8. Pp. 977–989.
 11. Wirges J. Planning the charging infrastructure for electric vehicles in cities and regions. KIT Scientific Publishing. 2016.
 12. Wirges J., Linder S., and Kessler A. Modelling the development of a regional charging infrastructure for electric vehicles in time and space // *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2012. No. 12. Pp. 391–416.

Development of Charging Infrastructure in the Russian Regions: A Scenario Analysis

Dmitry Yu. Evdokimov – Junior Researcher of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Moscow, Russia). E-mail: evdokimov-dy@ranepa.ru

Yury Yu. Ponomarev – Head of the Laboratory for Infrastructure and Spatial Research of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; Senior Researcher of the Gaidar Institute for Economic Policy, Candidate of Economic Sciences (Moscow, Russia). E-mail: ponomarev@ranepa.ru

The development of electric cars and electric charging infrastructure is one of the breakthrough directions that form new markets based on modern technologies. The development of this sphere, organization of domestic production creates a «pulling effect» for technology, helps to develop related industries, creates conditions for further technological development of Russia.

The article considers the approaches to the planning of electric charging infrastructure at the regional level, on the basis of which a quantitative scenario analysis of the possible future dynamics of the number of electric cars and the necessary electric charging infrastructure for them in the context of Russian regions until 2030 is carried out.

The article was written on the basis of the RANEPА state assignment research programme.

Key words: infrastructure, electric charging stations, road network, planning, electric vehicles, electric charging stations, national development goals.

JEL-codes: L11, C54.