

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РОССИИ



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021



ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ФОНД «ЦЕНТР СТРАТЕГИЧЕСКИХ
РАЗРАБОТОК «СЕВЕРО-ЗАПАД»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РОССИИ

ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ДОКЛАД

Под редакцией **А. И. Боровкова, В. Н. Княгинина**



ПОЛИТЕХ-ПРЕСС
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого

Санкт-Петербург
2021

ББК 65.44
П26

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор СПбПУ И. Л. Туккель
Доктор технических наук, профессор РАЕН В. М. Агапкин

Авторы:

Д. В. Санатов, А. М. Абакумов, А. Ю. Айдемиров, А. И. Боровков, И. Е. Васеев, Т. Р. Гареев, Е. А. Годунова, И. Ф. Гумеров, А. М. Кашин, А. Н. Клепач, О. И. Клявин, М. П. Клявина, В. Н. Княгинин, С. А. Когогин, М. В. Матасов, А. К. Пономарев, С. В. Салкуцан, А. Ю. Таршин, П. П. Финк, М. А. Харитонов

Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России: экспертно-аналитический доклад / Д. В. Санатов [и др.] ; под ред. А. И. Боровкова, В. Н. Княгинина. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 44 с.

Доклад подготовлен коллективом авторов, представляющих консорциум организаций, заинтересованных в развитии рынка электромобилей: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, КАМАЗ, Институт исследований и экспертизы ВЭБ.РФ, Сколковский институт науки и технологий в партнерстве с Фондом поддержки инноваций и молодежных инициатив Санкт-Петербурга.

В докладе дана оценка современному состоянию отрасли электротранспорта в России и за рубежом, в первую очередь, динамике и объему рынка, предложены меры по выходу России на рынок электротранспорта и компонентов и достижению значимой доли российских предприятий. Рассмотрен уровень технологической готовности российских компаний к выпуску электротранспорта и предложены ключевые направления развития технологий. Представлены факторы развития рынка: влияние электротранспорта на декарбонизацию и энергобаланс, потребительский спрос и стоимость владения электромобилем, развитие сопутствующих технологий и рынков, государственная политика. На основе анализа мирового и российского опыта авторами даны рекомендации по формированию политики России в отношении электротранспорта, адресованные органам государственной власти федерального и регионального уровня.

Группа подготовки издания:

Руководитель проекта: **Д. В. Санатов**

Дизайн: **Е. Л. Бовичева по заказу Фонда поддержки инноваций и молодежных инициатив Санкт-Петербурга**

Печатается по решению Совета по издательской деятельности Ученого совета Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

ISBN 978-5-7422-7238-0

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-10

© Боровков А. И., Княгинин В. Н.,
научное редактирование, 2021

© Фонд «Центр стратегических
разработок «Северо-Запад», 2021

© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2021

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

PETER THE GREAT ST. PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY
FUND "CENTER FOR STRATEGIC RESEARCH "NORTH-WEST"

ELECTRIC VEHICLE MARKET AND CHARGING INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN RUSSIA

EXPERTISE AND ANALYSIS REPORT

Edited by **A.I. Borovkov, V.N. Knyagin**



POLYTECH-PRESS

Peter the Great
St. Petersburg Polytechnic
University

Saint Petersburg
2021

Reviewed by:

Prof. D. Sc. SPbPU I.L. Tukkel

Prof. D. Sc. Russian Academy of Natural Sciences V.M. Agapkin

Authors:

D.V. Sanatov, A.M. Abakumov, A.Y. Aydemirov, A.I. Borovkov, I.E. Vaseev, T.R. Gareev, E.A. Godunova, I.F. Gumerov, A.M. Kashin, A.N. Klepach, O.I. Klyavin, M.P. Klyavina, V.N. Knyaginina, S.A. Kogogin, M.V. Matasov, A.K. Ponomarev, S.V. Salkutsan, A.Y. Tarshin, P.P. Fink, M.A. Kharitonov

Electric vehicle market and charging infrastructure development perspectives in Russia: expertise and analysis report / D.V. Sanatov [et al.]; edited by A. I. Borovkov, V. N. Knyaginina. – St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2021. – 44 p.

The report is prepared by the group of authors, representing electric vehicle market stakeholder organizations consortium: Fund “Center for Strategic Research “North-West”, Saint-Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, KAMAZ, Institute of Research and Expertise VEB.RF, Skolkovo Institute of Science and Technology, in partnership with Innovations and Youth Initiatives Support Foundation of Saint-Petersburg.

The report provides evaluation of the current state of electric vehicle industry in Russia and abroad. EV market volume and dynamics are evaluated, market entering and significant market penetration measures for Russian EV and component production enterprises are provided. The review of Russian companies’ technical capabilities for EV production is provided and key directions for technology development are suggested. Market development factors are highlighted: electric transport influence on decarbonization and energy balance, consumer demand and EV ownership costs, cross-cutting technologies and markets, government policy. Based on the analysis of the Global and Russian experience, authors provide recommendations for policymaking concerning electric vehicles on the federal and regional levels.

Release preparation group:

Project director: **D.V. Sanatov**

Design: **E. L. Bovicheva as an order of Innovations and Youth Initiatives Support Foundation of Saint-Petersburg**

Printed by the Publishing Council
of the Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Academic Council.

ISBN 978-5-7422-7238-0

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-10

© Borovkov A. I., Knyaginina V. N.,
scientific editing, 2021

© Fund “Center for Strategic Research
“North-West”, 2021

© Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University, 2021

РЕЦЕНЗИЯ

на экспертно-аналитический доклад «Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России», подготовленный коллективом авторов под редакцией проф. А. И. Боровкова и проф. В. Н. Княгинина

Экспертно-аналитический доклад «Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России», подготовленный коллективом авторов под общей редакцией проф. А. И. Боровкова и проф. В. Н. Княгинина, посвящен теме трансформации глобальной экономики и переходу к новому технологическому и промышленному укладу, важной особенностью которого станет альтернативный топливно-энергетический баланс.

В качестве мирового драйвера изменений в этом процессе коллективом авторов обозначено и обосновано развитие технологий разработки и производства электротранспорта и зарядной инфраструктуры, которое повлечет за собой технологические, экономические и инфраструктурные изменения в смежных направлениях и отраслях экономики.

На основании авторских аналитических исследований и экспертных заключений выдвинут ключевой тезис доклада: «окно возможностей» для достижения лидерских позиций на формирующемся рынке электротранспорта, в том числе в России, составляет два-три года. Решения, которые будут приняты в этот период, по оценке авторов, лягут в основу важнейших параметров будущей архитектуры глобального рынка — от обязательных образовательных и производственных стандартов до новых бизнес-моделей и регулирования рынка.

Содержание доклада качественно структурировано и логически выстроено в форме ответов на ключевые вопросы, необходимые для того, чтобы определить модель регулирования запуска и опережающего развития российского рынка электротранспорта.

На основании собственных маркетинговых и отраслевых исследований, анализа обширного перечня аналитических отчетов и прогнозов ведущих экспертных организаций, а также собственного практического опыта по разработке и производству электротранспорта авторы предлагают ряд мер, которые позволят России воспользоваться «окном возможностей» и успеть закрепиться на мировом рынке электротранспорта до достижения «точки перелома» и стабилизации рынка, а также будут способствовать формированию внутреннего спроса и предложения для электромобилей российской разработки и производства, встраиванию России в глобальный рынок электротранспорта, улучшению экологической обстановки в стране.

Считаю, что рецензируемая работа содержит важные научные и практические результаты, и рекомендую экспертно-аналитический доклад «Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России» к публикации в качестве научного издания.

Д.т.н., профессор СПбПУ,

заслуженный деятель науки РФ,

лауреат премии Правительства РФ в области образования _____



И.Л. Туккель

РЕЦЕНЗИЯ

на экспертно-аналитический доклад «Перспективы развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России», подготовленный коллективом авторов под редакцией проф. А. И. Боровкова и проф. В. Н. Княгинина

Представленная для рецензирования рукопись посвящена актуальной проблеме — развитию отрасли электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России. Рукопись подготовлена коллективом авторов, представляющих консорциум организаций, заинтересованных в развитии рынка электромобилей: Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ПАО «КАМАЗ», Институт исследований и экспертизы ВЭБ.РФ, Сколковский институт науки и технологий.

Первая часть рукописи, представленная разделами 1–4, дает общую характеристику глобальной ситуации в сфере электротранспорта. В разделе 3 также приводятся оценки влияния электромобилей на энергетический баланс в России.

В разделах 4 и 5 авторы детально исследуют перспективы развития рынка зарядной инфраструктуры и оценивают стоимость владения электромобилем в России. Особенную значимость представляет разбивка путей развития рынка зарядной инфраструктуры по различным сценариям.

В разделах 7 и 8 авторами проводится детальный анализ компетенций и возможностей России по развитию производства электромобилей, их компонентов, а также сырьевой базы для такого производства. Здесь же уделено внимание развитию сопутствующих рынков и сквозных технологий.

Важной частью рукописи является раздел 9, в котором авторами сформулированы предложения и рекомендации по государственной политике в области электромобилей и мерам поддержки отрасли их производства.

Рукопись предоставляет читателю комплексное понимание перспектив развития рынка электротранспорта и зарядной инфраструктуры для него в России. Анализ опирается на существенную базу российских и зарубежных источников и литературы — 36 наименований. Рукопись хорошо структурирована, содержательна и лаконична. Стиль изложения и наличие понятных визуальных материалов обеспечивают легкость восприятия текста.

Рецензируемая работа рекомендуется к ознакомлению лицам, принимающим решения в органах государственной власти и организациях, чья деятельность так или иначе связана с отраслью транспорта, транспортной инфраструктурой и высокотехнологичным производством. Работа содержит полезные и применимые практические результаты и рекомендации.

Д.т.н., профессор, действительный член
Российской академии естественных наук,
лауреат премии Совета Министров СССР



В.М. Агапкин

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	09
1. Может ли «волна» электротранспорта пройти мимо России?.....	13
2. Электромобили играют ключевую роль в декарбонизации	14
3. Рост спроса на электромобили не создаст рисков для энергобаланса страны	17
4. Рынок электромобилей в «точке перелома»	18
5. Существует три сценария развития инфраструктуры ЭЭС: сбалансированный, базовый и радикальный.....	21
6. Стоимость владения электромобилем уже приблизилась к стоимости владения автомобилем с двигателем внутреннего сгорания	24
7. Производство электромобилей в России перспективно только при сочетании платформ собственной разработки и собственного производства энергетических модулей (аккумуляторных батарей и топливных элементов)	27
7.1. В России уже сформирован сектор разработки и производства электротранспорта.....	27
7.2. Россия может конкурировать на мировом рынке в производстве батарей.....	29
7.3. Аргументы в пользу развития технологий литий-ионных аккумуляторов.....	30
7.4. Электротранспорт: стимулирование роста сопутствующих рынков и сквозных технологий	31
7.5. Электромобиль — шаг на пути к водородному транспорту.....	32
8. Развитая сырьевая база позволит России обладать собственной конкурентной промышленностью	33
9. Государственная политика.....	35
9.1. Синхронизация существующих программ поддержки электромобилей в России	35
9.2. Стимулирование спроса на электромобили.....	36
9.3. Поддержка развития производства российского электромобиля.....	36
9.4. Поддержка развития компонентной базы и материалов.....	37
9.5. Развитие инфраструктуры	37
9.6. «Российский национальный электромобиль». Создание консорциума по развитию электротранспорта.....	38
10. Резюме: ожидаемые эффекты реализации предложенной политики.....	41
Библиография.....	42

Целенаправленная политика развитых стран по трансформации глобальной экономики и формированию нового мироустройства, важной особенностью которого станет альтернативный топливно-энергетический баланс, требует реакции всех государств, включая Россию. Несмотря на богатые запасы углеводородного сырья, Россия не может игнорировать тот факт, что основной потребитель энергии — транспорт — начал активно набирать обороты в движении по сокращению потребления ископаемого топлива. И важнейшим триггером изменений в этом процессе стало увеличение производства электромобилей, растущего на больших ожиданиях неудовлетворенного спроса.

Конкуренция в сфере электротранспорта рождает новые технологии, предприятия, бизнес-модели — и в конечном счете формирует новые рынки. В ближайшие два-три года открывается «окно возможностей» для «опережающего старта» и достижения лидерских позиций на формирующемся рынке электромобилей. Фактически сейчас завершается стадия становления глобального рынка, по всему миру быстро растет общий объем инвестиций в производство электротранспорта и создание инфраструктуры для него. Последовательность решений, которые будут приняты в этот период, лягут в основу будущей архитектуры глобального рынка — от образовательных и производственных стандартов, организации городской инфраструктуры до новых бизнес-моделей и условий регулирования рынка. В выигрыше окажутся компании, сумевшие к 2024 г. наладить производство, начать продажи и закрепиться на рынке, так как после прохождения «точки перелома» в 2025–2026 гг. структура мирового рынка стабилизируется и новым игрокам придется догонять лидеров и инвестировать значительные суммы, чтобы получить свою долю рынка.

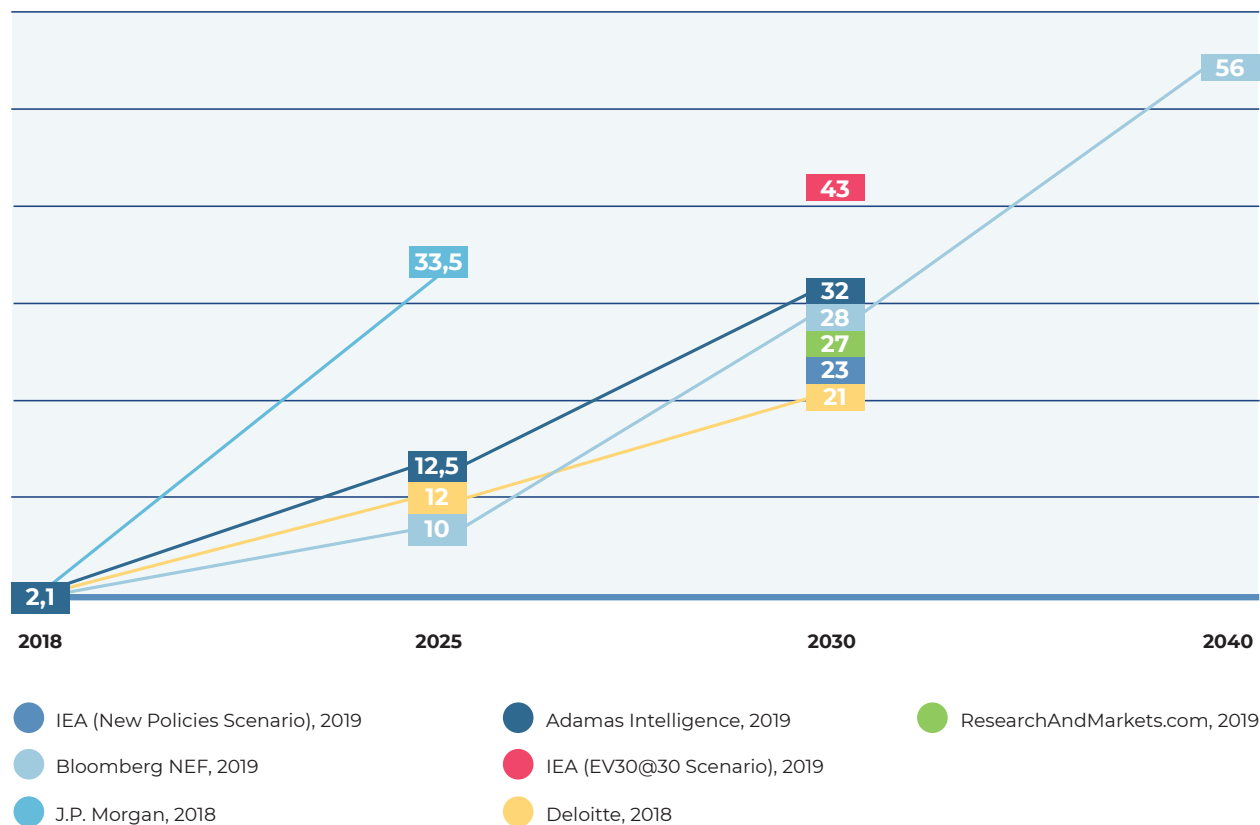


Рис. 1. Мировой рынок электромобилей: консенсус-прогноз продаж в год, млн шт. / Источник: Центр НТИ СПбПУ, по открытым данным экспертных организаций

Трансформация затронет не только отрасль транспорта, но и связанные с ней сегменты смежных отраслей. Принятие стандартов углеродной нейтральности, а также интеграция принципиально новой инфраструктуры и новых видов транспорта в повседневную жизнь потребуют развития сопутствующих технологий, глубокой модернизации существующих и создания новых производств на всех стадиях жизненного цикла: добыча сырья для батарей, разработка и производство электротранспорта и компонентов, зарядные станции и энергетическая инфраструктура, информационная инфраструктура и кибербезопасность, утилизация и др.

Чтобы закрепить свою позицию на зарождающихся рынках электротранспорта и, шире, транспорта на новых источниках энергии, России необходимо определить свою роль на интенсивно формирующемся глобальном рынке, внутреннюю политику по отношению к глобальным автомобильным концернам и национальным производителям в сегменте электротранспорта, выделить зоны защиты и зоны перспективной кооперации и в целом интенсифицировать свои усилия в этом направлении. На данный момент (март 2021 г.) у России есть все возможности, чтобы встроиться в мировой автопром на новом технологическом уровне, став активным участником глобального рынка.

При этом, определяя меры стимулирования перехода на электротранспорт, необходимо учитывать специфику экономики Российской Федерации. Основная линия государственной политики в области рынка электромобилей должна осторожно относиться к популярным в ряде стран запретительным мерам по уменьшению числа автомобилей с ДВС, поскольку они связаны с базовым сектором российской экономики. В большей степени меры государственной поддержки должны быть сфокусированы на развитии индустрии разработки и производства глобально конкурентоспособных отечественных электромобилей на собственной компонентной базе, поддержке спроса и формировании рынка электротранспорта в России.

В первую очередь такая поддержка должна быть адресована крупнейшим агломерациям — Москве и Санкт-Петербургу, агломерациям других крупных городов страны (таким как Нижний Новгород, Казань, Екатеринбург), Краснодарскому краю и Республике Крым. В этих субъектах Федерации государственные вложения в индустрию электромобилей принесут наибольшие эффекты ввиду их географических, экономических и инфраструктурных особенностей. На территории этих городских систем и основных автомагистралей следует развернуть полноценную инфраструктуру зарядных станций, обеспечить стимулирование покупки и владения электротранспортом. Это будет способствовать укреплению международного имиджа России как технологически передового и экономически развитого государства.

Необходимо синхронизировать развитие производства электромобилей, стимулирование их приобретения и использования, а также раскрытие внутреннего рынка для импорта электромобилей (сейчас действуют нулевые импортные пошлины), иначе в момент становления рынка его заполнит импортная продукция. При этом важно обратить внимание на то, что производство отечественных электромобилей не может пониматься как воспроизводство механизма промышленной сборки. Перспектива позиционирования России в качестве страны-автопроизводителя связана с освоением ключевых компетенций в разработке и производстве электротранспорта, в первую очередь с проектированием собственных платформ и созданием энергетических систем (аккумуляторных батарей и в дальнейшем топливных элементов на основе отечественных разработок). Именно такая глубокая «локализация» ключевых технологий электротранспорта обеспечивает высокий мультипликатор автомобилестроения, создание большого числа инновационных предприятий в этом сегменте, создание новых рабочих мест в смежных отраслях.

Конкурентоспособность электромобилей в определяющей степени зависит именно от аккумуляторов: сегодня они формируют до половины себестоимости электрокара и определяют его характеристики по пробегу и удобству эксплуатации. В России необходимо срочно разворачивать прикладные технологические разработки и создавать производства тяговых аккумуляторов для электротранспорта. Существующие в публичном поле и экспертном сообществе аргументы против литий-ионных аккумуляторов несостоятельны.

Есть смысл вернуться к определению способа координации государственной политики в сфере развития электротранспорта и выпуска электромобилей в РФ, в том числе, безусловно, следует актуализировать Стратегию развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года и планы по ее реализации.

Важнейшим механизмом развития собственных передовых технологий разработки и производства электротранспорта должны быть комплексные «вытягивающие» проекты, концентрирующие вокруг себя научно-технологические, производственные, организационные ресурсы и обеспечивающие прорыв в ключевых областях рынка. Таким драйвером может стать проект «Российский национальный электромобиль» / «Умный городской электротранспорт», а также сопутствующие проекты по развитию компонентной базы (батареиных технологий, ИТ-платформ, микроэлектроники), по развитию зарядной инфраструктуры и компонентов «умного города».

В России уже создан значимый задел для реализации подобных начинаний. Например, в Центре компетенций НТИ «Новые производственные технологии» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого создана и с успехом применяется универсальная платформа для разработки модельного ряда электротранспорта под различные запросы потребителей. На базе этой цифровой платформы в кратчайшие по стандартам автомобилестроения сроки — всего за два года — в сотрудничестве с индустриальным партнером ПАО «КАМАЗ» «с нуля», без ДВС-предшественника разработан и изготовлен предсерийный образец электромобиля «КАМА-1», ставший «Технологическим прорывом — 2020»¹. Наличие передового инжинирингового центра по разработке электромобилей формирует прочную основу для динамичного развития электротранспорта, а с государственной поддержкой он способен достигнуть мирового уровня и стать центром притяжения талантов и источником экономического роста в масштабах всей страны.

Аналогичный центр может быть создан на базе Сколковского института науки и технологий (Сколтех) для проектирования ключевого элемента электротранспорта — тяговых аккумуляторных батарей. Необходимо отметить и задел ряда российских компаний и научных центров в области технологий кибербезопасности, беспилотного и подключенного транспорта и др.

Таким образом, на основе лучших российских разработок и с формированием научно-технологического и производственного консорциума необходимо реализовать проект «Российский национальный электромобиль» / «Умный городской электротранспорт», который станет «вытягивающим» проектом как для российского автопрома полного цикла (от разработки и производства электротранспорта до рециклинга аккумуляторных батарей производителями и/или топливно-энергетическими компаниями), так и для развития целого ряда сквозных технологий и производств, необходимых для перехода России на новый уровень технологического и устойчивого развития на пути к промышленному лидерству на глобальных рынках.

Предлагаемые меры позволят России воспользоваться «окном возможностей» и успеть закрепиться на мировом рынке электромобилей до достижения «точки перелома» (ориентировочно — 2024 г.) и стабилизации рынка, а также будут способствовать формированию внутреннего спроса и предложения для электромобилей российской разработки и производства, встраиванию России в глобальный рынок электротранспорта, улучшению экологической обстановки в стране. Кроме того, развитие технологий электротранспорта станет способствовать прогрессу в смежных областях, включая водородную энергетику и электротранспорт на водородных топливных элементах.

Чтобы определить механизмы формирования рынка электромобилей в России, необходимо ответить на девять вопросов:

1. Может ли «волна» электротранспорта пройти мимо России?
2. Какой вклад электромобиля внесут в декарбонизацию?
3. Как электромобили повлияют на энергобаланс в Российской Федерации?
4. Сколько будет стоить зарядная инфраструктура и как ее профинансировать?
5. Станет ли привлекательным владение электромобилем по сравнению с владением автомобилем с ДВС в обозримой перспективе?
6. Какова стратегия опережающего развития в России ключевых элементов компонентной базы для электромобилей?
7. Когда рынок электромобилей приобретет большие масштабы?
8. Обеспечена ли Россия сырьем для производства электромобилей?
9. Какой должна быть государственная политика по поддержке рынка электромобилей?

¹ Алексей Боровков получил награду «Технологический прорыв — 2020» за разработку первого российского электрического смарт-кроссовера «КАМА-1». URL: nticenter.spbstu.ru/news/7593 (дата обращения: 23.03.2021). См. также: Андрей Белоусов вручил благодарности лидерам проектам Национальной технологической инициативы. URL: government.ru/news/41245 (дата обращения: 23.03.2021).

Ответы на эти и многие другие вопросы представлены в настоящем докладе.

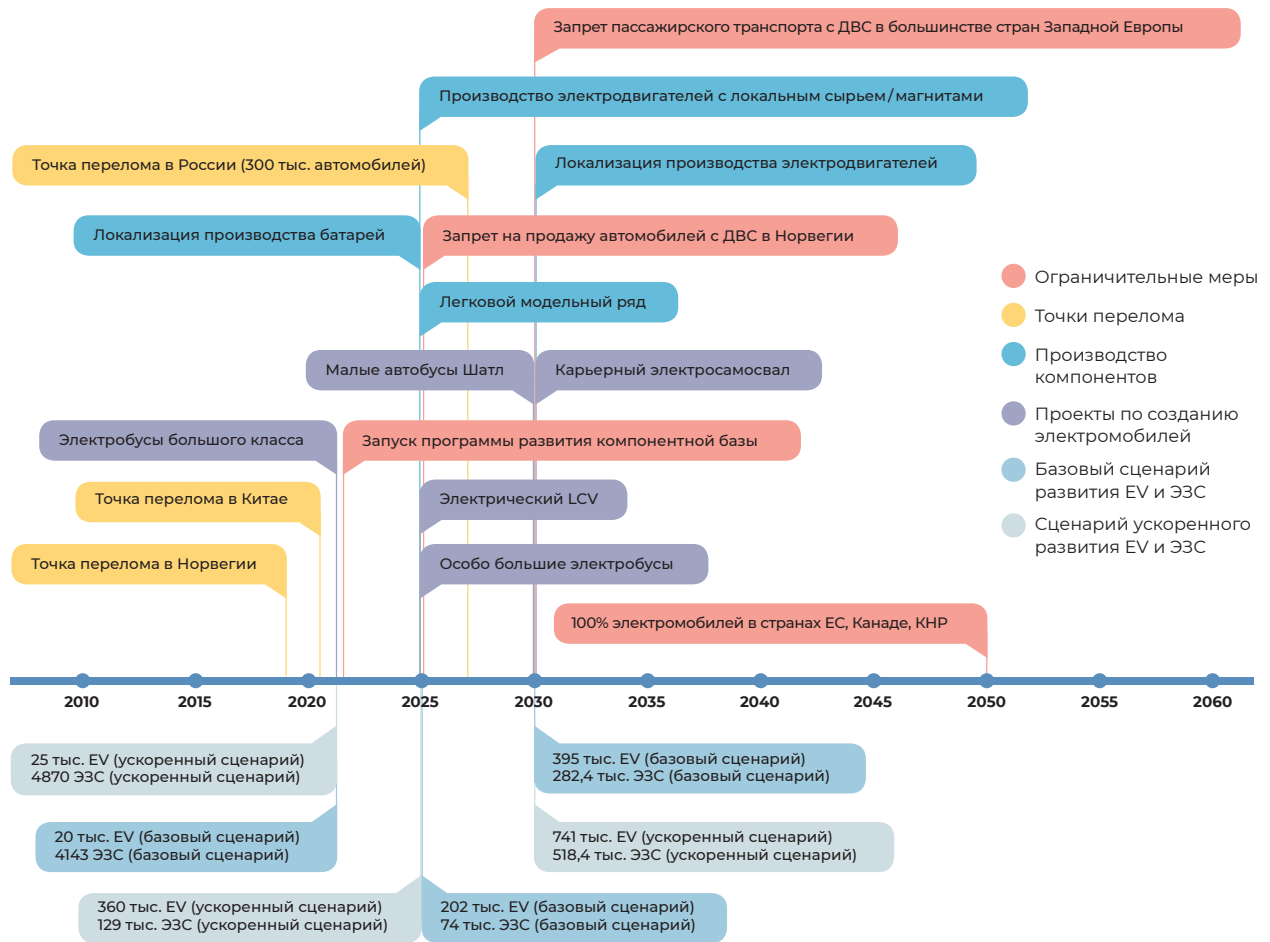


Рис. 2. Сценарий развития электротранспорта в России²

Реализация сценария и комплексной политики развития рынка электромобилей в России, предложенных в настоящем докладе, направлена на подтверждение высокого научно-технологического уровня России на международной арене, значительное улучшение экологии российских городов и стимулирование развития широкого спектра российских «умных» цифровых технологий и производств на рынке, общий объем которого оценивается в 7,5 трлн руб.

² EV (electric vehicle) — электромобиль. ЭЭС — электрические зарядные станции. LCV (light commercial vehicle) — малотоннажный грузовой автомобиль.

1. МОЖЕТ ЛИ «ВОЛНА» ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА ПРОЙТИ МИМО РОССИИ?

Мировой рынок электромобилей даже во время пандемии в 2020 г. показал рост 5 % на фоне 18-процентного падения продаж автотранспорта. 3 из 10 крупнейших по стоимости автопроизводителей выпускают только электромобили. Автоконцерны еженедельно анонсируют новые модели электромобилей и декларируют отказ от ДВС. Процесс напоминает «волну», которая более 10 лет набирала силу, а теперь захлестывает весь мир и постепенно приходит в Россию.

Большинство крупных автопроизводителей стран Европы, Азии, Северной Америки уже анонсировали отказ от выпуска автотранспорта с ДВС, как грузового, так и легкового, в течение ближайших 10–15 лет.

Продажи электромобилей глобальными брендами, количество моделей в производстве шт.

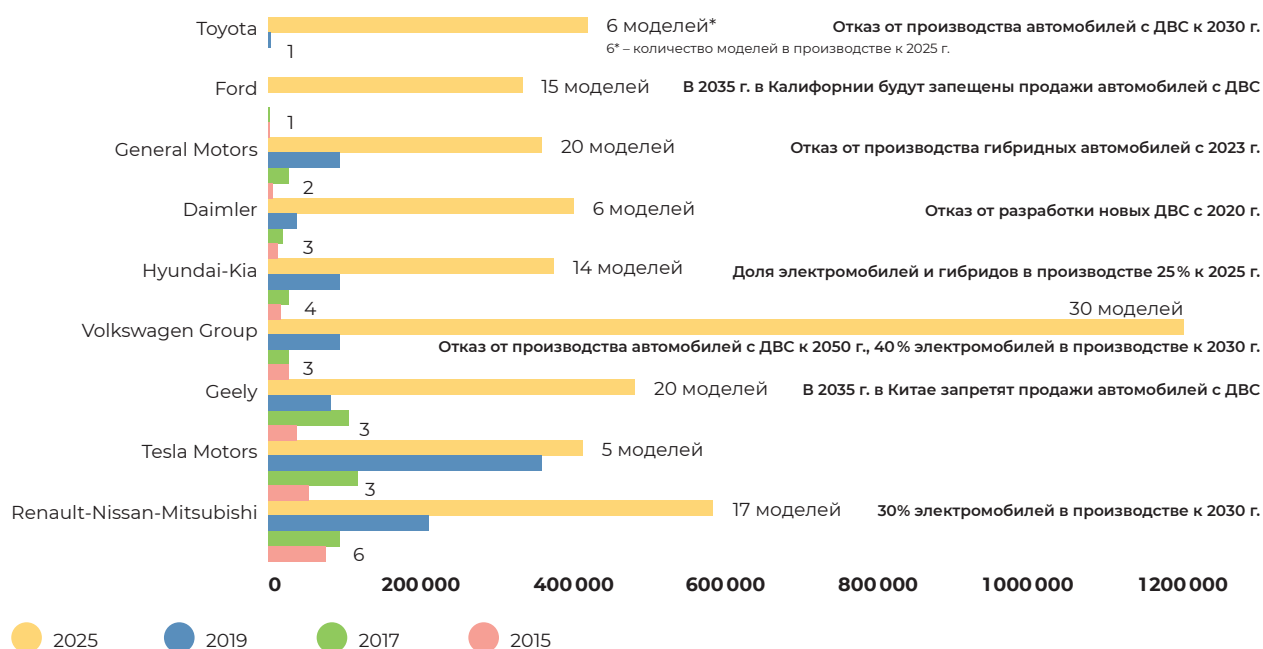


Рис. 3. Крупнейшие автоконцерны: объем продаж и анонсированные планы по выпуску «чистых» электромобилей (BEV) к 2025 г. / Источники: Центр НТИ СПбПУ (по данным корпоративных сайтов автопроизводителей), ICCT

Одновременно более чем в 20 государствах, включая страны Европы, Китай, Индию, Японию, Южную Корею и др., уже приняты или готовятся к принятию ограничительные меры, касающиеся производства и продаж транспорта с жидким топливом. Наиболее амбициозные планы у Норвегии: уже с 2025 г. там должны продаваться только электрические легковые автомобили. Другие государства планируют полное вытеснение легковых автомобилей с ДВС с рынка на 2030–2040 гг.³ Возможно, что уже к 2030 г. большинство импортируемых в Россию автомобилей окажутся электрическими, а для российских автомобилей с ДВС будут закрыты как зарубежные рынки сбыта, так и в принципе дороги за пределами нашей страны (и, вероятно, стран СНГ).

Резюме 1. Таким образом, неучастие в формировании рынка электромобилей и «выжидательная» позиция обернутся для российских компаний потерей этого рынка: он будет сформирован, но на основе зарубежных технологий и продуктов (как это произошло, например, с рынком мобильных телефонов).

³ Подробный обзор целей электрификации транспортных средств и соответствующих ограничительных мер см.: ICCT Briefing | Update on the Global Transition to Electric Vehicles Through 2019. URL: theicct.org/sites/default/files/publications/update-global-EV-stats-sept2020-EN.pdf (дата обращения: 23.03.2021).

2. ЭЛЕКТРОМОБИЛИ ИГРАЮТ КЛЮЧЕВУЮ РОЛЬ В ДЕКАРБОНИЗАЦИИ

Глобальная декарбонизация, т. е. переход в глобальном масштабе к низкоуглеродному развитию, является ответом на глобальное изменение климата, вызванное антропогенными выбросами парниковых газов в атмосферу. Цель декарбонизации — сокращение, а в идеале исключение этих выбросов, чтобы тем самым затормозить климатические изменения и минимизировать наносимый ими ущерб. Более 110 стран заявили о своем стремлении достигнуть углеродной нейтральности к 2050 г. Ключевым документом в этой области является Парижское соглашение, участники которого — крупнейшие экономики мира, в том числе США (вернулись в состав участников в 2021 г.), Китай, Европейский союз и Россия. Меры по декарбонизации носят не только внутренний характер, но и внешний. Это подразумевает ограничение импорта «грязных» товаров. Например, ЕС планирует ввести пограничный механизм, предполагающий отслеживание «углеродного следа» импортируемой продукции. Таким образом, тренд декарбонизации затронет всю глобальную экономику, а его игнорирование приведет к закрытию внешних рынков для экспорта российского сырья и товаров.

Развитие индустрии электромобилей на накопителях энергии (батареях), и в части потребления, и в части производства, позволит внести значительный вклад в декарбонизацию экономики и повышение качества жизни в крупных городах. Электромобили на водородных топливных ячейках смогут усилить этот вклад только через 10–15 лет, когда будут получены экономически эффективные и экологические чистые методы выделения водорода.

На транспортный сектор приходится 23 % всех выбросов парниковых газов в мире⁴. Сокращение выбросов за счет электрификации транспорта — ключевой пункт Парижского соглашения, участником которого является Россия. С учетом среднероссийских значений пробега и выбросов CO₂ при производстве электричества, электромобили и часть гибридов уже сейчас соответствуют целям Парижского соглашения до 2030 г.

В среднем от автомобилей с ДВС в два раза больше выбросов CO₂, чем от электрических аналогов. Наиболее существенная доля этих выбросов приходится на период эксплуатации.

С совершенствованием технологий ДВС доля выбросов сокращается незначительно: с момента введения экологической категории ЕВРО 0 (1988) до актуальной ЕВРО 6с (2017) среднее сокращение выбросов CO₂ составило 9,5 %, т. е. 0,5 % в год⁵.

Сравнивая водородные автомобили с электромобилями, следует отметить, что поскольку батарея в водородном транспорте теоретически может отсутствовать (в реальных системах меняется соотношение топливных (водородных) элементов и аккумуляторных батарей), есть вероятность того, что, при условии организации производства «чистого» водорода на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ), цикл производства такого транспорта будет создавать меньше вредных выбросов, вследствие пока относительно высоких выбросов при самом производстве аккумуляторных батарей. Тем не менее в данный момент есть четыре фактора, которые говорят о том, что вклад водородных автомобилей (FCEV) в сокращение парниковых газов будет значительно меньше, чем вклад электромобилей (BEV).

Первый фактор — низкая экологичность производства водорода наиболее распространенным в настоящее время способом — методом риформинга природного газа⁶. При использовании этого метода в атмосферу выделяется большое количество углекислого газа и оксида углерода. Второй фактор — утечки газа при его добыче, переработке и транспортировке⁷. В этом

⁴ Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate. URL: www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

⁵ Weller K., Lipp S., Roeck M., Matzer C., Bittermann A., Hausberger S. Real World Fuel Consumption and Emissions from LDVs and HDVs. URL: www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmech.2019.00045/full (дата обращения: 19.02.2021). World Fuel Consumption and Emissions from LDVs and HDVs. URL: www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmech.2019.00045/full (дата обращения: 19.02.2021).

⁶ America's Zero Carbon Action Plan URL: www.unsdsn.org/zero-carbon-action-plan (дата обращения: 19.02.2021).

⁷ Hydrogen Leaks at the Same Rate as Natural Gas in Typical Low-Pressure Gas Infrastructure. URL: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319919347275 (дата обращения: 19.02.2021).

направлении перспективы сокращения утечек очень ограничены. Третий фактор — большие затраты энергии на электролиз воды и его высокая стоимость, что не позволяет в обозримой перспективе отказаться от экологически грязного риформинга метана в пользу более экологически чистых электролитических методов получения водорода⁸. Четвертый фактор — существенное повышение экологичности производства аккумуляторных батарей, где переход на использование новых технологий будет связан со снижением «экологических затрат»⁹.

Таким образом, электромобили способны внести наибольший вклад в снижение выбросов парниковых газов в атмосферу, особенно если при этом будут учтены экономические факторы распространения транспорта на различных видах тяги.

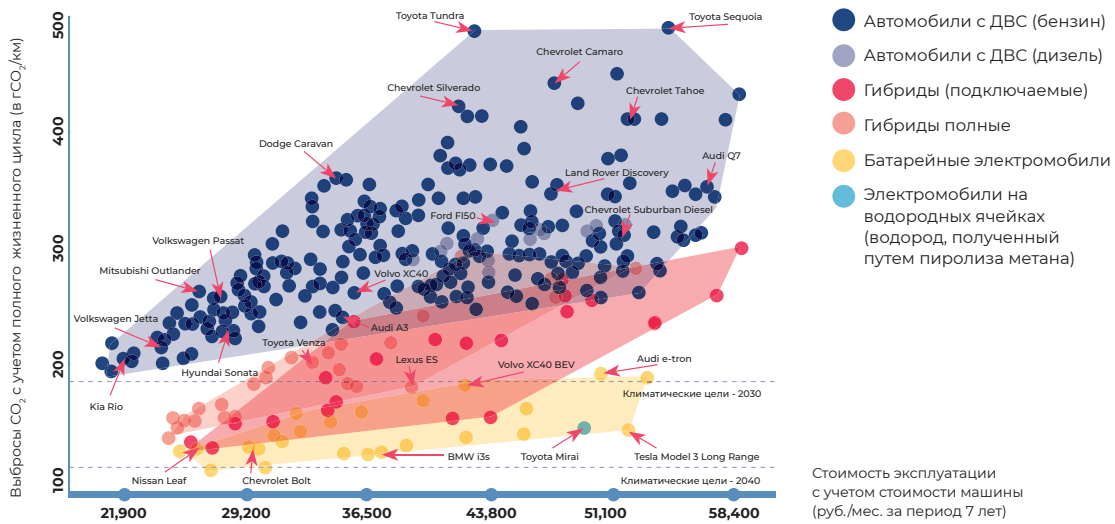


Рис. 3. Сравнительная таблица выбросов от различных типов автомобилей и их стоимости / Источник: MIT

Рассмотрим структуру и перспективы сокращения выбросов на примере Великобритании. Возможны три сценария:

- 1) Без существенного изменения политики страны (business as usual).
- 2) Действия, нацеленные на 50-процентное сокращение выбросов во всех отраслях к 2050 г.
- 3) Действия, нацеленные на 80-процентное сокращение выбросов во всех отраслях к 2050 г.

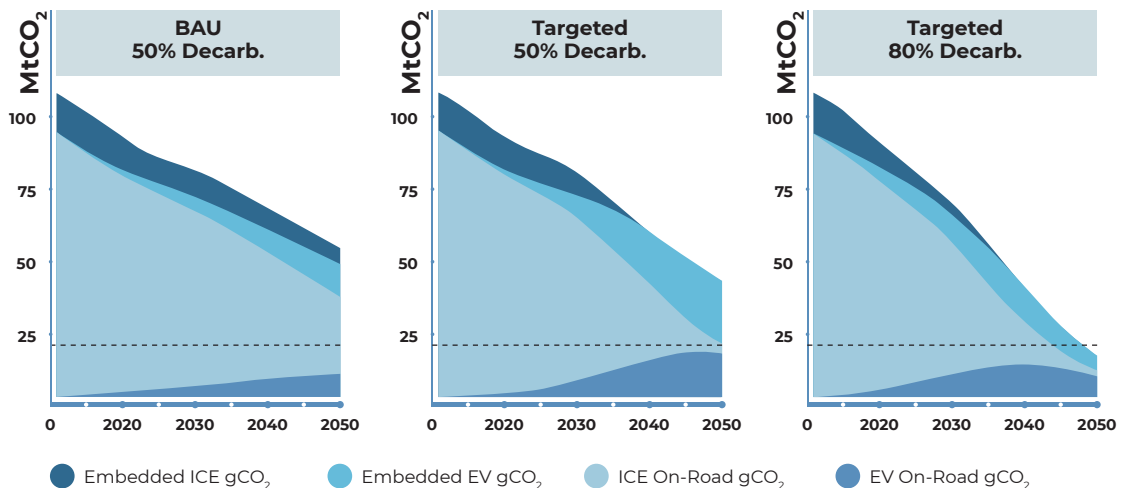


Рис. 4. Сценарии сокращения выбросов от всей транспортной сферы в Великобритании / Источник: The Role of Electric Vehicles in Near-term Mitigation Pathways and Achieving the UK’s Carbon Budget

⁸ America’s Zero Carbon Action Plan URL: www.unsdn.org/zero-carbon-action-plan (дата обращения: 19.02.2021).

⁹ Analysis of the Climate Impact of Lithium-Ion Batteries and how to Measure It. URL: www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_11_Analysis_CO2_footprint_lithium-ion_batteries.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

В представленном кейсе при любом сценарии к 2030 г. развитие электротранспорта будет способствовать сокращению совокупных выбросов от транспорта на 10%. В промежуток между 2030 и 2040 гг. отказ от ДВС-автомобилей станет массовым, что приведет к сокращению выбросов еще на 35–60%. А в период с 2040 по 2050 г. разница в сценариях станет наиболее заметной¹⁰.

В условиях решительных регуляторных действий со стороны государства, направленных на переход к ВИЭ и электромобилям, совокупный объем выбросов от последних будет снижаться. Это станет происходить даже на фоне существенного увеличения количества электромобилей на дорогах. Данный сценарий позволит выполнить цели Парижского соглашения до 2050 г. в полном объеме.

В условиях менее жесткой политики электромобили всё еще будут вносить существенный вклад в сокращение выбросов, однако увеличение их количества приведет к тому, что выбросы для генерации электричества и производства в совокупности окажутся выше, усложняя достижение целей Парижского соглашения.

При сценарии, в котором государство не станет предпринимать существенных действий для развития электротранспорта, выбросы от электромобилей останутся на низком уровне за счет того, что количество электромобилей не будет расти. Однако это предполагает сохранение больших выбросов от ДВС.

Резюме 2. Стратегический выбор в пользу декарбонизации экономики и мер по повышению качества жизни в крупных городах приводит к необходимости стимулировать переход на электротранспорт.

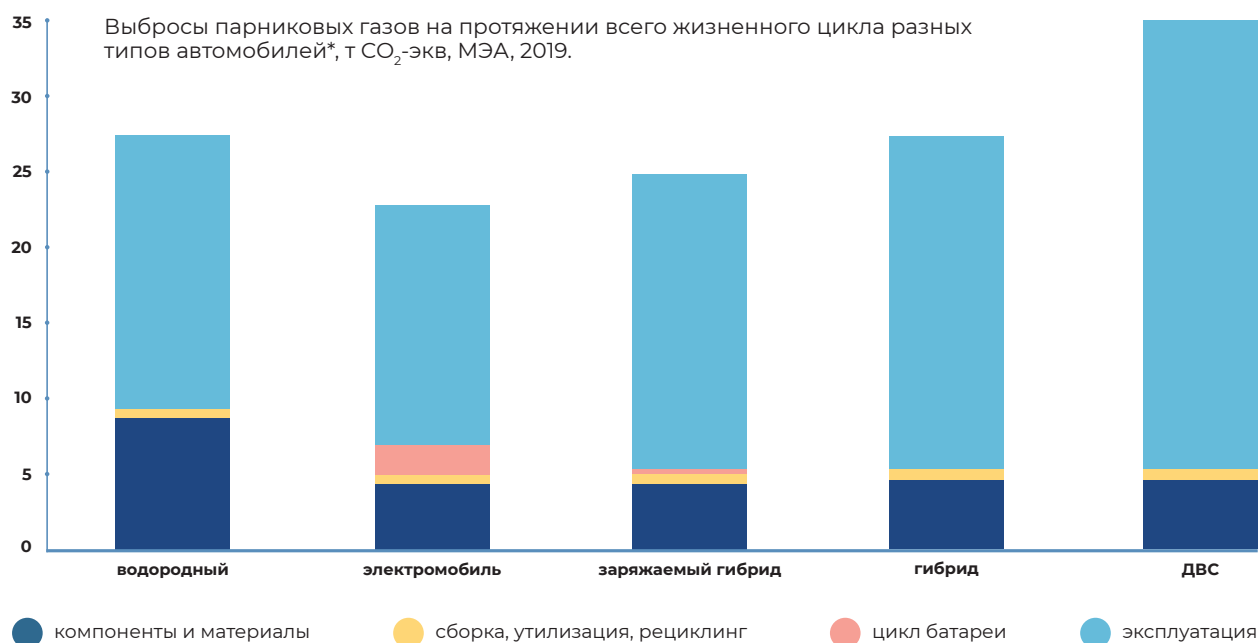


Рис. 5. Наименьший выброс на протяжении жизненного цикла у электромобиля с батареей — на 35–65% меньше, чем у автомобилей с ДВС или у гибрида / Источник: ЦСР «Северо-Запад» по материалам МЭА

¹⁰ The Role of Electric Vehicles in Near-Term Mitigation Pathways and Achieving the UK's Carbon Budget. URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261919307834#f0025 (дата обращения: 19.02.2021).

3. РОСТ СПРОСА НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ НЕ СОЗДАСТ РИСКОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕБАЛАНСА СТРАНЫ

Развитие электромобилей в любом из сценариев не приведет к дефициту электроэнергии и не потребует менять планы развития генерирующих мощностей в Российской Федерации.

В 2020 г. электростанции ЕЭС России выработали 1 047 млрд кВт·ч, а потребление составило 1 033 млрд кВт·ч. Таким образом, положительный энергетический баланс — 14 млрд кВт·ч¹¹. Большая часть «избыточной» энергии поставляется на экспорт, однако планируемое в 2025 г. отключение стран Балтии от энергокольца БРЭЛЛ может сократить объем этого экспорта на 25%¹², т. е. на 3,5 млрд кВт·ч.

По оценкам экспертов СПБПУ, пессимистичный и оптимистичный сценарии развития электротранспорта создадут дополнительный спрос на электроэнергию в размере 1,8 и 2,7 млрд кВт·ч соответственно¹³. Таким образом, дополнительной генерации электроэнергии при любом сценарии не понадобится — и электромобили позволят оптимизировать энергобаланс и увеличить объем внутрироссийского рынка электроэнергии, компенсировав возможные потери экспорта.

Анализ энергопотребления в Германии и Индии демонстрирует, что влияние электротранспорта на энергобаланс стран незначительно и не потребует серьезных вложений в существующую систему энергопотребления.

В Германии к 2030 г. электромобили увеличат общее энергопотребление примерно на 5 ГВт, что составляет около 1% от общего энергопотребления. К 2050 г. данная цифра увеличится до 20 ГВт, что будет составлять 4% от общего энергопотребления. Все эти дополнительные мощности перекрываются плановым вводом в эксплуатацию генерирующих мощностей, работающих на возобновляемых источниках энергии, в том числе ветряной и солнечной¹⁴.

При текущем развитии инфраструктуры в Индии можно ожидать, что к 2030 г. доля электромобилей на рынке достигнет 25–30% вне зависимости от сегмента. Для этого потре-

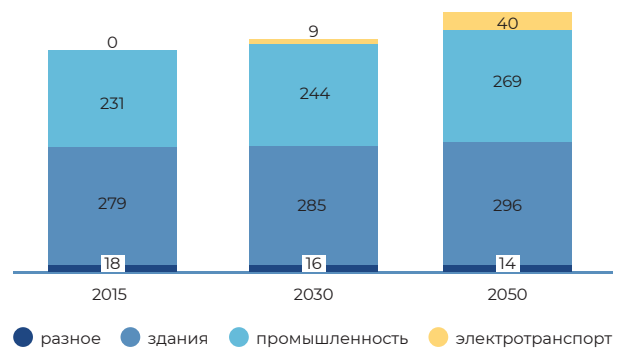


Рис. 6. Потребность в электроэнергии у электромобилей в Германии в 2015–2050 гг., ТВт·ч / Источник: elec.ru («Как электромобили повлияют на глобальное потребление электроэнергии»)

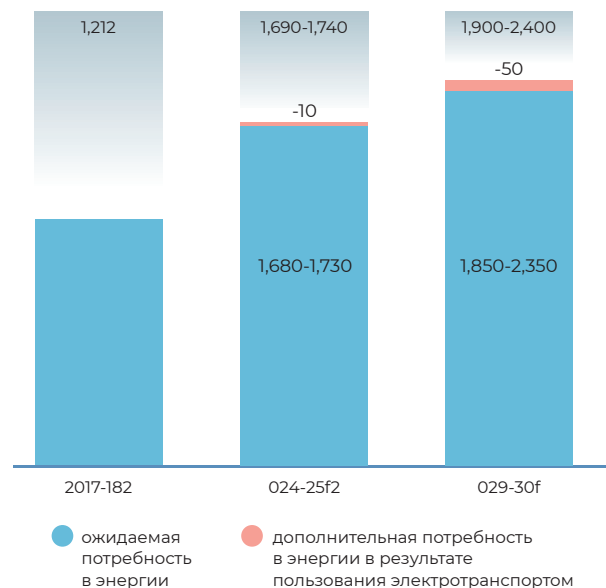


Рис. 7. Прогноз спроса на электроэнергию в Индии к 2030 г., кВт·ч / Источники: Министерство электроэнергии Индии; A. T. Kearney Consulting

¹¹ Единая энергетическая система России. URL: so-ups.ru/functioning/ees/ups2021 (дата обращения: 18.02.2021).

¹² Ток перед родиной. URL: www.kommersant.ru/doc/4692051 (дата обращения: 18.02.2021).

¹³ Справка о развитии транспорта на альтернативных источниках энергии. СПБПУ. Декабрь 2020.

¹⁴ Как электромобили повлияют на глобальное потребление электроэнергии. URL: www.elec.ru/analytics/kak-elektromobili-povliyayut-na-globalnoe-potreble/ (дата обращения: 19.02.2021).

буется дополнительно от 40 до 60 млрд ед. (кВт·ч) к 2030 г., что составляет от 2 до 3% от ожидаемого спроса на энергию в это время¹⁵.

Развитие электротранспорта также предполагает прогресс «умных» технологий электросетей, развитие которых осуществляется ПАО «Россети» в рамках концепции «Цифровая трансформация — 2030». Технология V2G (транспортное средство как часть сети) позволяет владельцам электромобилей становиться «просьюмерами» — не только потреблять мощность, но и выдавать ее обратно, децентрализуя и стабилизируя сеть. Преимущественно ночной режим зарядки электромобиля позволяет владельцу получать выгоду от разницы дневных и ночных тарифов, а провайдеру — снизить пиковую нагрузку¹⁶.

Электромобили могут использоваться и как автономные источники питания (технология V2X). Например, в Японии Nissan Leaf применяется как источник питания для восстановительных работ в районах природных катаклизмов. В 2021 г. Nissan планирует выпустить версию Leaf, способную обеспечить четыре дня электропотребления среднестатистическому японскому домохозяйству¹⁷.

Резюме 3. Кроме серьезного вклада в декарбонизацию потребления, развитие национальной промышленности в сфере электротранспорта может существенно повысить устойчивость и эффективность систем накопления энергии, их интеграцию в энергосистему России, обеспечивая возрастание ее экологичности и сокращение выбросов CO₂.

4. РЫНОК ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В «ТОЧКЕ ПЕРЕЛОМА»

Для рынка электромобилей, в том числе в России, сегодня характерно наличие большого неудовлетворенного спроса. Стимулирующие программы могли бы вскрыть этот спрос, обеспечив выход страны в лидеры формируемого нового глобального рынка.

«Точка перелома» — состояние рынка, когда доля нового продукта достигает 3–5%: именно с этого уровня рынок начинает расти не столько усилиями продавца, сколько благодаря действиям покупателя. На уровне 15% начинается массовый быстрый переход производителей к новому продукту; при достижении 40% рынок «ломается» и переходит к новой норме.

По объему продаж рынок электромобилей в наибольшей степени приблизился к «точке перелома». В 2020 г. продажи электромобилей в мире составили 4,2%¹⁸ от общего объема глобального рынка легкового транспорта — 3,1 млн машин¹⁹. Ожидаемые институциональные изменения и технологические прорывы на мировом рынке приведут к тому, что отрасль перейдет от стадии роста рынка к стадии массового быстрого перехода в ближайшие годы.

¹⁵ Electric Mobility 2.0: Tracking the Next Wave in India. URL: www.kearney.in/article/?/a/electric-mobility-2-0-tracking-the-next-wave-in-india (дата обращения: 19.02.2021).

¹⁶ Глава Россетей отметил рост роли потребителя в процессе цифрового энергоперехода. URL: tass.ru/ekonomika/9668035 (дата обращения: 19.02.2021).

¹⁷ Schmidt B. Electric Car Uptake Reaches Tipping Point in China and Europe. URL: thedriven.io/2021/01/20/europe-and-china-reach-tipping-point-for-adoption-of-electric-cars (дата обращения: 05.02.2021).

¹⁸ Global Sales of Electric Cars Accelerate Fast in 2020 Despite Pandemic. URL: www.theguardian.com/environment/2021/jan/19/global-sales-of-electric-cars-accelerate-fast-in-2020-despite-covid-pandemic (дата обращения: 10.02.2021).

¹⁹ Singal N. Electric Vehicles' Global Sales Jump 39% in 2020, 3.1 Million Units Sold. URL: www.businesstoday.in/sectors/auto/electric-vehicles-global-sales-jump-39-percent-in-2020-3-million-units-sold/story/430707.html (дата обращения: 10.02.2021).

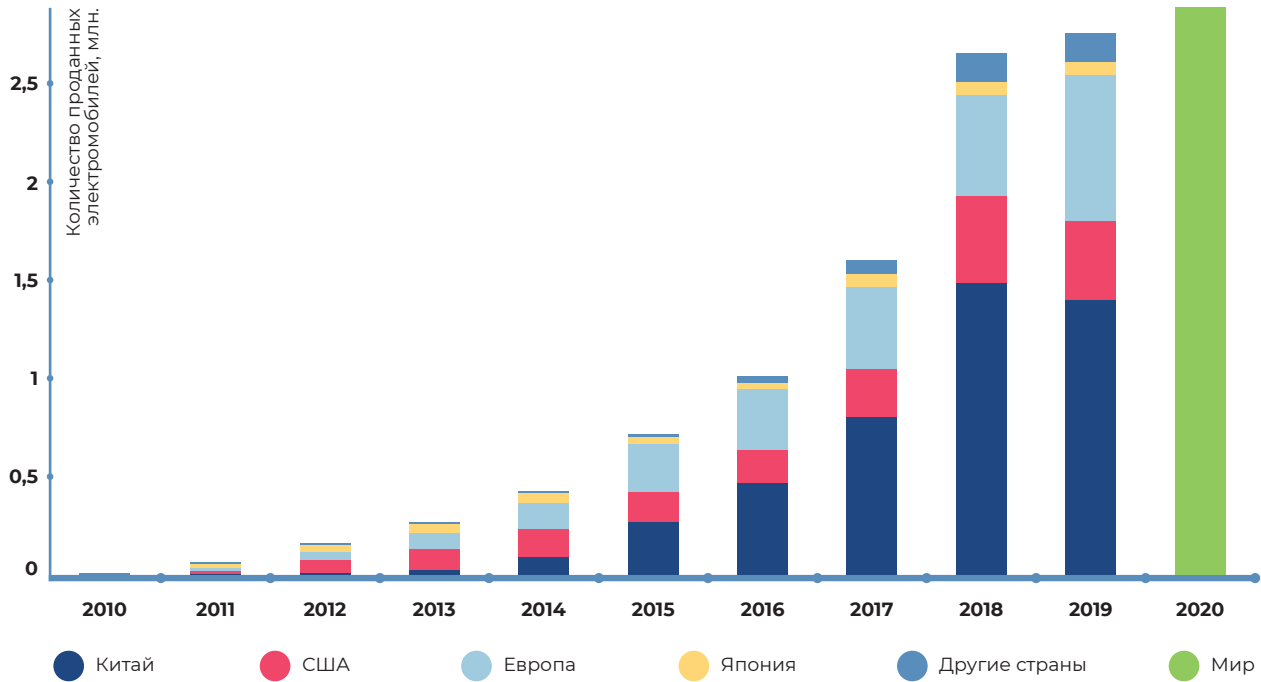


Рис. 8. Количество проданных электромобилей в 2010–2020 гг., млн шт. / Источник: IEA

Развитие рынка электромобилей рассматривается в двух основных сценариях: базовый и сценарий ускоренного развития. Последний предполагает интенсификацию политики по ограничению выбросов (включая регуляторные ограничения), масштабные инвестиции в создание инфраструктуры опережающими темпами, а также стимулирование приобретения электрического транспорта.

Рынок электромобилей в базовом сценарии будет достигать 14 млн машин в 2025 г. и 25 млн машин в 2030 г., что соответствует 10 и 16 % общего объема рынка автомобилей соответственно. Сценарий ускоренного развития предполагает, что в 2030 г. уровень мировых продаж достигнет 45 млн шт., это составит 30% общего объема рынка.

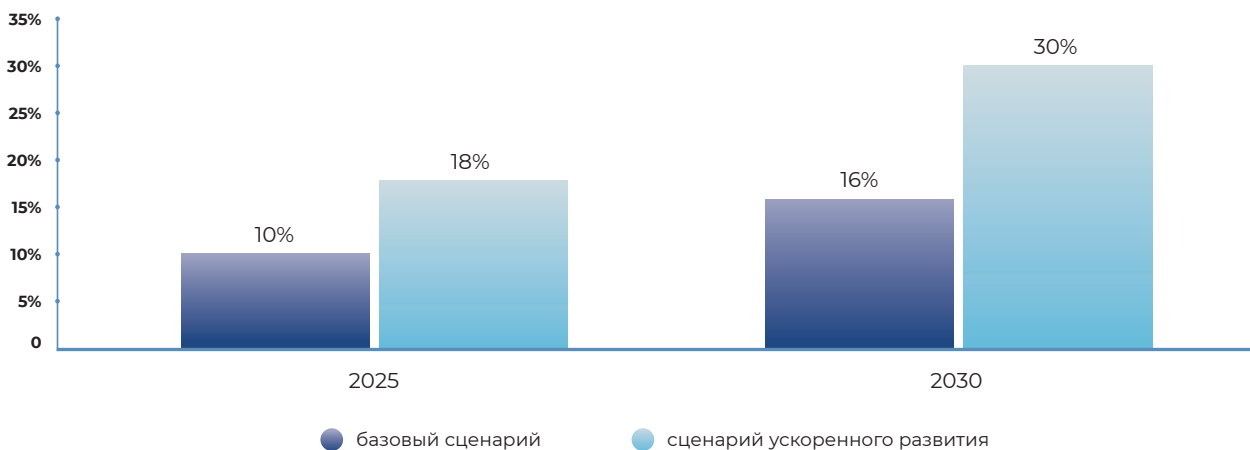


Рис. 9. Целевая доля электромобилей на российском рынке, % / Источник: ВЭБ.РФ

«Перелом» рынка уже начался в отдельных регионах мира, в том числе в Западной Европе и Китае²⁰, где в 2020 г. продажи электромобилей составили 2,6 млн машин²¹. Именно эти страны задают тренды в развитии глобального рынка электромобилей и ориентированы на изменения автомобильной индустрии в сторону роста доли электромобилей.

- Западная Европа в целом: 2020 г. — доля электромобилей составила 12%. По этому показателю рынок Европы является лидером, наиболее близким к этапу быстрого массового перехода на электротранспорт²².
- Норвегия — мировой лидер по числу электромобилей на общее количество проданных транспортных средств в 2019 г. (55%). В стране уже прошел «перелом», и электромобили в Норвегии являются новой реальностью. К 2025 г. парламент планирует полное прекращение продажи машин, работающих на углеводородах.
- В 2020 г. почти 50% мировых продаж электромобилей пришлось на рынок Китая, что делает его крупнейшим в мире²³. Важным фактором развития китайского рынка электромобилей стала запущенная в 2009 г. серия инициатив по субсидированию развития сектора электромобилей²⁴. Накопленный эффект позволил «разогреть» рынок и вывести его на уровень устойчивого роста, обеспечив долю до 5,4% продаж электромобилей от общего рынка автомобилей в 2020 г.²⁵ Развитие рынка привело к тому, что китайское правительство объявило о поэтапном сокращении субсидий на покупку электромобилей²⁶.

В то же время российский рынок демонстрирует существенное отставание. Парк по состоянию на 2020 г. насчитывает до 11 тыс. машин. При этом значительная часть продаж приходится на подержанные электромобили (в 2020 г. было зарегистрировано 5 273 продажи подержанных электромобилей и 687 продаж новых электромобилей), поскольку предложение новых моделей ограничено (83% продаж электромобилей приходится на Nissan Leaf)²⁷.

Отметим, что минимальный сценарий развития электромобилей для России уже заложен в Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года. Согласно этому документу, доля электромобилей на рынке должна достигнуть 5% к 2025 г. (129 тыс. шт.)²⁸ при реализации соответствующей программы поддержки со стороны государства.

Базовый сценарий развития рынка электромобилей предусматривает, что их доля составит 10% в 2025 г. (202 тыс. шт.) и 16% в 2030 г. (395 тыс. шт.). Парк электрических транспортных средств ожидается на уровне 3% от общего объема транспортных средств (2 млн электромобилей).

В сценарии ускоренного развития целевой параметр доли электромобилей к 2025 г. — 18% (360 тыс. шт.), к 2030 г. — 30% (741 тыс. шт.). Парк электрических транспортных средств к 2030 г. ожидается на уровне 5,5% от общего объема транспортных средств (3,6 млн электромобилей).

Осуществление указанных сценариев возможно в том случае, если в России будут разрабатываться и производиться собственные электромобили и если начнут в той или иной степени реализовываться меры поддержки, упомянутые в п. 9 настоящего доклада.

Отметим, что результаты маркетинговых исследований Центра НТИ СПбПУ демонстрируют наличие у российских автомобилистов потенциального спроса на электромобили, кото-

²⁰ Global EV Outlook 2020. URL: www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020 (дата обращения: 20.01.2021).

²¹ Schmidt B. Electric Car Uptake Reaches Tipping Point in China and Europe. URL: thedriven.io/2021/01/20/europe-and-china-reach-tipping-point-for-adoption-of-electric-cars (дата обращения: 05.02.2021).

²² Ibid.

²³ Barrett E. China Is Rolling Back the Subsidies that Fueled Its Electric-Vehicle Boom. URL: fortune.com/2021/01/05/china-electric-vehicle-subsidies-sales-tesla/ (дата обращения: 09.03.2021). (дата обращения: 09.02.2021).

²⁴ China's Quest to Adopt Electric Vehicles. URL: www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/Electric%20Vehicles_89176bc1-1aee-4c6e-829f-bd426beaf5d3.pdf (дата обращения: 09.02.2021).

²⁵ Schmidt B. Electric Car Uptake Reaches Tipping Point in China and Europe. URL: thedriven.io/2021/01/20/europe-and-china-reach-tipping-point-for-adoption-of-electric-cars (дата обращения: 05.02.2021).

²⁶ Ibid.

²⁷ Количество электромобилей в России превысило 10 тысяч единиц. URL: www.autostat.ru/news/47243 (дата обращения: 09.02.2021).

²⁸ Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297129/f8f8138d4327a3b4e9a33b8e9d4f9de6489f71e6/ (дата обращения: 19.02.2021).

рый сможет обеспечить выполнение вышеприведенных показателей. В настоящее время социологами компании Ipsos²⁹ уже фиксируется переход от восприятия электромобиля как «игрушки для богатых» к «возможному автомобилю для моей следующей покупки / второму автомобилю в семье». Условия для перехода от потенциального спроса к реальному — достижение ценового паритета с аналогичными автомобилями с ДВС и соответствующий уровень технологичности и потребительских свойств.

Резюме 4. Таким образом, вывод на российский рынок электромобиля, соответствующего потребительским ожиданиям (ценовой паритет с автомобилями с ДВС, комфорт, технологичность), будет обеспечен необходимым уровнем массового спроса. В зависимости от эффективности мер по стимулированию рынка и способности российских производителей создать востребованный продукт, объем рынка электромобилей в России составит от 129 до 360 тыс. шт. (от 5 до 18% от продаж автомобилей).

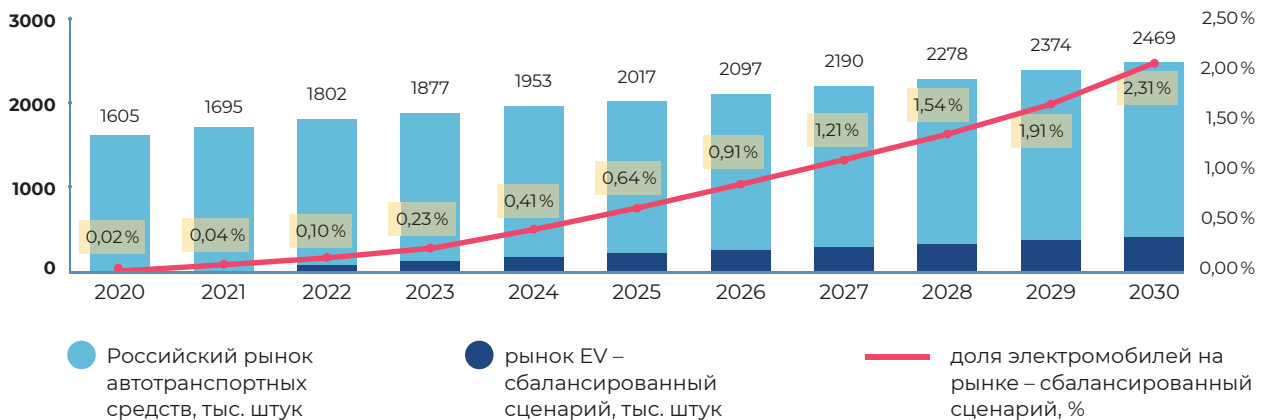


Рис. 10. Автомобильный рынок России, сбалансированный сценарий / Источник: ВЭБ.РФ

5. СУЩЕСТВУЕТ ТРИ СЦЕНАРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЭС: СБАЛАНСИРОВАННЫЙ, БАЗОВЫЙ И РАДИКАЛЬНЫЙ

Следует иметь в виду, что внедрение электротранспорта не означает радикального отказа от ДВС. По расчетам Bloomberg, к 2040 г. более 60% километров в мире всё еще будут преодолеваются на транспорте с ДВС. Поэтому речь идет не о радикальной замене одних технологий другими, а об одновременном создании и развитии новых рынков, новой инфраструктуры, наконец, новых технологий. Тем самым в условиях мирового экономического кризиса данная инициатива становится одним из ключевых инструментов обеспечения экономического роста: как глобального, так и для стран, активно участвующих в этом процессе.

Для развития рынка электромобилей к 2030 г. на создание сети ЭЭС потребуется общих финансовых ресурсов от 267 млрд руб. (в сбалансированном сценарии — рынок 147–309 тыс. электромобилей) до 1 065,4 млрд руб. (в сценарии ускоренного развития — рынок 360–741 тыс. электромобилей). Необходимо отметить, что значительную их долю может финансировать частный бизнес.

²⁹ Восприятие электромобилей. Исследование в синдикативном сообществе Ipsos в России. Июнь, 2020. URL: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-06/electricvehicles.pdf> (дата обращения: 19.02.2021).

Виды зарядных станций, принятых во внимание при выполнении расчетов, следующие³⁰:

- медленная зарядка мощностью около 20 кВт, что примерно соответствует получению энергии, необходимой для преодоления дистанции от 6 до 90 км за час;
- зарядные станции с возможностью быстрой зарядки (DCFC), мощность которых варьируется от 20 до 100 кВт и выше, что в большинстве случаев позволяет получить полный заряд менее чем за 20 минут.

Анализ мировой зарядной инфраструктуры показывает долю быстрых зарядок в общем объеме 31%. При этом отметим нарастающую тенденцию увеличения доли быстрых зарядок. Дальнейшее развитие инфраструктуры ожидается преимущественно за счет быстрых зарядных станций, в связи с этим целесообразно изначально ориентироваться на паритетное соотношение. Таким образом, для дальнейшей оценки целевая доля быстрых зарядных станций в общем объеме принята на уровне 50%.

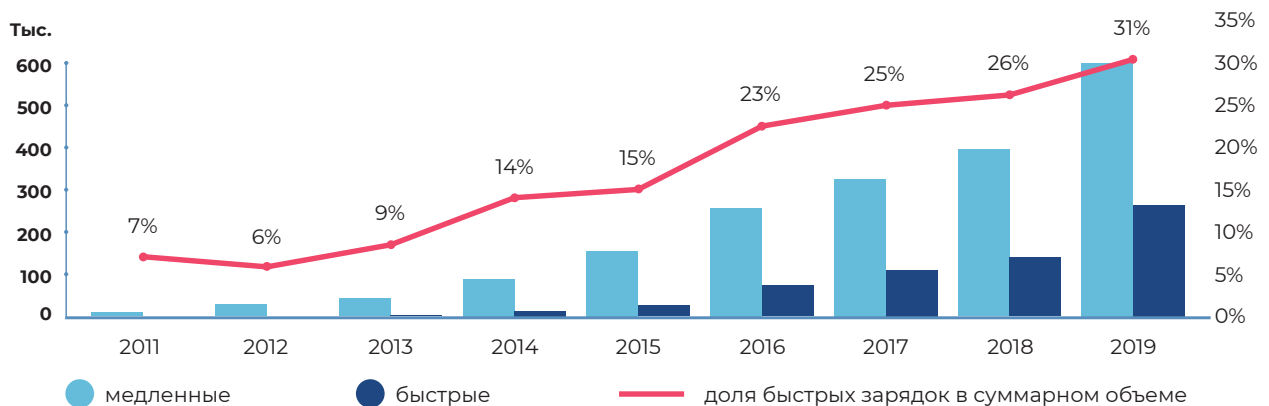


Рис. 11. Развитие мировой зарядной инфраструктуры / Источник: IEA Global EV Outlook 2020

По предварительным оценкам, объем капитальных затрат на создание медленной ЭЭС составит 0,3–0,6 млн руб., быстрой ЭЭС — 2,5–4,8 млн руб.³¹ До 50% стоимости зарядной станции приходится на подготовку местности и сетевой инфраструктуры (модернизация и проведение электропитания, установка трансформаторов, счетчиков и другого сопутствующего электрооборудования)³².

Дальнейшие операционные расходы на эксплуатацию составляют 80–120 тыс. руб. на медленную ЭЭС и 150–300 тыс. руб. на быструю ЭЭС в год³³.

Окупаемость зарядной станции (США, Индия) оценивается в 7–10 лет, при этом параметр сильно зависит от парка электромобилей в стране.

В России аналогичный проект коммерчески эффективен только в перспективе. В связи с этим при реализации программы развития инфраструктуры важно участие всех заинтересованных организаций (автопроизводители, сетевые компании и др.) при активном содействии государства (до 50% расходов).

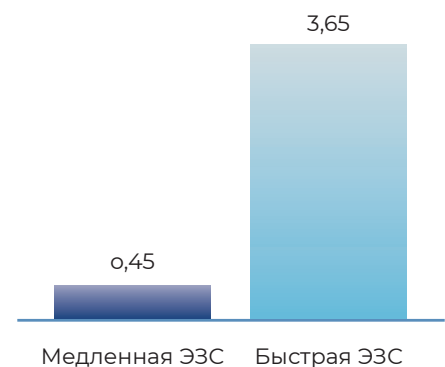


Рис. 12. Средний размер затрат на создание пункта ЭЭС, млн руб. / Источник: ВЭБ.РФ

³⁰ Источники: данные по Санкт-Петербургу; Costs Associated with Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment. URL: afdc.energy.gov/files/u/publication/evse_cost_report_2015.pdf (дата обращения: 09.03.2021).

³¹ По материалам компании Zevs.

³² Costs Associated with Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment.

³³ По материалам компании Zevs.

В процессе планирования зарядной инфраструктуры стоит уделить особое внимание особенностям территориального распределения зарядных станций в России, с учетом ее обширной территории.

Основная доля электромобилей не позволяет рассчитывать на длительные междугородние перемещения и имеет запас хода на полной зарядке около 200 км. Данное ограничение, согласно технологическим трендам, будет снижаться, но на текущий момент этот фактор необходимо преодолеть с помощью инфраструктурных решений, сбалансированно распределяя сеть по ключевым путям сообщений (федеральные трассы). Мы считаем целесообразным исходить из среднего автомобиля, ориентированного на 200 км пробега на полном заряде и имеющего 30-процентный износ батареи. В таком случае в идеальных условиях затруднительная ситуация возникает при расстоянии до ближайшей ЭЭС около 140 км. Кроме того, необходимо учитывать ряд дополнительных факторов, в том числе увеличение расхода электроэнергии в холодное время года, а также поведенческие аспекты: например, ЭЭС может быть пропущена водителем при высоком уровне заряда, но недостаточном для преодоления пути до следующей заправочной станции. Примем оценочный уровень этих параметров — 30%. Таким образом, для гарантированного бесперебойного движения по стране максимальное расстояние между двумя ближайшими станциями зарядки не должно превышать 100 км.

Прогнозы на долгосрочную перспективу для Европы и мира в целом предполагают 10–15 электромобилей на одну ЭЭС. При этом с развитием рынка электромобилей и инфраструктуры более высокую значимость приобретает сбалансированность распределения станций. Учитывая, что для беспрепятственного развития российского рынка электротранспорта количество зарядных станций должно расти, несколько опережая потребности, значение 10 будет заложено в оценку как целевой параметр на долгосрочную перспективу. В отсутствие ограничивающего влияния указанного параметра динамика рынка станет определяться общим спросом на транспортные средства и относительной предпочтительностью электромобиля.



Рис. 13. Развитие зарядной инфраструктуры в России, сбалансированный сценарий / Источник: ВЭБ.РФ

- Сбалансированный сценарий развития инфраструктуры ЭЭС к 2030 г. потребует наличия 152 тыс. зарядных станций. Общий объем финансирования составит 267 млрд руб. (1,5 млн электромобилей к 2030 г., 10 электромобилей на одну ЭЭС, 60% — медленные ЭЭС).
- Базовый сценарий развития ЭЭС к 2030 г. потребует наличия 199 тыс. зарядных станций. Общий объем финансирования составит 411 млрд руб. (2 млн электромобилей к 2030 г., 10 электромобилей на одну ЭЭС, 50% — медленные ЭЭС).
- Радикальный сценарий развития ЭЭС к 2030 г. потребует наличия 518 тыс. зарядных станций. Общий объем финансирования составит 1 065 млрд руб. (3,6 млн электромобилей к 2030 г., семь электромобилей на одну ЭЭС, 50% — медленные ЭЭС).

Необходимо отметить, что мировой опыт показывает возможность финансирования значительной доли зарядной инфраструктуры частными компаниями: автопроизводителями, частными сетями зарядных станций, сетевыми ресторанами быстрого питания, девелоперскими компаниями.

Например, сеть ресторанов быстрого питания McDonalds предоставляет услуги заряда электромобилей в своих точках на крупных магистралях Великобритании и в ресторанах drive-thru³⁴.

Автомобильные компании Volkswagen, Volvo, BMW, а также Siemens, ABB и бразильские энергетические компании по заказу бразильского правительства развивают зарядную сеть страны. Частные акторы вложили в этот проект около 17 млн евро³⁵.

Резюме 5. Таким образом, для развития рынка электромобилей в стране одновременно с поддержкой производства необходимо реализовывать энергичную и гибкую государственную политику регулирования зарядной инфраструктуры, включающую, помимо непосредственно финансирования проектов по созданию зарядных станций, ряд стимулирующих мер для частного бизнеса.

6. СТОИМОСТЬ ВЛАДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕМ УЖЕ ПРИБЛИЗИЛАСЬ К СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Стоимость покупки электромобиля пока еще выше стоимости покупки автомобиля с ДВС. Но в ближайшие 10 лет его цена опустится на привлекательный уровень, что будет связано с достижениями в технологиях хранения энергии. Кроме того, при пересчете на жизненный цикл собственники электромобилей даже в настоящее время могут существенно выигрывать у собственников ДВС-автомобилей. Таким образом, государственная поддержка, направленная на то, чтобы цена покупки электромобиля стала выгодной уже сейчас, позволит открыть рынок в части развития массовых продаж.

Стоимость аккумуляторной батареи составляет на текущий момент в среднем от 50 % стоимости электромобиля. Так, сегодня разница между стоимостью электромобиля среднего класса и бензинового аналога составляет примерно 750 тыс. руб.³⁶ По расчетам BloombergNEF, стоимость аккумуляторных батарей падает на 18 % при каждом удвоении совокупного объема произведенной мощности. Ожидается, что данное соотношение сохранится по крайней мере в течение следующих 10 лет. Это приведет к снижению цены на аккумуляторные блоки до 93 долл. за киловатт-час к 2024 г. и до 61 долл. к 2030 г. (сегодня средняя стоимость оценивается в 156 долл., а 10 лет назад она составляла 1 183 долл. за киловатт-час). Снижение стоимости обеспечивается внедрением новых конструкций элементов и блоков, катодов с более высокой плотностью энергии и повышением эффективности производства³⁷. Ожидается, что когда стоимость батареи перейдет условную границу в 100 долл. за киловатт-час в 2024 г., стоимость электромобилей станет равна стоимости автомобилей с ДВС и произойдет окончательный переход к массовому рынку.

Однако эксплуатация электромобиля уже сегодня может быть более выгодной, чем использование автомобиля с ДВС, если электромобиль будет проезжать не менее 45 тыс. км ежегодно в течение по крайней мере пяти лет. Экономия от потребления топлива и обслу-

³⁴ Do You Provide Electric Charging Points at Any of Your Restaurants? URL: www.mcdonalds.com/gb/en-gb/help/faq/18639-do-you-provide-electric-charging-points-at-any-of-your-restaurants.html (дата обращения: 19.02.2021).

³⁵ EV Charging Infrastructure Roll-out in Brazil. URL: www.electrivedrive.com/2020/01/21/ev-infrastructure-roll-out-in-brazil/ (дата обращения: 19.02.2021).

³⁶ Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития. URL: vygon.consulting/upload/iblock/e44/vygon_consulting_storage.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

³⁷ New Energy Outlook 2020. URL: about.bnef.com/new-energy-outlook/ (дата обращения: 19.02.2021).

живания возместит разницу в стоимости покупки, что делает выгодным использование электромобилей как минимум в городском такси и каршеринге (сопоставление проводилось для Nissan Leaf и Škoda Octavia).

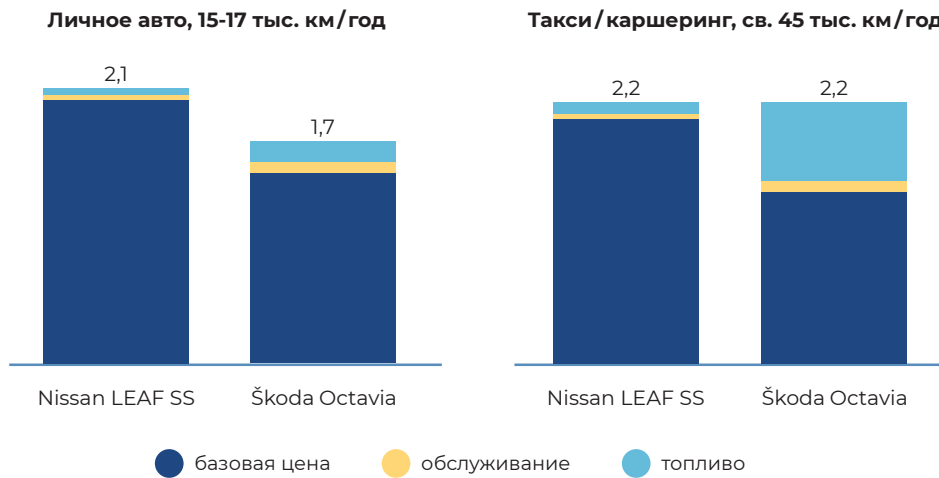


Рис. 14. Разница в стоимости владения между электромобилем и транспортным средством с ДВС в Москве в течение пяти лет, млн руб. / Источник: VYGON-Consulting

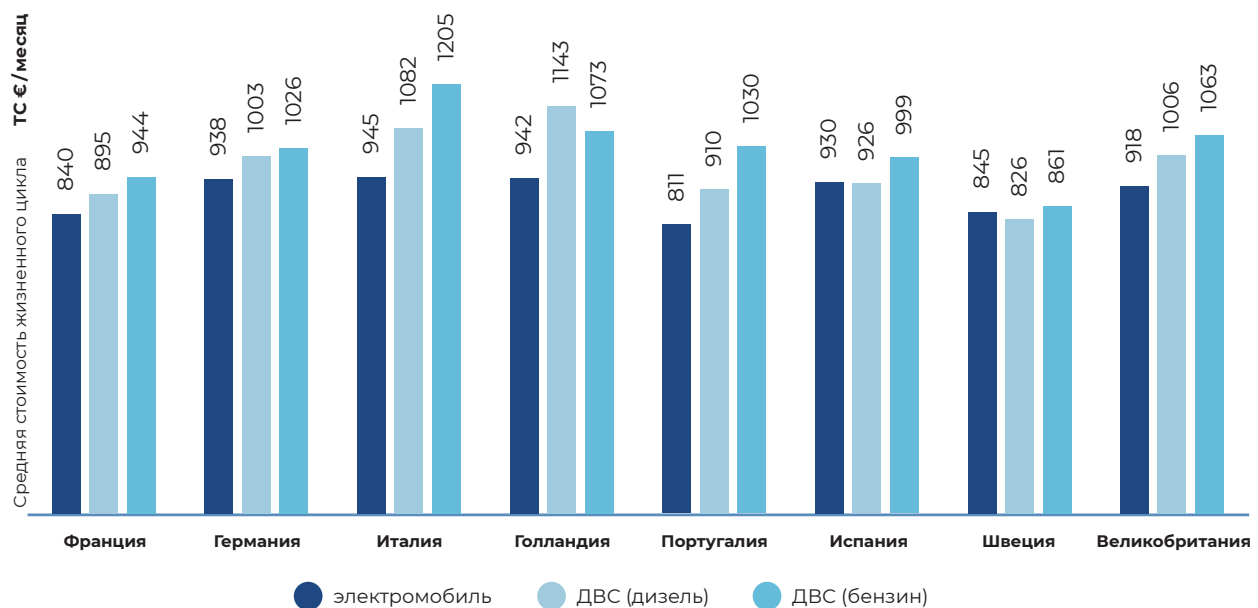


Рис. 15. Стоимость владения транспортными средствами в среднем ценовом сегменте в странах Западной Европы, евро в месяц / Источник: Car Cost Index 2020

В большинстве стран Западной Европы стоимость жизненного цикла электромобиля в среднем ценовом сегменте ниже, чем стоимость аналогичного автомобиля с бензиновым или дизельным двигателем³⁸. Например, в Италии стоимость жизненного цикла электромобиля на 21,5% меньше, чем стоимость жизненного цикла автомобиля на бензиновом двигателе.

Вне зависимости от класса электромобиля, экономия в эксплуатации в течение всего срока службы составляет тысячи долларов — по сравнению с наиболее продаваемыми автомобилями с ДВС³⁹.

³⁸ Car Cost Index 2020. URL: www.leaseplan.com/-/media/leaseplan-digital/int/blog/2020/car-cost-index/ci-2020-report.pdf?la=en (дата обращения: 19.02.2021).

³⁹ Harto C. Electric Vehicle Ownership Costs. URL: advocacy.consumerreports.org/wp-content/uploads/2020/10/EV-Ownership-Cost-Final-Report-1.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

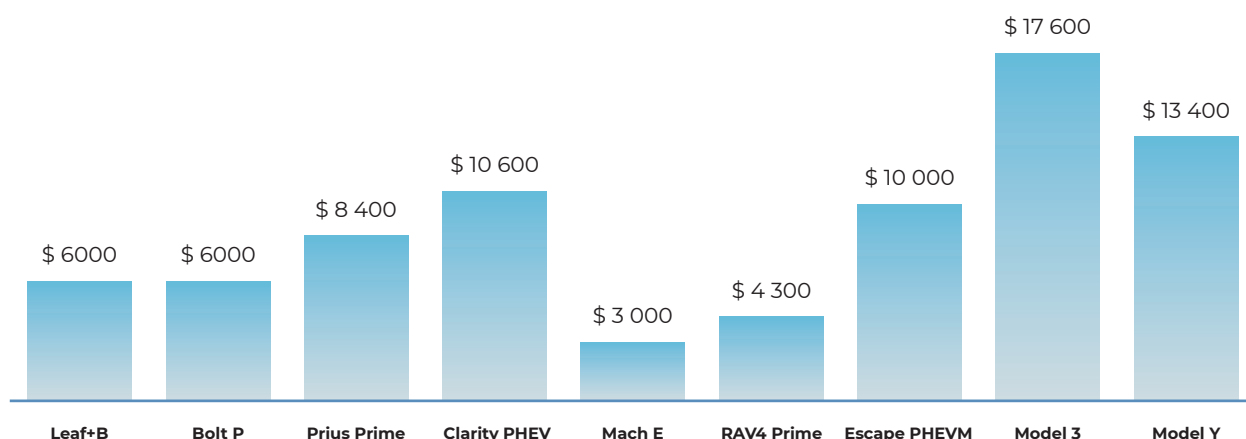


Рис. 16. Экономия в эксплуатации электромобиля в течение всего срока службы по сравнению с наиболее продаваемыми моделями с ДВС / Источник: Electric Vehicle Ownership Costs

Необходимо отметить, что российская компонентная база (прежде всего — аккумуляторные батареи) может значительно снизить стоимость владения электромобилем для потребителя и обеспечить конкурентное преимущество российским электромобилям. Поэтому столь важно развивать разработку и производство всего комплекса технологий.

Резюме 6. Таким образом, стоимость владения электромобилем относится к числу ключевых факторов принятия решения о его покупке: меры по снижению цены покупки для потребителя являются сегодня одними из самых эффективных для стимулирования рынка. Развитие технологий накопления энергии позволяет ожидать, что к 2024–2025 гг. цена электромобилей сравняется с ценой автомобилей с ДВС; это приведет к окончательному формированию массового спроса на электротранспорт. Энергетические модули определяют важнейшее конкурентное преимущество электромобилей, поэтому для России столь важно обладать собственными технологиями и компонентной базой в данной области.

7. ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РОССИИ ПЕРСПЕКТИВНО ТОЛЬКО ПРИ СОЧЕТАНИИ ПЛАТФОРМ СОБСТВЕННОЙ РАЗРАБОТКИ И СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ (АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ)

В настоящий момент производство электротранспорта в России в основном представлено общественным транспортом. Однако проекты ведущих компаний показывают, что рынок вышел в зону экспериментов и в скором времени готов будет развернуть полномасштабные производственные программы по всей линейке транспорта, включая легковой. Проекты, реализованные в России, говорят о том, что в стране может быть создана конкурентоспособная отрасль производства электромобилей при условии соответствующей государственной поддержки.

7.1. В России уже сформирован сектор разработки и производства электротранспорта

В настоящее время в Российской Федерации реализуется сразу несколько проектов в области разработки и производства электромобилей. Все они находятся на разных стадиях развития и ориентированы на разные сегменты рынка.

В частности, в сегменте электробусов в России сегодня представлено главным образом три компании: КАМАЗ, ГАЗ и Volgabus. Все они уже развернули серийное производство, а сами электробусы эксплуатируются на улицах российских городов, прежде всего — Москвы. Ежегодный объем производства российских электробусов превышает 300 ед. в год. Один из таких проектов — создание площадки по сборке электробусов в Москве на базе Сокольнического вагоноремонтно-строительного завода (филиал ГУП «Мосгортранс»). В 2021 г. здесь запустят сборочное производство электробусов и электрокомпонентов к ним в партнерстве с компанией «КАМАЗ». Проектная мощность производства составит не менее 500 электробусов в год⁴⁰.

Производственные проекты в области электротранспорта реализуются и в других регионах. Например, в Нижегородской области скоро появится два новых технопарка. Их создание уже одобрено на уровне Минэкономразвития России. Первым резидентом одного из технопарков в Нижегородской области будет завод по производству инновационного электротранспорта ГАЗ и его компонентов. Еще один технопарк появится на территории завода «Дробмаш», его резидентами станут предприятия, занимающиеся производством оборудования, востребованного в разных отраслях экономики страны⁴¹.

17 декабря 2019 г. машиностроительный холдинг «Синара — Транспортные Машины» и концерн Škoda Transportation подписали соглашение о создании в Санкт-Петербурге совместного предприятия по производству городского электротранспорта. Стоимость новой техники в зависимости от характеристик модели будет в диапазоне от 20 до 40 млн руб. Предприятие ориентировано на производство электробусов, троллейбусов, трамваев и вагонов метро.

В сегменте производства электромобилей ситуация обстоит иначе. Этот сектор представлен моделями разного уровня готовности. Самый яркий проект — «КАМА-1» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, выполненный в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Индустриальный

⁴⁰ Электромобили и беспилотный транспорт. URL: apr.moscow/%20content/data/6/02/%20Электромобили%20и%20беспилотный%20транспорт.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

⁴¹ Там же.

партнер проекта — ПАО «КАМАЗ». Инженеры Центра НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ под руководством профессора А.И. Боровкова в кратчайшие по стандартам автомобилестроения сроки — всего за два года — разработали цифровой двойник электромобиля и изготовили экспериментальный образец малогабаритного городского электромобиля «КАМА-1». Он был представлен 10–11 декабря 2020 г. на выставке «ВУЗПРОМЭКСПО». Это первый опытный образец в составе создаваемой в СПбПУ платформы разработки электротранспорта: от компактного городского автомобиля до городских 18-метровых электробусов, соответствующих международным требованиям сертификации. «КАМА-1» — уникальный для российской высокотехнологичной промышленности результат комплексного сотрудничества СПбПУ и КАМАЗ, демонстрирующий эффективность программ Минобрнауки России по формированию конкурентоспособного сектора прикладных научных исследований и поддержке конкретных разработок и продуктов по приоритетным для российской экономики технологическим направлениям.

Электромобель «КАМА-1» обладает запасом хода до 250 км, максимальной скоростью 150 км/ч и временем заряда 20 минут при условии использования быстрой ЭЗС.

Имеются и другие проекты производства электромобилей. Серийное производство организовано на предприятии ООО «Зетта» в Тольятти под брендом Zetta. Основная линейка массового производства — компактный электромобель City Modul 1. Предусмотрено три комплектации: переднеприводная с запасом хода 180 км (от 550 тыс. руб.), переднеприводная с увеличенной емкостью батареи и запасом хода около 500 км (от 750 тыс. руб.) и полноприводная с запасом хода примерно 500 км (от 950 тыс. руб.)⁴². К середине октября 2020 г. сертификация электромобиля находилась на финальной стадии. Были изготовлены первые электромобили серийной оснастки, обрабатывались технологии серийной сборки⁴³.

В 2020 г. ПАО «ГАЗ» представило первые экземпляры электрических «газелей» GAZelle e-NN. В основе конструкции новой модели — единая унифицированная электроплатформа, архитектура которой позволяет выпускать полную линейку легкого коммерческого транспорта: бортовые грузовики, микроавтобусы, фургоны и различные варианты специальной техники⁴⁴. В 2021 г. планируется увеличение производства в трех модификациях⁴⁵: грузопассажирский фургон-комби; микроавтобус; маршрутный микроавтобус. В настоящий момент основные компоненты для производства электромобилей — моторы и аккумуляторы — компания планирует закупать у китайских производителей. В планах ПАО «ГАЗ» — запустить разработку собственной компонентной базы.

В отдельных случаях проекты запускаются компаниями из секторов производства, смежных с транспортом. Таков проект аккумуляторной компании «Ригель», которая объявила о строительстве завода электромобилей в Петербурге стоимостью 50 млн долл. В настоящее время разрабатывается технико-экономическое обоснование проекта. Предполагается, что на первоначальном этапе завод будет выпускать 1 тыс. автомобилей в год.

Существуют и другие проекты. Например, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» разработал электрический мотоцикл. Он является частью единой модульной платформы, в которую входят также автомобили под брендом AURUS. Цель бренда AURUS — замена правительственного транспорта и транспорта сопровождения иностранного производства на отечественные образцы. Также эта модель мотоцикла подходит для МВД и МЧС. В НАМИ считают, что разработанный ими электромотоцикл обладает высокими потребительскими качествами, а это открывает широкие возможности для создания конкурентоспособных образцов на применяемой агрегатной базе и для свободной продажи⁴⁶.

⁴² Российский электрокар Zetta: планируется новая модель. URL: rg.ru/2020/08/21/rossijskij-elektrokar-zetta-planiruet-siia-novaia-model.html (дата обращения: 19.02.2021).

⁴³ Zetta (электромобель). URL: [www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Zetta_\(электромобель\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Zetta_(электромобель)) (дата обращения: 19.02.2021).

⁴⁴ ГАЗ представил образцы первых коммерческих электромобилей GAZelle e-NN. URL: rg.ru/2020/09/23/gaz-predstavil-obrazcy-pervyh-kommercheskih-elektromobilej-gazelle-e-nn.html (дата обращения: 20.01.2021).

⁴⁵ В России создан первый в истории отечественный коммерческий электромобель. URL: www.cnews.ru/news/top/2020-09-23_rossiyane_sobrali_pervyj (дата обращения: 20.01.2021).

⁴⁶ ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» показал первый прототип электрического мотоцикла. URL: nami.ru/news/1342 (дата обращения: 19.02.2021).

7.2. Россия может конкурировать на мировом рынке в производстве батарей

В Российской Федерации имеются достаточные компетенции для конструирования тяговых батарей для электротранспорта, но в то же время отсутствует производство ячеек литий-ионных аккумуляторов с необходимой удельной энергией и в достаточном объеме. Приоритетная господдержка должна быть ориентирована на развитие этого сегмента ввиду того, что на аккумуляторные системы приходится до 50 % стоимости электромобиля. Аккумуляторная батарея является критическим компонентом электромобиля, и устойчивое производство электротранспортных средств невозможно без наличия собственной технологической цепочки производства, от сырья до конечного изделия. Именно таким путем идут ведущие мировые автопроизводители: BMW, Volkswagen и Tesla ⁴⁷. При этом приоритет должен быть отдан разработке и производству батарей на основе наиболее передовых катодных материалов (NMC и LFP) с дифференциацией в зависимости от конкретных областей применения.

Один из крупнейших поставщиков батарей на основе катодного материала LFP, в том числе для КАМАЗ, ГАЗ и Volgabuss, — компания «Литотех», входящая в структуры Роснано. Около четверти из 600 млн руб. ее выручки приходится на поставки батарей для городского пассажирского транспорта. Менеджмент компании ожидает роста этого рынка и появления на нем новых игроков ⁴⁸. Развернутые объемы ее производства составляют ~0,1 ГВт·ч в год.

В топливном дивизионе ТВЭЛ госкорпорации «Росатом» создан интегратор РЭНЕРА, который будет заниматься развитием и продвижением накопителей энергии для электротранспорта. РЭНЕРА обладает собственным центром НИОКР, обеспечивает сервисную поддержку своей продукции и предлагает ее в аренду, лизинг и трейд-ин ⁴⁹. В начале марта 2021 г. РЭНЕРА купил 49% акций южнокорейского производителя литий-ионных батарей Enertech International с обязательством по созданию в России производства литий-ионных ячеек и аккумуляторных батарей ⁵⁰. Первая очередь завода должна заработать в 2025 г., а к 2030 г. его мощность составит не менее 2 ГВт·ч в год.

Госкорпорация «Ростех» ведет широкий спектр разработок в сфере электротранспорта. Разработки Ростеха применяются в электробусах ПАО «КАМАЗ» и электромотоциклах концерна «Калашников» ⁵¹.

Приоритетными материалами для создания аккумулятора, применяемого на электротранспорте, являются и будут являться в ближайшей перспективе материалы NMC с повышенным содержанием никеля; именно на этот сегмент и должна быть ориентирована государственная поддержка в области развития аккумуляторных систем. В Российской Федерации разработка масштабируемых технологий производства катодных материалов ведется на базе Сколтеха и МГУ им. М. В. Ломоносова. Производство современных катодных материалов NMC622 и NMC811 в России организовано лишь в небольших количествах (менее 1 т в год) в одном из стартапов Сколтеха (Рустор), оно покрывает часть ограниченного спроса мелких российских производителей. В Сколтехе и МФТИ развернуты опытные линии сборки ячеек литий-ионных аккумуляторов, имеются компетенции, необходимые для развертывания более масштабных производств на промышленной основе. Ресурсная база, требуемая для производства катодных материалов NMC, представлена в таблице 1. Большая часть сырья, необходимого для производства катодных материалов, за исключением сульфата марганца, производится в России и доступна в ценовом диапазоне, сравнимом со средними ценами на китайском рынке. Производство ячеек литий-ионных аккумуляторов на основе NMC объемом 0,5 ГВт·ч в год потребует организации производства катодных материалов в объеме около 850 т в год.

⁴⁷ The Material Cycle of a Battery Cell. URL: www.bmw.com/en/innovation/life-cycle-of-a-battery-cell.html (дата обращения: 18.02.2021); Battery Cell Assembly: Pilot Line Started. URL: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/stories/battery-cell-assembly-pilot-line-started-5383> (дата обращения: 18.02.2021); Tesla Gigafactory. URL: www.tesla.com/gigafactory (дата обращения: 18.02.2021); Ford Is Considering In-House Production of Lithium-Ion Batteries. URL: insideevs.com/news/454390/ford-considering-in-house-production-batteries/ (дата обращения: 18.02.2021).

⁴⁸ «Литотех» увеличил выручку в 1,5 раза. Больше половины выручки пришлось на поставки продукции для энергетики. URL: www.rusnano.com/about/press-centre/media/20200130-infopro54-liotech-uvlichil-vyruchku (дата обращения: 19.02.2021).

⁴⁹ Росатом будет развивать работу на рынках накопителей энергии под брендом Renera. URL: tass.ru/ekonomika/9666545 (дата обращения: 19.02.2021).

⁵⁰ Ford Is Considering In-House Production of Lithium-Ion Batteries.

⁵¹ Ростех и Titan Power Solution создадут новые виды Li-Ion батарей. URL: <https://rostec.ru/news/rostekh-i-titan-power-solution-sozdadut-novye-vidy-li-ion-batarey/> (дата обращения: 19.02.2021).

Таблица 1. Ресурсная база для производства катодных материалов

Компонент	USD/тонна в Китае*	USD/тонна в России**	Поставщик в России	Статус поставщика
LiOH * H ₂ O	9 000	10 950	«Халмек», г. Тула	производитель
CoSO ₄ * 7H ₂ O	8 116	9 091	«Уральский завод химической промышленности», г. Верхняя Пышма	производитель
NiSO ₄ * 7H ₂ O	4 770	4 112	«Кыштымский медеэлектролитный завод», г. Кыштым	производитель
MnSO ₄ * H ₂ O	864	671	ООО «Ноябрь», г. Москва	не производится в России
FeSO ₄ * 7H ₂ O	90	195	«Ветлужский химический завод», г. Нижний Новгород	производитель
NaOH (98,5%)	350	400	«Завод минеральных порошков "Basis"», г. Верхний Уфалей	производитель
Na ₂ CO ₃ * 10H ₂ O H ₂ SO ₄ (95,6%) NH ₄ OH (25%)	300-150	>150	ПАО «Химпром», г. Новочеркасск	производитель

* На 01.11.2020 согласно данным Bloomberg и SMM. ** На 01.11.2020 без стоимости доставки и НДС / Источник: Сколтех

Таким образом, в России должна быть сформирована и реализована комплексная программа создания производства батарей в качестве неотъемлемого элемента самой стратегии развития электротранспорта.

В части производства электротранспорта с топливными (водородными) элементами в Москве в компании «ИнЭнерджи» развернуто опытное производство таких элементов, созданы и экспортированы опытные модули для тяжелых автобусов. Разработки «ИнЭнерджи» и ИПХФ РАН в части топливных элементов поддерживаются на мировом уровне. «ИнЭнерджи» представила проекты создания производств топливных элементов для тяжелого транспорта.

Следует также отметить, что возможная альтернатива литий-ионным аккумуляторам — электрохимические системы на основе натрия. Прототипы призматических ячеек натрий-ионных аккумуляторов емкостью 0,5–3 Ач созданы в Сколтехе и в МГУ им. М.В. Ломоносова, заложены основы масштабируемых технологий производства катодных и анодных материалов. Технология натрий-ионных аккумуляторов обещает примерно 30-процентное снижение стоимости запасенной энергии и не зависит от мировой конъюнктуры цен на литий, никель и кобальт, а также от их доступности. Натрий-ионные аккумуляторы построены на основе соединений ванадия, источником которых может быть «ЕВРАЗ» с годовым производством 7,5 тыс. т пятиоксида ванадия в г. Туле.

7.3. Аргументы в пользу развития технологий литий-ионных аккумуляторов

В публичном пространстве и экспертных обсуждениях часто выдвигаются следующие аргументы против развития и освоения технологий литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) в России, которые частично относятся и к критике электромобилей на батареях (BEV) в целом:

- ЛИА не работают (и не будут) в холодном климате (например, в регионах, где средняя температура в зимние месяцы ниже -20°C);
- электромобили не дают экологических преимуществ;
- перспективы улучшения аккумуляторов семейства NMC ограничены;
- технологии производства ЛИА сильно зависят от эффекта масштаба, а отечественные автопроизводители при необходимости всегда смогут импортировать батареи по приемлемым ценам.

Конкурентоспособность электромобилей в определяющей степени зависит именно от аккумуляторов: сегодня они формируют до половины себестоимости электрокара и определяют его характеристики по пробегу и удобству эксплуатации. В России необходимо срочно разворачивать прикладные технологические разработки и создавать производства тяговых аккумуляторов для электротранспорта как минимум по следующим причинам.

Во-первых, даже в нынешнем поколении аккумуляторов типа NMC622 и NMC811 существуют значительные возможности для совершенствования их характеристик. А следующие поколения (в том числе постлитиевые) не освоить без развертывания опытно-промышленной базы (опытных переналаживаемых линий по производству материалов и ячеек от 0,1 до 0,5 ГВт·ч) — такова специфика электрохимических технологий.

Во-вторых, в мире активно ведутся работы по низкотемпературным ЛИА (способным функционировать при -30°C и ниже). Наиболее критический компонент ЛИА, чувствительный к низким температурам, — электролит, а деградация аккумулятора главным образом происходит в процессе низкотемпературного заряда. Поэтому в комплексе электромобиля проблема решается не только электрохимическими методами, но и на инженерном уровне, причем существующими технологиями: системами термостатирования аккумуляторов («термосов»), пассивным обогревом, активным обогревом (тепловыми насосами или постоянным/переменным током) при стоянке. Более того, около 70% населения России проживает в климатических поясах, в которых и нынешние технологии позволяют эксплуатировать электротранспорт. Адаптация электромобилей под специфику страны является отдельной актуальной технологической задачей на стыке электрохимии и современной инженерии.

В-третьих, по уточненным оценкам Международного энергетического агентства (2020)⁵², при сопоставимых условиях выбросы эквивалента CO_2 на 10-летнем жизненном цикле для электромобиля на батарее составляют 26,2 т, для автомобиля на водородных топливных элементах — 27,5 т, для автомобиля с ДВС — 34,3 т. Данные результаты свидетельствуют в пользу электромобилей, согласуются с другими авторитетными исследованиями и нашими собственными расчетами. Также отметим, что в России нормальная по мировым меркам структура источников генерации, даже с учетом отставания по новым ВИЭ (значительная доля природного газа, атомной энергии, гидростанций). Поэтому в российских условиях паритет по выбросам электромобиля и автомобиля с ДВС наступает уже на четвертый год эксплуатации.

В-четвертых, действие эффекта экономии от масштаба существенно на объемах производства до 4–6 ГВт·ч емкости ячеек в год, а далее оно нивелируется. При условии стратегического подхода к развитию отрасли такая емкость соответствует примерно 80–120 тыс. отечественных электрокаров в год, что на горизонте 2030 г. для российского рынка является реалистичной целевой установкой (уровень продаж на внутреннем рынке за период 2010–2020 гг. составлял в среднем около 2 млн автомобилей в год, в том числе около 1,6 млн легковых автомобилей).

Наконец, необходимо учитывать, что в процессе проектирования современного электромобиля оптимизация осуществляется на всех уровнях: от материалов для ячеек батарей до организации сборочного пространства. А при высоком мировом спросе на аккумуляторные системы отечественные производители с малым объемом заказов будут обеспечиваться ЛИА по остаточному принципу.

7.4. Электротранспорт: стимулирование роста сопутствующих рынков и сквозных технологий

Стимулирование развития отечественной электромобильной промышленности полного цикла — от разработки электротранспорта до рециклинга аккумуляторных систем и обеспечения кибербезопасности автомобиля и ИТ-инфраструктуры — означает и стимулирование развития целого блока сопутствующих сквозных технологий. Пример Китая показывает, что совершенствование транспорта на новых источниках энергии (прежде всего — электротранспорта) стимулирует создание новых проектов и производств: так, на конец 2020 г. в Китае насчитывалось более 180 тыс. подобных компаний, из них 16% — в секторах исследований и технических услуг, а 30% было создано непосредственно в 2020 г. Основываясь на данном опыте, можно

⁵² Comparative Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions over Ten Year Lifetime of an Average Mid-Size Car by Powertrain, 2018. URL: www.iea.org/data-and-statistics/charts/comparative-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-over-ten-year-lifetime-of-an-average-mid-size-car-by-powertrain-2018 (дата обращения: 19.02.2021).

предположить, что к 2030 г. в России будет действовать до 30 тыс. новых предприятий, связанных с транспортом на новых источниках энергии, а общий рынок электротранспорта и электромобильности составит более 7,5 трлн руб.

Вот перечень сквозных технологий и соответствующих технологических решений на их основе, совершенствуемых в процессе разработки и производства электротранспорта и оказывающих наиболее существенное влияние на развитие смежных высокотехнологичных рынков:

- Новые производственные технологии: цифровой инжиниринг, цифровые платформы (платформенные ИТ-решения), цифровые двойники, обеспечивающие создание и вывод на рынок конкурентоспособной продукции в кратчайшие сроки, значительное снижение себестоимости и сроков разработки, динамичное обновление модельного ряда и формирование научно-технологических и продуктовых заделов, «гарантированное зарезервированное развитие».
- Новые и портативные источники энергии: батарейные технологии, материалы для батарей.
- Новые материалы и вещества, аддитивные технологии: композиционные материалы, метаматериалы, пластик, производство каркаса, кузовных панелей, компонентов.
- Сенсорика и компоненты робототехники: модернизация производственных систем предприятий, организация гибких распределенных производств.
- Нейротехнологии и искусственный интеллект: системы управления автомобилем и помощи водителю (ADAS-системы), системы БТС.
- Компоненты для «умного» автомобиля: «умные» системы контроля за состоянием, диагностики и управления узлами транспортного средства; системы взаимодействия водителя и автомобиля (HMI-системы); интеграция электромобиля с пользовательскими устройствами.
- Квантовые технологии и кибербезопасность автомобиля и ИТ-инфраструктуры.
- Большие данные и технологии беспроводной связи, промышленный интернет: технологии подключенного транспорта, «умный транспорт».
- Навигация, спутниковая связь.
- Электрика и электроника, новые поколения микроэлектроники, новая компонентная база.

К числу связанных рынков, на которые будет оказано воздействие, относятся: рынок сырья (литий, никель, редкоземельные металлы, алюминий); производство компонентов (батареи, силовая установка, корпус, электрика и электроника, медиасистемы, прочие комплектующие); новые производственные технологии, цифровой инжиниринг, научно-технические разработки в данной области, кросс-отраслевой трансфер технологий; оптовые и розничные продажи электромобилей/«водородомобилей» и комплектующих; зарядные станции; транспортные услуги и грузоперевозки; разработка и внедрение соответствующего программного обеспечения и пользовательских приложений, развитие ИТ-инфраструктуры и систем кибербезопасности; сервисные услуги; лизинг, банковские и страховые услуги, бизнес-сервисы.

7.5. Электромобиль – шаг на пути к водородному транспорту

Каждый из источников энергии — электричество, природный газ, водород — обладает своими преимуществами и недостатками, и каждая технология может занять собственную нишу в сфере транспорта. Поэтому ставка только на одну из технологий в ущерб остальным будет ошибочной: необходимо параллельно развивать все три направления. Притом освоение технологий электромобильности в России сегодня — необходимый этап развития и внедрения технологий водородной энергетики.

По оценке специалистов Центра НТИ СПбПУ, все три технологии достаточно близки в том, что касается конструкции автомобиля, его компоновки (и по сравнению с особенностями компоновки автомобиля с ДВС): перепроектирование электромобиля в «водородомобиль» значительно проще, чем перепроектирование автомобиля с ДВС в электромобиль. Поэтому разработка и освоение выпуска электромобилей — необходимый этап в разработке и освоении выпуска водородного транспорта. Технологии электротранспорта способны стать драйвером

обсуждаемого процесса в силу своей ориентации на массовый сегмент и относительно более низких затрат на разработку и создание инфраструктуры.

Резюме 7. Таким образом, поддержка производства электромобилей через реализацию «вытягивающих» проектов — это не только декарбонизация и повышение качества жизни, но и прежде всего — борьба за будущее технологическое и экономическое лидерство на новых рынках со сравнительно низким пока еще порогом входа. Такие проекты, как «Российский национальный электромобиль» / «Умный городской электротранспорт», а равно и сопутствующие проекты по развитию компонентной базы (батарейных технологий, ИТ-платформ, микроэлектроники), зарядной инфраструктуры и элементов «умного города», концентрируют вокруг себя научно-технологические, производственные, организационные ресурсы и обеспечивают прорыв в ключевых областях рынка. Тем самым электромобили могут стать базой для возрождения российского автопрома полного цикла: от разработки до производства комплектующих и создания инфраструктуры.

8. РАЗВИТАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА ПОЗВОЛИТ РОССИИ ОБЛАДАТЬ СОБСТВЕННОЙ КОНКУРЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

Развитая сырьевая база России при условии поддержки развития собственных платформ и энергетических систем (аккумуляторных батарей и в дальнейшем топливных элементов) позволит построить современное конкурентоспособное производство электромобилей.

Рост рынка электромобилей повышает спрос на сырье для их ключевого компонента — аккумуляторов. В основном в электромобилях используются литий-ионные аккумуляторы, которые производятся из соединений таких металлов, как литий, никель, марганец, кобальт, медь, алюминий и пр. В настоящее время две трети литий-ионных батарей в мире поставляется из Китая⁵³.

Россия обладает существенными сырьевыми запасами компонентов литий-ионных батарей для электромобилей и других накопителей энергии⁵⁴. Примерно 10% глобальных объемов никеля, большая часть из которого — 1-го «катодного» класса, и 3% кобальта производятся ПАО «ГМК «Норильский никель»»⁵⁵.

По мнению экспертов из VYGON.Consulting, России и российским предприятиям в мировой цепочке производства литий-ионных аккумуляторов отводится роль поставщика сырья (никель, кобальт, медь, алюминий) с низкой добавленной стоимостью, в пределах 5% от цены готовой батареи⁵⁶.

Растет спрос производителей аккумуляторных батарей для электромобилей на никель, который служит материалом для катодов. В 2018 г. ПАО «ГМК «Норильский никель»» и немецкая компания BASF заключили соглашение о строительстве завода по производству катодных материалов для производства электромобилей. На предприятие, расположенное в городе

⁵³ Goyal N. Tesla Warns of Shortage of Minerals Required in the Making of Rechargeable Batteries. URL: www.industrytap.com/tesla-warns-of-shortage-of-minerals-required-in-the-making-of-rechargeable-batteries/50438 (дата обращения: 09.03.2021).

⁵⁴ Бюллетень Счетной палаты РФ. URL: ach.gov.ru/upload/iblock/3ef/3efad1d974fb096eff58368ba6a9fca1.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

⁵⁵ Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития. URL: www.tadviser.ru/images/d/d9/Vygon_consulting_storage.pdf (дата обращения: 19.02.2021).

⁵⁶ Там же.

Харьявалта (Финляндия), ПАО «ГМК «Норильский никель»» будет осуществлять долгосрочную поставку никелевого и кобальтового сырья⁵⁷.

Однако производство и экспорт российского никеля растет медленнее глобального рынка.

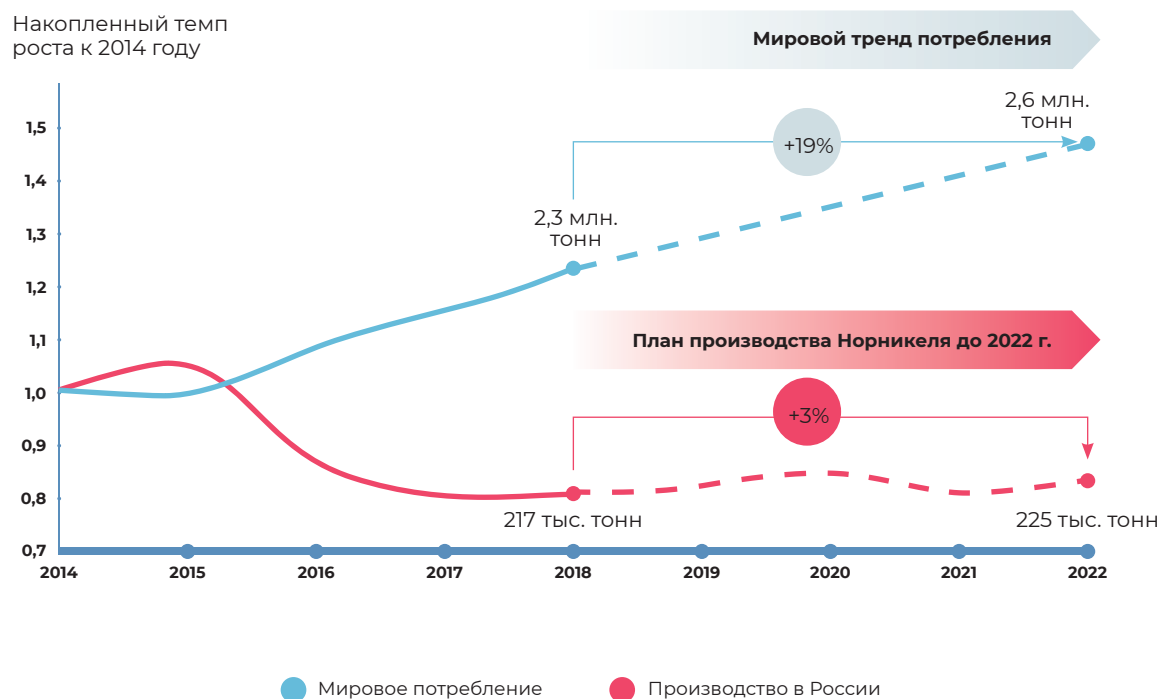


Рис. 17. Рынок никеля из презентации Норникеля «Расширяя горизонты устойчивого роста» / Источник: VYGON Consulting, ноябрь 2019 г.

В бюллетене Счетной палаты РФ «Недропользование»⁵⁸ отмечается, что Россия обладает значительными сырьевыми запасами компонентов литий-ионных батарей для электромобилей и других накопителей энергии. Однако большую часть этого сырья страна импортирует, поскольку не ведутся геолого-разведочные работы, в частности по добыче лития, отсутствует полная цепочка по переработке сырья, ресурсы находятся в труднодоступных зонах.

Наличие существенных запасов отдельных твердых полезных ископаемых при низком их качестве, удаленности от инфраструктуры и главных потребителей, а также отсутствие технологий извлечения приводят к их импорту. Например, Россия располагает достаточно крупной сырьевой базой редкоземельных металлов (25% мировых запасов), требуемых для производства высокотехнологичной и инновационной продукции в различных отраслях промышленности (в том числе в электронике). Однако из-за отсутствия полной производственной цепочки для глубокой переработки сырья спрос на эти металлы удовлетворяется за счет импорта. Также импортируется более трети видов стратегического минерального сырья: марганец, хром, литий, бериллий и рений — 100%, цирконий — 98%, титан — 95%, олово — 70%, бокситы — 64%, уран — 65%, молибден — 45%⁵⁹.

По сегодняшним оценкам, в сырьевых резервах Арктики имеется около 98% запасов никеля, 66% редкоземельных металлов, однако их добыча, учитывая «хрупкость» арктических экосистем, способна нарушить экологический баланс территории.

⁵⁷ BASF и Норникель объединяют усилия для поставки аккумуляторных материалов. URL: www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/basf-i-nornikel-obedinyayut-usiliya-dlya-postavki-akkumulyatornykh-materialov (дата обращения: 19.02.2021).

⁵⁸ Бюллетень Счетной палаты РФ.

⁵⁹ Там же.

Необходимость развития и распространения прорывных технологий в сфере энергетики, в том числе накопителей энергии, обозначена в Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации. При этом добыча лития в России не ведется, геолого-разведочные и специализированные работы по литию не проводятся.

Экспертами отмечается⁶⁰, что российская база ресурсов лития — одна из крупнейших в мире, металл обнаруживается в 16 месторождениях. Ресурсы лития в России оцениваются в 1–1,5 млн т, страна находится на 10-м месте в мире. При этом не производится добыча лития для внутреннего рынка России. Вместо этого импортируется до 1 500 т металла.

Помимо добычи, в России существуют перспективы по производству лития в качестве побочного продукта на месторождениях нефти и газа. ПАО «Газпром» совместно с «ИСТ Эксплоейшн» готовят проект добычи лития на Ковыктинском месторождении газа⁶¹.

При этом необходимо иметь в виду, что ускоряются темпы разработки и использования батарей «постлитиевого» поколения на основе натрия, поскольку запасы натрия в мире практически неисчерпаемы⁶². В 2020 г. осуществлены первые поставки промышленных образцов разработки американской компании Natron Energy для энергетической компании Chevron.

Резюме 8. Таким образом, важнейшим конкурентным преимуществом России является развитая сырьевая база, необходимая для разработки и производства собственных энергетических систем (аккумуляторных батарей и в дальнейшем топливных элементов) и тем самым для построения современного производства электромобилей. Нужно предпринять усилия по стимулированию внутреннего рынка лития и иного сырья для накопителей энергии и по формированию полной цепочки переработки данного сырья.

9. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА

В связи со спецификой экономики Российской Федерации основная линия государственной политики в области рынка электромобилей должна осторожно относиться к популярным в ряде стран запретительным мерам по уменьшению числа автомобилей с ДВС и фокусироваться на создании индустрии производства электромобилей, поддержке спроса и формировании рынка электротранспорта в России.

Важнейшим механизмом развития собственных передовых технологий разработки и производства электротранспорта должны стать комплексные «вытягивающие» проекты, концентрирующие вокруг себя научно-технологические, производственные, организационные ресурсы и обеспечивающие прорыв в ключевых областях рынка. Таким драйвером могут стать «Российский национальный электромобиль» / «Умный городской электротранспорт» и сопутствующие проекты по развитию компонентной базы (батарейных технологий, ИТ-платформ, микроэлектроники), зарядной инфраструктуры и элементов «умного города».

9.1. Синхронизация существующих программ поддержки электромобилей в России

Первым шагом по формированию государственной политики должна стать синхронизация существующих государственных программ, направленных на создание новой наукоемкой производственной отрасли и стимулирование потребления.

Необходимо определить политику государства в отношении развития рынка транспортных услуг (мобильности) в целом и электротранспорта в частности. Эта политика должна быть

⁶⁰ Березина Е. Батарейки разряжены. Как на рынке лития отразится политическая напряженность в Боливии. URL: rg.ru/2019/11/12/kak-na-rynke-litiia-otrazitsia-politicheskaia-napriazhennost-v-bolivii.html (дата обращения: 09.03.2021).

⁶¹ «Газпром» поделится рассолом. URL: www.kommersant.ru/doc/4154770 (дата обращения: 19.02.2021).

⁶² Российские ученые нашли дешевую и надежную замену литиевым аккумуляторам. URL: www.cnews.ru/news/top/2020-07-14_rossiyane_pridumali_deshevye (дата обращения: 19.02.2021).

увязана с климатической повесткой страны и концептуализирована в рамочных документах как на федеральном, так и на региональном уровне.

В случае с регионами особенно важно разработать концепции для агломераций Москвы и Санкт-Петербурга. В этих субъектах Федерации государственные вложения в индустрию электромобилей принесут наибольшие эффекты ввиду их климатических, экономических и инфраструктурных особенностей. Подобные концепции должны быть основаны не только на опыте и лучших практиках мировых лидеров, но и на реалиях и возможностях России, а также интересах ключевых стейкхолдеров отрасли.

Необходимо скоординировать государственную политику в сфере развития электротранспорта и выпуска электромобилей в РФ. В настоящий момент во многих странах мира принимаются и реализуются обширные программы в данной сфере. Следует также обновить Стратегию развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года и разработать государственную программу по развитию инфраструктуры ЭЭС.

9.2. Стимулирование спроса на электромобили

Скачкообразный рост рынка электромобилей произойдет, когда их доля достигнет 3–5% от рынка транспортных средств страны (в настоящий момент — 0,16%). А «эффект масштаба» будет достигнут отечественным производителем на уровне производства от 45 тыс. электромобилей в год. До этого момента важнейшими драйверами развития рынка станут:

- Налоговое регулирование: отказ от части налогов на электротранспорт. Распространение мер, принятых более чем в 20 регионах России, на федеральный уровень.
- Субсидии для частных лиц на покупку электромобилей. Снять до 2027 г. ценовое ограничение по программе предоставления 25-процентной льготы при покупке электромобиля российского производства.
- Реализация механизма субсидирования разницы в стоимости электромобиля и автомобиля с ДВС.
- Мероприятия, направленные на увеличение доли электротранспорта в госзакупках.
- Стимулирование закупок электромобилей корпоративными потребителями: транспортными и каршеринговыми компаниями, таксопарками и др.
- Реализация пилотных проектов применения электротранспорта в городах, субсидирование части затрат на закупку электробусов в пилотных регионах.

9.3. Поддержка развития производства российского электромобиля

Ключевой мерой являются инвестиции и регулирование НИОКР, направленных на разработку технологий, обеспечивающих конкурентоспособность российского конструирования и производства электромобилей и компонентной базы.

Такие проекты, как «Российский национальный электромобиль», должны обладать совокупным «вытягивающим» эффектом, т. е. собирать вокруг себя научно-технологические, производственные, организационные ресурсы и обеспечивать победу в технологической гонке. Поэтому для их реализации необходимо организовать единый координационный центр (на базе инжинирингового или научно-производственного центра) и работу в формате кластера/консорциума и предусмотреть для них меры поддержки в виде конкурсных субсидий или прямого госзаказа.

В настоящий момент такой центр де-факто существует — Инжиниринговый центр, входящий в структуру Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ; он обладает значительным потенциалом, ресурсами и опытом в сфере разработки электромобилей всех классов: от компактных городских электромобилей до 18-метровых электробусов. ПАО «КАМАЗ» планирует запустить в 2023–2024 гг. коммерческое производство электромобиля «КАМА-1», созданного в Центре компетенций НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ⁶³.

⁶³ КАМАЗ намерен создать легкий коммерческий электромобиль на базе «КАМЫ-1». URL: tass.ru/ekonomika/10308081 (дата обращения: 20.01.2021).

Кроме того, размещение инжинирингового центра в Санкт-Петербурге будет давать ряд конкурентных преимуществ для пилотной разработки и производства электромобилей:

1. В городе существует потенциал для того, чтобы организовать производство следующих элементов электромобилей: электродвигателей, рам и кузовных панелей, подвески, тормозной системы и элементов интерьера.
2. В Санкт-Петербурге есть источник электроэнергии с низким «углеродным следом» — Ленинградская АЭС. Используя ее мощности для снабжения производства и заряда электромобилей, можно добиться минимизации выбросов CO₂ на различных этапах жизненного цикла электромобиля. Это позволит не только улучшить климатическую обстановку в городе, но и получить необходимую сертификацию для поставок электромобилей на европейский и глобальный рынки.

9.4. Поддержка развития компонентной базы и материалов

Неотъемлемой частью создания производства автомобилей должно стать производство аккумуляторных батарей и катодных материалов. Варианты создания такого производства: в рамках площадки КАМАЗа; в Тульском промышленном кластере (Узловая), вблизи производств важнейших компонентов катодных материалов (и литиевого, и постлитиевого поколений). Необходимо, кроме того, обеспечить стимулирование разработок в нижеперечисленных областях: микроэлектроника и электронная компонентная база, ИТ-решения и технологии кибербезопасности, технологии автономного и подключенного транспорта, технологии «умного города».

Для реализации данного направления необходимо предусмотреть следующие меры:

- Локализация производства деталей, общих с транспортом с ДВС.
- Локализация производства батарей.
- Льготы производителям электродвигателей из российского сырья.
- Локализация производства электродвигателей.
- Меры поддержки «умных» цифровых ИТ-решений.

Среди конкретных шагов следует назвать уточнение перечня технологий, которые войдут в специальный инвестиционный контракт (СПИК) 2.0, с учетом акцента на перспективных технологиях в топливных элементах, аккумуляторах, микроэлектронике, ИТ-решениях.

Необходимо скорректировать постановление 719 в части балльной оценки локализации электротранспортных средств в направлении снижения требования проходных баллов на этапе организации производства с тем, чтобы в дальнейшем рост локализации обеспечивался за счет отечественных технологий и компонентов, применяемых в электродвигателях.

Необходимо также скорректировать ставку утилизационного сбора, чтобы стимулировать автопроизводителей локализовывать свои проекты.

Указанные меры позволят поддержать российского производителя и сформируют новую повестку в международном сотрудничестве со странами ЕС и крупнейшими компаниями (например, в том, что касается редких металлов и батарей, в НИОКР).

Кроме того, должны быть предусмотрены меры, направленные на развитие утилизации и переработки батарей.

9.5. Развитие инфраструктуры

Отдельно необходимо поддержать развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта. Опыт других стран показывает, что сделать это нужно, несколько опережая действия по развитию рынка электромобилей. Притом варианты и стандарты данной инфраструктуры могут существенно различаться. Инфраструктура должна быть в некоторой степени «избыточной» — доступной. Россия существенно отстает в развитии сети зарядных станций для электромобилей, хотя ПАО «Россети» и приняло национальную программу «30/30». «Точка перелома» для зарядной инфраструктуры такая же, как и для производителей: доля электромобилей 3–5% от всего автопарка страны. По оценке Россетей, годовое потребление энергии в таком случае увеличится на 8–9 млрд кВт·ч и предоставление услуг по зарядке станет прибыльным. Особое

внимание следует уделить формированию гибкой системы тарификации электроэнергии для электротранспорта.

Как показывает, например, опыт Приморья или Иркутска, для использования электромобиля в режиме «дом — работа» может быть достаточно существующих розеток 220 V дома или в офисе. Основным препятствием для развития электротранспорта является невозможность дальних поездок на электромобиле. Поэтому наиболее важно создавать зарядную инфраструктуру вдоль федеральных трасс, обеспечивая связность городов и возможность путешествия на электромобиле на значительные расстояния. Государственную поддержку развития электрочарядной инфраструктуры необходимо начать со следующих шагов:

1. Включить в региональные нормативные документы, определяющие стратегию социально-экономического развития, пункты о развитии зарядной инфраструктуры в регионе с достижением норматива: не менее пяти быстрых зарядных станций в центре каждого города с населением свыше 500 тыс. чел. к 2024 г. и не менее 30 к 2030 г.
2. Обеспечить установку на магистралях федерального значения категорий «М» и «Р» не менее одной зарядной станции на каждые 300 км пути к 2024 г. и не менее одной зарядной станции на каждые 100 км пути к 2030 г.
3. Стимулировать в рамках деятельности институтов развития появление и совершенствование частных сетей быстрых зарядных станций.
4. Обеспечить через институты развития финансирование, разработку и локализацию технологий создания зарядных станций, зарядной инфраструктуры, а также совершенствование сопутствующих технологий.
5. Реализовать меры, стимулирующие предпринимателей размещать зарядную инфраструктуру на своих объектах. Например, в Санкт-Петербурге уже действует норма, обязывающая девелоперские компании устанавливать зарядные станции во всех строящихся жилых и офисных зданиях. В целом к таким компаниям могут относиться:
 - а) девелоперские компании;
 - б) автопарки, таксопарки;
 - в) каршеринговые компании;
 - г) сети ресторанов быстрого питания, торговые комплексы;
 - д) автопроизводители;
 - е) сети станций автосервиса, сети АЗС.

Возможно, следует ужесточить норму, требующую оборудовать АЗС зарядными станциями: сейчас она носит рекомендательный характер.

Также предлагается реализовать три пилотных проекта:

1. Пилотная магистраль для электрических и водородных тягачей.
2. Пилотный город для внедрения нулевых выбросов развозных автомобилей к 2030 г.
3. Пилотные регионы для электрификации автобусных парков (кроме Москвы и Санкт-Петербурга).

9.6. «Российский национальный электромобиль». Создание консорциума по развитию электротранспорта

Учитывая крайне сжатые сроки существования «окна возможностей» для входа на рынок электромобилей, представляется уместным рекомендовать принять комплексную программу «Российский национальный электромобиль», фокусирующую усилия участников на скорейшей разработке и выпуске на рынок массового электромобиля в нижнем и среднем ценовом сегментах, не уступающего зарубежным аналогам.

Данный проект будет достойно продолжать ряд новейших технологических побед России, таких как строительство Крымского моста, создание вакцины «Спутник V», создание гиперзвукового оружия и др.

Чтобы реализовать комплексную программу развития электромобильного транспорта, следует сформировать консорциумы среди заинтересованных участников по направлениям деятельности, представленным в таблице 2.

Таблица 2. Основные направления деятельности консорциума и участники

Направление деятельности	Задачи	Участники
Разработка и производство «российского национального электромобиля»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка платформы и модельного ряда электромобилей 2. Обеспечение производства электромобилей 3. Обеспечение дистрибуции электромобилей 4. Разработка необходимых ИТ-компонентов электромобиля 	<p>СПБПУ Петра Великого ПАО «КАМАЗ» ПАО «ГАЗ» ПАО «Сбербанк» Лаборатория Касперского «Яндекс» и др. (список может быть расширен)</p>
Формирование общего видения касательно сроков и этапов развития рынка электромобильного транспорта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Координация регуляторных требований и проектных сроков с государственными регуляторами и инфраструктурными компаниями 2. Нетворкинг участников консорциума и промышленных партнеров 3. Поддержка стартапов и предпринимателей, осуществляющих разработки в сфере электротранспорта 	<p>СПБПУ Петра Великого ВЭБ.РФ Фонд «ЦСР «Северо-Запад» Сколковский институт науки и технологий ПАО «КАМАЗ» ПАО «ГАЗ» ООО «Зетта» «Яндекс.Драйв» «Делимобиль» «Белка» IT-платформа ZEVS и др. (список может быть расширен)</p>
Развитие рынка инжиниринга электротранспорта	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание инжиниринговых центров 2. Использование существующих исследовательских мощностей для поддержки локализации производства деталей, общих с транспортом с ДВС, и электродвигателей 	<p>СПБПУ Петра Великого Сколковский институт науки и технологий (список может быть расширен)</p>
Развитие российских технологий управления транспортной инфраструктурой, создание инфраструктуры ЭЭС	<ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование дорожной карты по развитию инфраструктуры ЭЭС 2. Реализация Всероссийской программы развития зарядной инфраструктуры для электротранспорта 3. Реализация мер по поддержке предпринимателей, размещающих зарядную инфраструктуру на своих объектах 4. Реализация пилотной магистрали для электрических и водородных тягачей 5. Реализация проекта по созданию пилотных регионов для электрификации автобусных парков 	<p>ПАО «Россети» Автодор ГУП «Мосгортранс» ГУП «Горэлектротранс» (Санкт-Петербург) Минэнерго РФ Минтранс РФ IT - платформа ZEVS (список может быть расширен)</p>

Развитие российских технологий электромобильности, создание производства компонентной базы

1. Создание в РФ компонентной базы с последующей интеграцией в собственный модельный ряд и с выводом на российский и экспортные рынки
2. Создание в РФ мощностей по производству необходимой компонентной базы и готового продукта в различных сегментах электромобильной техники
3. Участие в формировании инфраструктуры

ПАО «КАМАЗ»
ПАО «Сбербанк» (инфотейнмент)
ПАО «Сибур»
ГК «Росатом»
НЛМК
Русал
(список может быть расширен)

Создание производства, рециклинга и утилизации аккумуляторных систем

1. Формирование дорожной карты НИОКР и подготовки производства
2. Создание в РФ компонентной базы для производства литий-ионных и других батарей
3. Локализация производства батарей
4. Внедрение бизнес-моделей вторичного использования и утилизации батарей

ГК «Росатом»
ООО «РЭНЕРА»
Сколковский институт науки и технологий
InEnergy
«Лиотех»
«Халмек»
УЗХР
КМЭЗ
Химпром
Норникель
«Полиметалл»
и др.
(список может быть расширен)

Формирование государственной политики в сфере развития электротранспорта, в том числе мер государственной поддержки

1. Разработка госпрограммы по развитию электротранспорта в РФ
2. Обновление существующей Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года

ВЭБ.РФ
Минпромторг РФ
Минэнерго РФ
Фонд «ЦСР «Северо-Запад»
(список может быть расширен)

Источник: ЦСР «Северо-Запад»

10. РЕЗЮМЕ: ОЖИДАЕМЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛОЖЕННОЙ ПОЛИТИКИ

Ожидается, что реализация комплексной политики, предложенной в докладе, и формирование высокоразвитого внутреннего рынка электротранспорта и сопутствующих технологий приведут к следующим эффектам:

1. Опыт Центра НТИ СПбПУ показывает принципиальную возможность создания линейки электромобилей и компонентов в заявленные в докладе два-три года действия «окна возможностей», но для этого необходимо применять весь спектр «сквозных» технологий разработки и производства: «цифровые двойники» как технология-интегратор, наукоемкие платформенные решения и др. Широкое внедрение этих технологий промышленными компаниями, участвующими в создании рынка электротранспорта, позволит им перейти на новый уровень развития на пути к промышленному лидерству на глобальных рынках. Данный уровень подразумевает непрерывный характер разработки как важнейшую особенность новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования на основе цифровых двойников, а следовательно, значительное ускорение разработки и выпуска новой продукции, снижение финансовых и иных ресурсных затрат, обеспечение конкурентоспособных характеристик, гибкую реакцию на действия конкурентов и конъюнктуру рынка⁶⁴.

2. В ряде стран в настоящее время ведется работа по созданию собственных «национальных» электромобилей: TOGG в Турции, Izera в Польше, Arrow в Канаде и др. Разработка «национального массового электромобиля» является сегодня важным политическим символом развития и силы науки и производства. В то же время рыночная ситуация «на переломе» технологического уклада предоставляет возможность новым производителям потеснить или даже обогнать прежних лидеров автомобильной промышленности. Это происходит уже сейчас: в числе 10 самых дорогих автоконцернов мира на ноябрь 2020 г. — три производителя электромобилей, появившихся уже в XXI в. (Tesla, NIO, Xpeng). Успешное участие России в этом процессе продемонстрирует высокий уровень научно-технологического развития страны.

3. Автомобилестроение, как высокотехнологичная отрасль, занимающая третье место в мире по объемам затрат на исследования и разработки, представляет собой на современном этапе один из ведущих драйверов развития цифровой экономики. Создание линейки электромобилей и компонентной базы позволит «перезагрузить» российскую автомобильную промышленность полного цикла и внести весомый вклад в устойчивость и развитие российской экономики.

4. Реализация проекта производства массового электромобиля способствует формированию и росту экосистемы новых технологий, в том числе отсутствующих или недостаточно разработанных в данный момент в России: средства накопления энергии и сырье для них (никель, литий, кобальт, редкоземельные металлы), электродвигатели и компоненты для них, алюминиевые конструкции и конструкции из композиционных материалов, технологии рекуперации энергии, микроэлектроника, новейшие автокомпоненты, а также сопутствующие электромобильности технологии беспилотного управления и помощи водителю (ADAS), коннективности, систем промышленного интернета и др.

5. На общесистемном уровне производство электротранспорта и его применение в городском хозяйстве, требующее внедрения новых цифровых технологий и платформенных решений, безусловно, способствует формированию киберфизических систем принципиально нового типа («умная фабрика», «умный город» и др.), повышению устойчивости развития предприятий, городов и других систем, повышению эффективности управления и уровня безопасности, снижению финансовых и временных затрат, сокращению расходов на обслуживание инфраструктур, увеличению скорости процессов, обеспечению их прозрачности и наблюдаемости, росту энергоэффективности и сокращению негативного воздействия на окружающую среду.

⁶⁴ На основе опыта Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и ИЦ «Центр компьютерного инжиниринга» CompMechLab СПбПУ.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. «КАМА-1» — первый российский электромобиль, разработанный на основе технологии цифровых двойников. URL: nticenter.spbstu.ru/article/kama-1 (дата обращения: 17.03.2021).
2. Михальченко Н. «КАМА-1»: электрический национальный чемпион. URL: stimul.online/articles/innovatsii/kama-1-elektricheskiy-natsionalnyy-chempion/ (дата обращения: 15.01.2021).
3. «Аккумулятивный эффект»: рост производства лития и кобальта приведет к падению цен на них. URL: www.acra-ratings.ru/research/662 (дата обращения: 09.03.2021).
4. Березина Е. Батареи разряжены. Как на рынке лития отразится политическая напряженность в Боливии. URL: rg.ru/2019/11/12/kak-na-rynke-litiia-otrazitsia-politicheskaja-napriazhenost-v-bolivii.html (дата обращения: 09.03.2021).
5. Боровков А. И., Гамзикова А. А., Кукушкин К. В., Рябов Ю. А. Цифровые двойники в высокотехнологической промышленности. Краткий доклад (сентябрь 2019 года). СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2019. 62 с.
6. Боровков А. И., Рождественский О. И., Кукушкин К. В., Павлова Е. И., Таршин А. Ю. Дорожная карта по развитию сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии». Результаты и перспективы // Инновации. 2019. № 11 (253). С. 89–104.
7. Боровков А. И., Рождественский О. И., Рябов Ю. А., Корчевская А. А., Хуторцова А. Т. Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого // Инновации. 2019. № 11 (253). С. 73–88.
8. Восприятие электромобилей. Исследование в синдикативном сообществе Ipsos в России. Июнь, 2020. URL: www.ipsos.com/ru-ru/ipsos-stories-vospriyatie-elektromobiley (дата обращения: 23.03.2021).
9. Глава Россетей отметил рост роли потребителя в процессе цифрового энергоперехода. URL: tass.ru/ekonomika/9668035 (дата обращения: 19.02.2021).
10. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году». URL: www.mnr.gov.ru/docs/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/gosudarstvennyy_doklad_o_sostyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения: 09.03.2021).
11. Единая энергетическая система России. URL: so-ups.ru/functioning/ees/ups2021 (дата обращения: 09.03.2021).
12. Как электромобили повлияют на глобальное потребление электроэнергии. URL: www.elec.ru/analytics/kak-elektromobili-povliyayut-na-globalnoe-potreble/ (дата обращения: 09.03.2021).
13. КАМАЗ намерен создать легкий коммерческий электромобиль на базе «КАМЫ-1». URL: tass.ru/ekonomika/10308081?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&nw=1608538690000 (дата обращения: 20.01.2021).
14. КАМАЗ планирует экспортировать электробусы в Европу. URL: tass.ru/ekonomika/10308135 (дата обращения: 20.01.2021).
15. Количество электромобилей в России превысило 10 тысяч единиц. URL: www.autostat.ru/news/47243 (дата обращения: 09.03.2021).
16. «Лиотех» увеличил выручку в 1,5 раза. Больше половины выручки пришлось на поставки продукции для энергетики. URL: www.rusnano.com/about/press-centre/media/20200130-infopro54-liotech-velichil-vyruchku (дата обращения: 09.03.2021).
17. Накопители энергии в России: инъекция устойчивого развития. URL: www.tadviser.ru/images/d/d9/Vygon_consulting_storage.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
18. На зарядку становись: как заработать на станциях для электромобилей. URL: <https://rb.ru/longread/electrocar-charge-business/> (дата обращения 09.03.2021).

19. Недропользование. Бюллетень Счетной палаты РФ. URL: ach.gov.ru/upload/iblock/3ef/3efad1d974fb096eff58368ba6a9fca1.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
20. Поляков А. Как спроектировать электромобиль. Опыт «КАМА-1». URL: cadcamcae.lv/N142/12-17.pdf (дата обращения: 23.03.2021).
21. Приложение к дайджесту Центра НТИ СПбПУ «Технологии электромобильности. CML-EV DIGEST. Мобильность, экология, HI-TECH, IT». № 1 (ноябрь-декабрь 2020). URL: assets.fea.ru/uploads/fea/news/2020/12_december/18/2020_1210_CML-EV_Digest_1.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
22. Росатом будет развивать работу на рынках накопителей энергии под брендом Re nera. URL: tass.ru/ekonomika/9666545 (дата обращения: 09.03.2021).
23. Российский электрокар Zetta: планируется новая модель. URL: rg.ru/2020/08/21/rossijskij-elektrokar-zetta-planiruetsia-novaia-model.html (дата обращения: 09.03.2021).
24. Ростех и Titan Power Solution создадут новые виды Li-Ion. URL: <https://rostec.ru/news/rostekh-i-titan-power-solution-sozdadut-novye-vidy-li-ion-batarey/> (дата обращения: 09.03.2021).
25. Справка о развитии транспорта на альтернативных источниках энергии. СПбПУ. Декабрь 2020.
26. Ток перед родиной. URL: www.kommersant.ru/doc/4692051 (дата обращения: 18.02.2021).
27. Электромобили и беспилотный транспорт. URL: apr.moscow/%20content/data/6/02%20Элек%20ромобили%20и%20беспилотный%20транспорт.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
28. BASF и Норникель объединяют усилия для поставки аккумуляторных материалов. URL: www.nornikel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/basf-i-nornikel-obedinyayut-usiliya-dlya-postavki-akkumulyatornykh-materialov/ (дата обращения: 09.03.2021).
29. Barrett E. China Is Rolling Back the Subsidies that Fueled Its Electric-Vehicle Boom. URL: fortune.com/2021/01/05/china-electric-vehicle-subsidies-sales-tesla/ (дата обращения: 09.03.2021).
30. New Energy Outlook 2020. URL: about.bnef.com/new-energy-outlook (дата обращения: 23.03.2021).
31. Burch E., Gilchrist J. Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles. URL: theclimatecenter.org/wp-content/uploads/2020/03/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-update-3.18.20-1.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
32. Car Cost Index 2020. URL: www.leaseplan.com/-/media/leaseplan-digital/int/blog/2020/car-cost-index/cci-2020-report.pdf?la=en (дата обращения: 19.02.2021).
33. China's Quest to Adopt Electric Vehicles. URL: www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/Electric%20Vehicles_89176bc1-1aee-4c6e-829f-bd426beaf5d3.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
34. Electric Mobility 2.0: Tracking the Next Wave in India. URL: www.kearney.in/article/?a/electric-mobility-2-0-tracking-the-next-wave-in-india (дата обращения: 09.03.2021).
35. Global EV Outlook 2020. URL: www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020 (дата обращения: 20.01.2021).
36. Global Sales of Electric Cars Accelerate Fast in 2020 Despite Pandemic. URL: www.theguardian.com/environment/2021/jan/19/global-sales-of-electric-cars-accelerate-fast-in-2020-despite-covid-pandemic (дата обращения: 10.02.2021).
37. Goyal N. Tesla Warns of Shortage of Minerals Required in the Making of Rechargeable Batteries. URL: www.industrytap.com/tesla-warns-of-shortage-of-minerals-required-in-the-making-of-rechargeable-batteries/50438 (дата обращения: 09.03.2021).
38. Harto C. Electric Vehicle Ownership Costs (2020). URL: advocacy.consumerreports.org/wp-content/uploads/2020/10/EV-Ownership-Cost-Final-Report-1.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
39. ICCT Briefing | Update on the Global Transition to Electric Vehicles Through 2019. URL: theicct.org/sites/default/files/publications/update-global-EV-stats-sept2020-EN.pdf (дата обращения: 23.03.2021).
40. Schmidt B. Electric Car Uptake Reaches Tipping Point in China and Europe. URL: thedriven.io/2021/01/20/europe-and-china-reach-tipping-point-for-adoption-of-electric-cars (дата обращения: 05.02.2021).

41. *Schmidt B.* Power Tool: How Nissan Leaf e+ Played Vital Role in Japan's Disaster Recovery. URL: thedriven.io/2020/12/18/power-tool-how-nissan-leaf-e-played-vital-role-in-japans-disaster-recovery/#:~:text=This%20week%20Nissan%20has%20highlighted,need%20to%20assist%20in%20recovery (дата обращения: 19.02.2021).
42. *Singal N.* Electric Vehicles' Global Sales Jump 39% in 2020, 3.1 Million Units Sold. URL: www.businesstoday.in/sectors/auto/electric-vehicles-global-sales-jump-39-percent-in-2020-3-million-units-sold/story/430707.html (дата обращения: 10.02.2021).
43. Costs Associated with Non-Residential Electric Vehicle Supply Equipment. URL: afdc.energy.gov/files/u/publication/evse_cost_report_2015.pdf (дата обращения: 09.03.2021).
44. *Weller K., Lipp S., Roeck M., Matzer C., Bittermann A., Hausberger S.* Real World Fuel Consumption and Emissions from LDVs and HDVs. URL: www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmech.2019.00045/full (дата обращения: 19.02.2021).
45. Zetta (электромобиль). URL: [www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Zetta_\(электромобиль\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Zetta_(электромобиль)) (дата обращения: 09.03.2021).

Санатов Дмитрий Васильевич, Абакумов Артем Михайлович, Айдемиров Абдулмуслим Юсупович, Боровков Алексей Иванович, Васеев Илья Евгеньевич, Гареев Тимур Рустамович, Годунова Елизавета Александровна, Гумеров Ирек Флорович, Кашин Алексей Михайлович, Клепач Андрей Николаевич, Клявин Олег Игоревич, Клявина Милена Петровна, Княгинин Владимир Николаевич, Коггин Сергей Анатольевич, Матасов Михаил Владимирович, Салкуцан Сергей Владимирович, Пономарев Алексей Константинович, Таршин Андрей Юрьевич, Финк Павел Петрович, Харитонов Михаил Алексеевич

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА И ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РОССИИ

Экспертно-аналитический доклад

Под редакцией **А. И. Боровкова, В. Н. Княгинина**

Подписано в печать 24.03.2021. Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 100 экз. Заказ 1298.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного научными редакторами, в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета. 195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.

Фонд «Центр стратегических разработок
«Северо-Запад», Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого, КАМАЗ, Институт исследований
и экспертизы ВЭБ.РФ, Сколковский институт
науки и технологий в партнерстве с Фондом
поддержки инноваций и молодежных
инициатив Санкт-Петербурга