

# ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ



**Валерий Гончаров,**  
директор Центра системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, кандидат экономических наук



**Наталья Янкевич,**  
заведующий отделом Центра системного анализа и стратегических исследований НАН Беларуси, кандидат физико-технических наук



Продолжение. Начало в №3

## Технологические аспекты электромобильности ч.2

### Развитие зарядной инфраструктуры

Эксперты агентства DigiTimes Research полагают, что продажи электромобилей с 2021 по 2025 г. будут расти в среднем на 45% в год. Поэтому ожидается, что к 2026 г. доля продаваемых в мире электрических автомобилей приблизится к 30% общего объема продаж. Этот прогноз подтверждается экспертами Международного энергетического агентства, которые констатируют, что в 2021 г. в мире было продано 6,75 млн электромобилей, а это на 120% больше, чем в 2020 г. Основываясь на указанной тенденции, агентство прогнозировало, что уже по итогам 2023 г. объемы их продаж вырастут на 49% (до 14 млн

штук), причем более 60% (или 9 млн) будут реализованы в Китае. Следует отметить, что данный прогноз был сделан в 2020 г. и не учитывал особенностей текущего момента, последствий для производств пандемии COVID-19 и др. Вместе с тем в 2022 г. более 60% мирового рынка электромобилей уже принадлежало КНР, в то время как Европе – 24% и 9% – США (всего за 2022 г. было продано 9,78 млн электромобилей).

В связи с этим возникает вопрос: хватит ли вырабатываемого электричества для эксплуатации автопарка? Установлено, что для зарядки всех

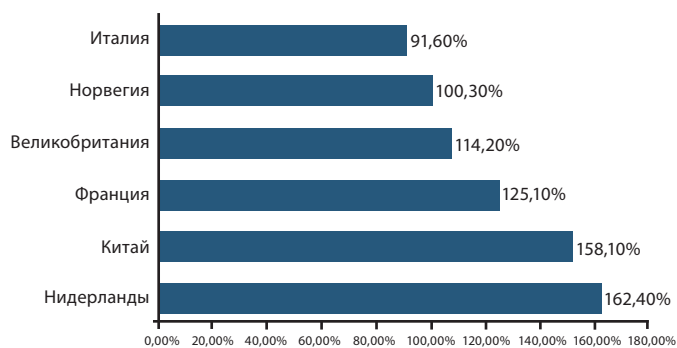


Рис. 1. Темпы роста инфраструктуры зарядных станций в 2017–2020 гг. Источник: IEA, Bloomberg [11]

электрокаров в зависимости от используемого зарядного устройства потребуется от 24 до 170 ГВт мощности сети. Однако, по оценке CIA World Factbook, установленная мощность мировой генерации электроэнергии составляет более 6300 ГВт. Учитывая тот факт, что одновременно заряжаться будет лишь малая доля парка электромобилей, говорить о нехватке генерирующих мощностей сегодня не представляется обоснованным.

Для полного перевода транспорта на электричество понадобится увеличить выработку электроэнергии на 60% за 30 лет, то есть на 2% в год. В рамках мировой энергетики эта задача может быть решена путем включения в сети дополнительного количества солнечных станций и ветряков. Если эти условия будут соблюдены, то преимущества электромобильности реализуются в полной мере. Считается, что к 2027 г. мировой рынок зарядных станций достигнет 93 млрд долл. (в 2019 г. он оценивался в 23 млрд). Таким образом, в период 2021–2027 гг. выручка этого сектора будет расти примерно на 20% ежегодно. При этом количество зарядных станций в мире будет увеличиваться в среднем на 17,5% в год и к 2027 г. достигнет около 2,8 млн (в 2019 г. – 819 тыс.) [1, 2].

Как констатировал официальный представитель Государственного управления по делам энергетики КНР Лян Чансинь, количество объектов зарядной инфраструктуры в Китае в 2022 г. выросло почти в 2 раза (до 5,2 млн единиц) благодаря усилиям государства по развитию индустрии транспортных средств на новых источниках энергии. Согласно данным правительства страны, за 2022 г. были введены в эксплуатацию 650 тыс. общественных точек зарядки электромобилей, в результате чего их суммарное число составило 1,8 млн; кроме того, было установлено в общей сложности 1,9 млн част-

ных зарядных станций, а общее количество таких устройств достигло 3,4 млн единиц [3].

К тому же в Китае производится свыше 50% всех материалов и компонентов, необходимых для электрического транспорта, тяговых батарей и зарядных станций. По версии DigiTimes Research, компании CATL и BYD попали в десятку крупнейших поставщиков в Азии. CATL при этом является мировым лидером по выпуску тяговых батарей, а BYD занимает первое место на китайском рынке по выпуску электромобилей. Под контролем КНР находится 80% рынка услуг по переработке материалов для производства аккумуляторов. Стоимость батареи может достигать 30–35% от цены электромобиля, поэтому большая концентрация узкопрофильных предприятий в КНР делает китайские автомобили весьма конкурентоспособными на мировом рынке [2, 3].

Но для массового внедрения электротранспорта необходимо еще больше: к 2040 г. рост электромобильного парка потребует не менее 12 млн зарядных устройств общего пользования (около 400 млрд долл. инвестиций, причем в статистике не учтены комплексы личного пользования) [4].

По прогнозу BNEF, даже страны – нынешние лидеры по продвижению электрокаров, такие как Китай, США, а также часть Европы (рис. 1), в начале 2030-х гг. могут столкнуться с недостатком инфраструктуры для зарядных станций, из-за чего рост продаж электромобилей может значительно замедлиться [5].

Расширение парка таких машин должно сопровождаться глобальными инфраструктурными изменениями, поскольку сегодня одной из главных причин отказа от их покупки является слишком низкий во многих странах уровень развития сети зарядных станций. Кроме того, водителей настораживает продолжительность самого процесса зарядки (например, от обычной электрической розетки в домашних условиях – 7–10 часов). В связи с этим производство так называемых быстрых зарядных станций, позволяющих за несколько минут пополнить аккумуляторы автомобиля количеством энергии, достаточным для преодоления длительных расстояний, является одной из самых перспективных отраслей в экономике. Аналитики McKinsey&Co считают, что до 2030 г. в разработку и производство таких станций будет вложено около 50 млрд долл. Так, концерн Volkswagen заявил, что планирует разместить вдоль основных дорог Европы сеть зарядных станций такого типа, позволяющих быстро заряжать несколько машин одновременно. Предпола-

гаются, что они будут располагаться как минимум через каждые 120 км, а всего на реализацию программы концерн планировал к 2023 г. потратить 30 млрд евро.

В этом направлении работают также Ford, Tesla и многочисленные стартапы (в первую очередь – в Китае и США). Вместе с тем в научных центрах и университетах всего мира идет работа над созданием и принципиально новых зарядных станций. Однако если самые медленные из них за 1 час заряжают аккумуляторы примерно на 30 км, то быстрые способны всего за полчаса обеспечить водителю электромобиля возможность преодолеть 120 км пути. В то же время, например, компания Ionity (в число акционеров входят Volkswagen и Ford) начала производство зарядных станций, которые за 10 мин обеспечивают пробег 340 км (рис. 2).

На сегодняшний момент самая большая сеть электрических зарядных станций (ЭЗС) для электромобилей у Tesla: в США, Европе и Азии у нее есть более 12 тыс. точек Supercharger. При этом компания заявила о создании новой версии своих станций, которые получили название Supercharger V3 (пиковая отдача – 250 кВт), благодаря чему можно заряжать машины практически вдвое быстрее, причем несколько одновременно.

В Европейском союзе принят закон, согласно которому в каждом новом доме Европы, построенном после 2019 г., обязательно должна быть размещена зарядка для электромобилей. Следует отметить, что более 90% немецких автомашин заряжаются в домашнем или офисном гараже, где, как правило, используется обычная электросеть с отдельным счетчиком. Согласно отчету Norwegian Electric Vehicle Association, практически все (96%) владельцы электромобилей в Норвегии имеют персональные зарядные станции, а в Японии и Дании их количество уже превысило число автозаправок.

Оригинальный подход при решении проблемы с подзарядкой аккумуляторов предложила компания Highways England. В Великобритании, где насчитывается около 50 тыс. электромобилей, планируется построить экспериментальную трассу, которая будет подзаряжать электромобили с поддержкой беспроводной зарядки прямо на ходу от оборудования, установленного под поверхностью дорожного полотна. В ближайшие 5 лет правительство планирует инвестировать 500 млн фунтов стерлингов в освоение этой технологии [6].

Таким образом, большинство развитых стран вовлечено в процесс расширения электромобиль-

ности. Республика Беларусь, обладая значительным научным, производственным и энергетическим потенциалом, также активно включилась в этот процесс. Именно поэтому внимательное изучение, знание и анализ накопленного мирового опыта очень важны, поскольку могут содействовать повышению уровня конкурентоспособности отечественной науки и технологий, сохранению и развитию кадрового потенциала, обеспечению полноправного участия белорусского научного сообщества в глобальных интеграционных процессах в области научных исследований и наукоемкого производства.

## Электромобильность в Республике Беларусь

Во многих отношениях сегодня электромобильность является двигателем научно-технического прогресса, поэтому можно констатировать, что будущее неразрывно связано с электричеством. Применение электротехнологий позволяет автоматизировать технологические процессы, внедрять системы управления, снижать потери. Во всем мире просматривается четкая зависимость: чем больше страна потребляет электрической энергии, тем выше у нее ВВП на душу населения (это относится, прежде всего, к Норвегии, Финляндии, Швеции, Швейцарии).

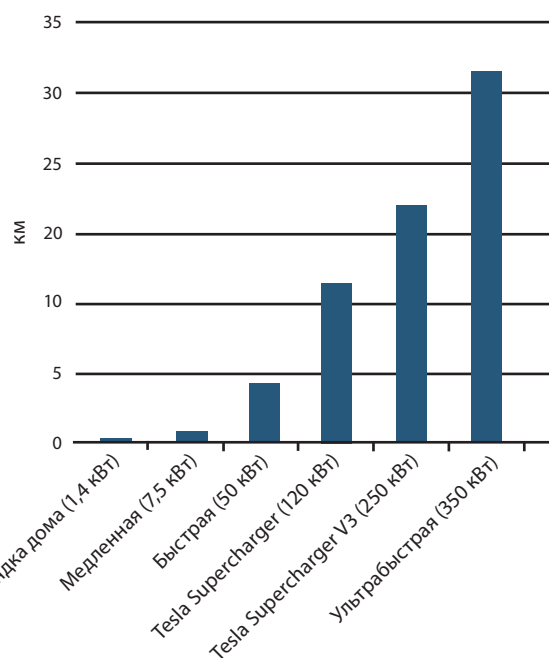


Рис. 2. Расстояние (км), которое можно проехать после 1 мин подзарядки (данные Forbes)

Легковых автомобилей в собственности у белорусов становится все больше (в 2022 г. на 1 тыс. чел. приходилось 323 авто), но первый электромобиль был зарегистрирован еще в 2013 г. Если в конце 2015 г. насчитывалось лишь 27 электромобилей, то в декабре 2020 г. – 1,6 тыс., в 2022 г. – 3420, а в 2023 – около 6500 единиц.

При этом электромобили в Беларуси захватывают рынок намного активнее, чем в Российской Федерации. Так, согласно данным агентства «АВТОСТАТ», на 01.01.2023 г. на территории Российской Федерации было зарегистрировано 20,7 тыс. электромобилей, что составляет всего лишь 0,0004% от общего количества легковых машин в стране (рис. 3) [7, 8]. Для Республики Беларусь аналогичный показатель составляет 0,01%.

Общественный транспорт также соответствует этому тренду: в декабре 2020 г. в Республике Беларусь находились в эксплуатации 7147 единиц городского транспорта (из них 1492 – электрические). При этом большая часть общественного наземного электротранспорта (более 1300 единиц) приходилась на обычные контактные троллейбусы, их вариантов с возможностью автономного хода насчитывалось около 100, электробусов – 82. В 2021 г. число электробусов составило 107 единиц, в том числе в Минске – 93, в других городах страны – 14. Таким образом, уже к 2020 г. более 20% от всего наземного городского транспорта Беларуси было электрифицировано. Правительством поставлена задача достижения к 2025 г. средневропейского уровня (30% соотношения электротранспорта к общему транспортному парку страны, осуществляющему пассажирские перевозки).

Согласно Комплексной программе развития электрического транспорта на 2021–2025 гг. [9], суммарная потребность для коммунальных нужд за этот период составит 2549 единиц: 1190 электробусов, 1263 троллейбуса с автономным ходом и 96 в обычном исполнении.

Для сравнения: в октябре 2020 г. основной перевозчик в сфере общественного транспорта Берлина (компания BVG) сообщил, что в немецкой столице эксплуатируются около 100 электробусов, причем этого результата удалось достичь всего за полтора года. В пересчете на душу населения на 1 электробус в Берлине приходится 36 450 горожан. В Минске, по аналогичным подсчетам, по состоянию на конец 2021 г. на 1 электробус приходилось около 21 тыс. жителей. Однако при этом следует отметить, что в Европе

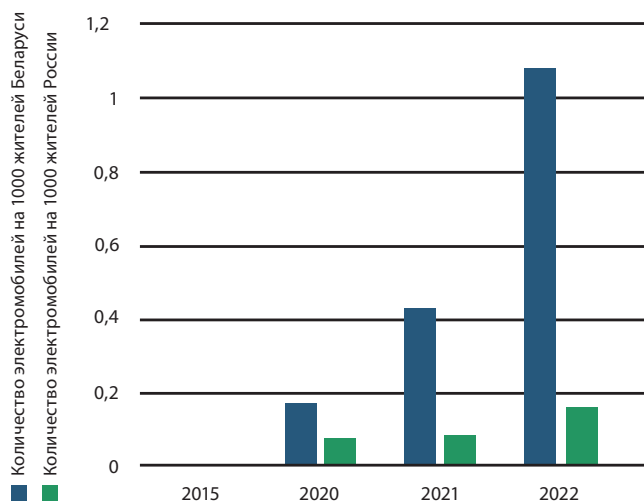


Рис. 3. Рост количества электромобилей на 1 тыс. жителей в Республике Беларусь и Российской Федерации

приоритет отдается развитию именно рельсового общественного электротранспорта: он, по сравнению с колесным, безопаснее и обладает более высокой пассажироместимостью. По данным Росстата, в Российской Федерации доля электробусов составляет 0,6% от общего числа городских автобусов. В Беларуси этот показатель в 3 раза выше – 1,85%. Доля же всего электрического транспорта (трамвай, троллейбусы, электробусы, вагоны метрополитена) в наземном и подземном пассажирском транспорте России в 2020 г. находилась на уровне 13,65%. В нашей стране этот показатель превышает 20%. Таким образом, доля электрического транспорта в Республике Беларусь является довольно высокой.

Отечественные производители внимательно изучают растущий спрос на электромобили. Правительством определены ориентиры развития электромобильности в стране. Комплексной программой развития электрического транспорта на 2021–2025 гг. заложены два сценария:

- оптимистичный, который подразумевает отставание от глобальных темпов роста доли электротранспорта в среднем на 4–5 лет. Одновременно большая часть продукции будет представлена легковыми автомобилями премиального сегмента, что обосновано отсутствием на рынке бюджетных моделей вследствие все еще высокой стоимости батарейных блоков;
- пессимистичный, который предполагает отставание от глобальных трендов в сред-

нем на 6–7 лет, что может быть обусловлено задержкой в развитии зарядной инфраструктуры, а также ограничениями технического регламента, препятствующими широкому импорту моделей среднего и бюджетного сегмента, и низкую долю продаж – 3–4%.

Существуют планы по выпуску первой тысячи белорусских электромобилей с целью изучения рынка, что позволит продемонстрировать модели и привить культуру покупки таких машин с помощью программ кредитования и лизинга. При этом планируется, что СЗАО «БЕЛДЖИ» будет заниматься их производством непосредственно на территории Беларуси.

Правительством определены барьеры для интенсивного внедрения электромобильности в транспортную отрасль. Признано необходимым системное развитие предприятий данной отрасли, организаций, разработчиков и поставщиков компонентов, а также поставлена задача укрепления взаимодействия между научными, инженерными, производственными организациями, повышения роли инновационного менеджмента и научного и инженерно-технического потенциала.

Стоит отметить, что тяговый электропривод хорошо известен белорусским машиностроителям и уже длительное время применяется на автомобилях БЕЛАЗ, трамваях, троллейбусах, электробусах, выпускаемых компанией ВКМ HOLDING (ранее известной как «Белкоммунмаш»), продукции ОАО «Минский автомобильный завод» и др.

Однако что касается развития легкового автомобилестроения, то основной задачей в этой области является определение партнеров для серийного выпуска легковых электромобилей с поэтапной локализацией его базовых компонентов. Как дополнительный вариант может быть рассмотрена разработка и организация мелкосерийного производства бюджетных электрических машин, эксплуатируемых на закрытых территориях (например, в аэропортах, на складах и т.д.). Это даст возможность проверить те или иные технические решения, что позволит в дальнейшем использовать их при разработке серийных электромобилей и их компонентов. Белорусские автопроизводители активно работают над созданием электромобилей – ОАО «Минский автомобильный завод» развернул ОКР по разработке гибридной силовой установки и, в частности, создал экспериментальный образец грузовика с электроприводом (пробег до 200 км).

Потенциальная потребность белорусского внутреннего рынка в электрических и гибридных силовых установках для перспективных моделей новой техники составляет около 4 тыс. единиц, однако с учетом экспортных возможностей может превысить 10 тыс. Очевидно, что при таких потребностях организация собственного производства электрических и гибридных силовых установок для транспортных средств становится актуальной.

В связи с этим Министерство промышленности Республики Беларусь определило головные организации, ответственные за создание и выпуск электротранспорта по узким направлениям:

- *грузового и пассажирского коммерческого транспорта – ОАО «БЕЛАЗ» и ОАО «МОАЗ» с управляющей компанией холдинга «БЕЛАВТОМАЗ»;*
- *тяговых электродвигателей переменного тока различных типов для использования в электромобилях – Могилевский завод лифтового машиностроения и Могилевский завод электродвигателей;*
- *систем управления базовыми элементами электромобилей – ОАО «Горизонт» и ОАО «Измеритель»;*
- *стационарных станций зарядки – ОАО «Витязь»;*
- *накопителей нового типа – НППЦ НАН Беларуси по материаловедению.*

Развитие электрических средств передвижения требует привлечения малого и среднего бизнеса, поскольку, как и любой вид транспорта, электромобили нуждаются в обслуживании и ремонте. По мере увеличения их количества будет возрастать спрос на данные услуги. Следовательно, уже сейчас необходимо создавать сервисные центры и готовить материально-техническую базу, что может представлять интерес в том числе и для частного капитала.

Набирает популярность и двухколесный электрический транспорт, включая все возможные варианты – мотоциклы, велосипеды, самокаты.

Следуя актуальным тенденциям рынка, Национальная академия наук Беларуси разработала широкую линейку электромобильного транспорта и его компонентов: электромобили (Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси), накопители (Научно-производственный центр НАН Беларуси по материаловедению), персональный легкий электрический транспорт (ОАО «Приборостроительный завод Оптрон») и др.

Растущий спрос на электромобили в республике обусловлен значительными преференциями при их покупке и быстрым развитием сети зарядных станций.

В связи с вступлением в силу постановления Правительства от 30.12.2022 г. №952 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 30.12.2013 г. №1166 «Об установлении для населения цен на газ, тарифов на электрическую и тепловую энергию, утверждении затрат на единицу оказываемых населению коммунальных услуг газо- и энергоснабжающими организациями Министерства энергетики», с 1 января 2023 г. дей-

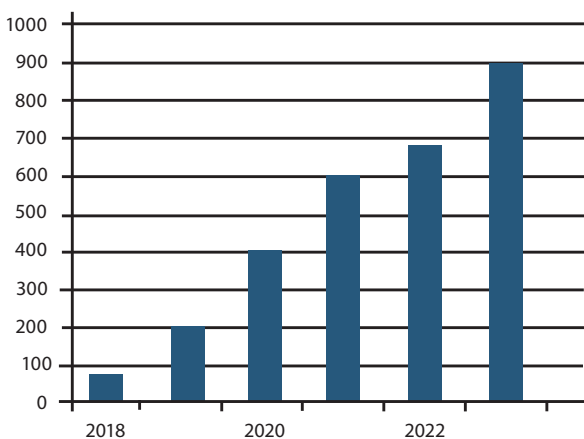


Рис. 4. Количество зарядных станций в Республике Беларусь

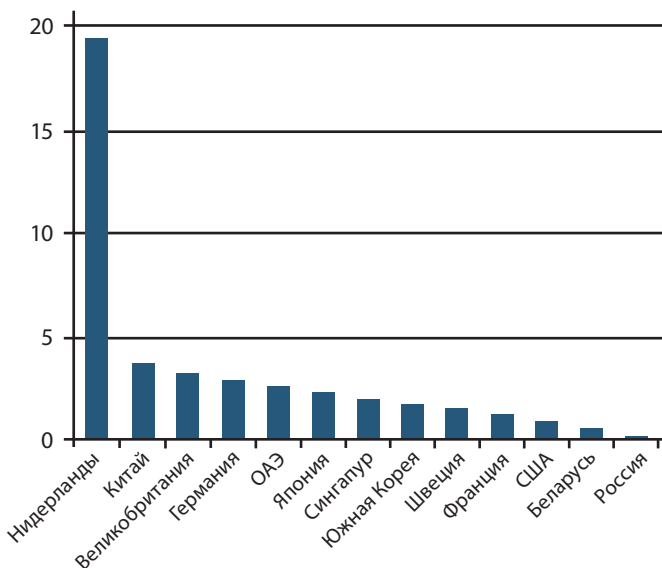


Рис. 5. Количество зарядных станций на 100 км в 2020 г., единиц

ствуют новые тарифы на электрическую и тепловую энергию для населения.

В 2023 г. частные потребители в Беларуси оплачивают потребленную электроэнергию по тарифу около 8 евроцентов за киловатт-час, а предприятия – порядка 13,15 евроцента. Поэтому можно утверждать, что в нашей стране сегодня одна из самых низких цен на электроэнергию для населения. Например, в Германии за 1 кВт платят в среднем около 53, а в Бельгии – 54,7 евроцента.

С 2018 г. Беларусь в основном отказалась от экспорта электроэнергии, однако уже с 2019 г. начала снова ее экспортировать. Этому способствовала реализация в республике двух масштабных отраслевых программ. Одна из них связана с развитием альтернативной энергетики (хотя пока маленькие квоты не позволяют создавать крупные объекты в этой отрасли и привлечь серьезные инвестиции), вторая – с введением в эксплуатацию первой отечественной атомной станции в г. Островце.

Перевод экономики с газового режима на электрический – один из способов полного использования энергии, вырабатываемой Белорусской АЭС. Очевидно, что в круг ее потребителей могут быть включены и электромобили.

Государство продает электроэнергию для зарядных станций (ЭЗС) по тарифу, определенному Министерством антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь. Однако попытка зарядиться по такой цене обречена на неудачу, так как это тариф не для владельцев электромобилей, а для юридических лиц, которые оказывают услуги по их зарядке (иными словами, речь идет о стоимости закупки электроэнергии у государства).

ПО «Белоруснефть» (главный оператор зарядных станций «Malanka») предоставляло услугу по зарядке электромобильного транспорта с 2014 г. на безвозмездной основе, однако с 2019 г. она стала платной. Ее ориентировочная стоимость с 1 октября 2022 г. составляет:

- медленная зарядка – 0,40 руб./кВт·ч.;
- быстрая – 0,49 руб./кВт·ч.

Белорусские электросети активно формировались еще во времена Советского Союза, но определенный запас по мощности есть – пока не используемые в полную силу, они способны подзарядить больше 30 тыс. электромобилей. Сейчас отечественная система электрических коммуникаций работает со значительной нагрузкой днем и минимальной – ночью. Такой режим невыгоден энергосистеме. Развитие электротранспорта и зарядной инфраструк-

туры как раз может сгладить эти пики энергопотребления, причем наиболее выгоден вариант, когда владельцы электромобилей будут заряжать их в ночное время.

Сеть зарядных станций в Беларуси стремительно развивается (рис. 4, 5). В 2021 г. в республике их было установлено 540, 350 из которых – в Минске. В 2022 г. количество таких объектов возросло до 680. В июле 2023 г. в нашей стране насчитывалось около 900 публичных пунктов для зарядки электротранспорта: порядка 430 – типа DC мощностью от 50 до 172 кВт и 470 – типа AC (22–44 кВт).

Комплексной программой развития электрического транспорта на 2021–2025 гг. предусмотрено поэтапное строительство ЭЗС: первый этап (до конца 2021 г. включительно) предполагал введение в эксплуатацию 472 таких станции, второй (2022–2025 гг.) – еще 466 и третий (2026–2030 гг.) – 407 ЭЗС. К 2023 г. в Республике Беларусь были введены в эксплуатацию 900 зарядных станций (более 700 – Malanka) [11]. Показатели развития государственной зарядной сети могут быть скорректированы с учетом темпов роста парка электромобильного транспорта в Республике Беларусь и общемировых тенденций на рынке зарядной инфраструктуры.

Кроме того, с 2022 г. в стране реализуется программа создания супербыстрых электроразрядных комплексов. К 2025 г. количество таких объектов, которые будут включать от 6 станций мощностью 350 кВт каждая, должно приблизиться к 50. Предусматривается строительство не менее 25 мест зарядки на каждые 50 тыс. человек в городах с населением свыше 100 тыс. В Беларуси зарядная инфраструктура, учитывая покупательскую способность жителей, в первую очередь нацелена на массовый сегмент и универсальность, то есть позволяет заряжать любой электромобиль. Выбор мест установки заряд-

ных станций обусловлен в первую очередь ожидаемым спросом со стороны владельцев электрических авто. Так, например, станции медленной зарядки Mode 3 располагаются там, где водитель может оставить свою машину на 4–8 часов без ущерба для комфорта: на стоянках крупных бизнес-центров, гостиниц, мест общественного назначения.

Анализ мирового производства и рынка электромобилей приводит к следующим выводам. Широкое распространение электрического и автономного транспорта выступает сегодня в качестве одного из возможных подходов к снижению уровня загрязнения атмосферы планеты выбросами парниковых газов. Однако нужно иметь в виду, что решение этой задачи требует не только выработки согласованной политики разных стран, но и значительных субсидий для ее реализации. Для широкого внедрения электротранспорта также нужны финансовые преференции. Как правило, такой транспорт развивается в тех государствах, где есть мощная финансовая поддержка: субсидии или освобождение от налогов, бесплатные парковки и проезд по платным дорогам и т.д. Исследования и разработки, совершенствование массового производства приводят к снижению затрат на аккумуляторы, и продолжение этой тенденции должно сократить разрыв в конкурентоспособности между электромобилями и авто с двигателями внутреннего сгорания. Вместе с тем ряд вопросов, которые пока остаются нерешенными, могут существенно затормозить развитие электромобильности, и для их решения необходима разработка консолидированной стратегии. ■

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Количество продаж электромобилей в 2023 году вырастет до 14 млн штук // <https://electricauto.by/eksperty-prognozirujut-rost-prodazh-elektromobilej-do-14-mln-shtuk>.
2. Исследование: мировой рынок зарядок для электромобилей достигнет \$93 млрд к 2027 году // <https://tass.ru/ekonomika/12159859>.
3. В 2022 году количество объектов зарядной инфраструктуры для электромобилей в Китае выросло почти в два раза // <http://russian.people.com.cn/n3/2023/0214/c31516-10207138.html>.
4. Сколько в мире зарядных станций для электромобилей? // <https://el-book.ru/2020/09/05/skolko-v-mire-zaryadnykh-stantsiy-elektromobilej/>.
5. Количество зарядных станций для электромобилей в мире перевалило за миллион // <https://news.drom.ru/79861.html>.
6. Ольховская У. Глобальная электромобилизация // <https://archive.atomicexpert.com/page1930439.html>.
7. Угадаете, сколько электромобилей зарегистрировано в Беларуси? Подсказка: почти в 40 раз больше, чем два года назад // <https://auto.onliner.by/2022/11/23/skolko-elektromobilej-zaregistrirovano-v-belarusi-podskazka>.
8. Лобода В. Число зарегистрированных электромобилей в России превысило 20 тысяч // <https://www.autostat.ru/news/54027/>.
9. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 09.04.2021 г. №213 «О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 гг.» // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100213>.
10. В Беларуси в 2022 г. появятся первые супербыстрые зарядные станции для электромобилей // <https://minsknews.by/v-belarusi-v-2022-g-rojavuyatsya-pervye-superbystrye-zaryadnye-kompleksy-dlya-elektromobilej/>.
11. Что нужно сделать, чтобы в Беларуси было 100 тыс. электричек? Идеи людей из автобизнеса // <https://autogrodno.by/news/30249-plan-y-elektro-baa.html>.