

ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ: РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

РОСТОВСКИЙ Йоханнес Корнелиус, jkrostovski@gmail.com, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия
ORCID: 0000-0001-5797-1367

В статье рассматриваются различные аспекты влияния развития рынка электромобилей на российскую экономику. Представлена модель прогноза будущих продаж и парка электромобилей по регионам мира. Разработаны два прогнозных сценария и прогнозы мирового спроса на энергоресурсы со стороны автопарка до 2050 г. Показаны направления влияния глобальных процессов электромобилизации на российскую экономику. Также представлены текущие планы по развитию электромобилизации в России. Обсуждаются направления и предлагаются дополнительные новые ориентиры промышленной политики в этой сфере, в том числе с учетом новых условий развития российской экономики.

Ключевые слова: автомобильный рынок, электромобиль (ЭМ), двигатель внутреннего сгорания (ДВС), продажи электромобилей, парк электромобилей, Китай, Европа, США, Россия.

DOI: 10.47711/0868-6351-198-106-119

Быстрое увеличение доли электромобилей (ЭМ) в автопарке влечет за собой масштабные структурные сдвиги как в глобальной экономике, так и в экономиках отдельных стран. Это обусловлено тем, что электромобиль – одна из важнейших новых технологий на стыке транспорта и энергетики, которая требует развития целого ряда новых производств, при этом ее распространение приводит к снижению выпуска в некоторых традиционных отраслях.

По мнению подавляющего большинства экспертов, процесс дальнейшей электромобилизации автопарка неизбежен, неопределенность в этой сфере связана только со скоростью этого процесса и конкретными технологическими решениями, которые будут обеспечивать электрическое питание автомобильных двигателей. В России число электромобилей также будет достаточно быстро увеличиваться, хотя и, видимо, с задержкой по отношению к странам-лидерам.

Структурные сдвиги, связанные с процессами электромобилизации, повлекут за собой ряд существенных макроэкономических последствий для российской экономики. С одной стороны, быстрое расширение использования электромобилей снизит потребление автомобильного топлива во всем мире. В свою очередь, такое развитие событий, безусловно, повлияет на экономику России как крупнейшего экспортера нефти и нефтепродуктов. С другой стороны, внутри самой России увеличение доли электромобилей в автопарке может и должно способствовать не только снижению спроса на нефтепродукты, но и ускоренному развитию новых высокотехнологичных производств, нацеленных на выпуск электромобилей, комплектующих изделий к ним, зарядных устройств и т. д., а также на экологически безопасную утилизацию отработанных аккумуляторов. Обе группы последствий требуют проведения соответствующей отраслевой политики, для разработки и обоснования которой необходимы сценарные прогнозы, оценивающие возможные варианты развития событий в мировой и российской экономике. Получение этих прогнозных оценок стало основной целью нашего исследования.

В 2020-2021 гг. произошел качественный переход электромобилей в статус передовой технологии в автомобилестроении на ключевых рынках. Доля ЭМ

в совокупных продажах новых автомобилей в мире составила 4,2% в 2020 г., 8,3% в 2021 г.¹ В 2022 г. ожидается 13% (прогноз МЭА).

Этот переход сконцентрирован на трех ключевых рынках (Китай, Европа и США), где сосредоточено более 65% всех продаж автомобилей и 85% продаж электромобилей. В 2021 г. на Китай приходилось около четверти всех продаж автомобилей и половина продаж ЭМ; на Европу – 17 и 27%, соответственно; на США – 21 и 8%.

Это движение, в отличие от многих других новых направлений в энергетике, сформировано в первую очередь автокомпаниями, то есть частным капиталом. Автоконцерны до 2030 г. собираются проинвестировать более 1,2 трлн долл. США в направление электромобилей и батарей². Даже если не все планы автоконцернов реализуются (а они, скорее всего, будут только возрастать в части ЭМ и батарей), все равно понятно, что инвестиции в НИОКР ДВС будут постепенно сворачиваться, и весь прогресс в автомобилестроении сосредоточится в чистых и гибридных ЭМ.

Тем не менее, перспективы развития мирового и региональных рынков автомобилей и электромобилей характеризуются высокой неопределенностью. Например, в последние два-три года эта неопределенность возросла из-за непредсказуемости цен на сырье для производства батарей. А в 2021-2022 гг. на фоне энергокризиса, который сделал зарядку электромобиля во многих странах далеко не такой выгодной как раньше [1], возникают экономические стимулы медленнее переходить на ЭМ. Хотя себестоимость их производства, а значит, и цена, продолжают снижаться.

Следует особо отметить, что в условиях санкций и при текущем состоянии автопрома в России развитие производства и увеличение автопарка за счет ЭМ может быть одним из вариантов экономической политики в стране, развития автопромышленности (включая производство батарей) и транспортного сектора в долгосрочной перспективе.

Прогнозная модель. Была разработана прогнозная модель, которая позволяет оценивать объемы рынков топлива при разных сценариях развития электромобилизации. Для этого необходимо оценивать размеры автопарка по всем ключевым регионам с детализацией на типы автомобилей по потребляемому топливу.

Прогнозная модель устроена следующим образом:

Исследуется четыре ключевых, с точки зрения развития электромобилей, региона: США, Европа, Китай, прочие страны. Данные по миру в целом равны сумме по всем рассматриваемым регионам.

Автопарк (А) каждого региона делится на три типа – легковые (Л), легкие коммерческие (ЛК) и тяжелые коммерческие (ТК) автомобили (рис. 1)³. Каждый из типов, в свою очередь, разделен на дизельные (ДТ), бензиновые (Б) и электрические (ЭМ) автомобили.

На всем ретроспективном периоде для каждого региона (рынка) и каждого типа двигателей определяется (рассчитывается или экспертно задается) годовой пробег (П) и удельные расходы топлива/энергии (УР). Важно выявить и зафиксировать понятные взаимосвязи между автопарком и потребляемым топливом через поведение удельных расходов и пробегов, характерных для каждого региона и каждого сегмента автопарка.

Потребление топлива (бензина, дизельного топлива, электроэнергии) в каждом году получается перемножением автопарка, пробега и удельного расхода топлива/энергии:

¹ Global EV Sales for 2022 H1. URL: <https://www.ev-volumes.com/>

² Automakers to double spending on EVs, batteries to \$1.2 trillion by 2030. URL: <https://reut.rs/3gQQ79x>

³ Легковые автомобили – вес до 3,5 т; легкие коммерческие автомобили – также до 3,5 т, включают пикапы, фургоны и трехколесные транспортные средства; тяжелые коммерческие автомобили – вес более 3,5 т.

$\sum_{i,j} (A_{ij} \cdot \Pi_{ij} \cdot \text{УР}_{ij}) = \text{Потребление топлива/}$
 энергии автомобильным транспортом в регионе,
 где i – тип транспорта (Л, ЛК, ТК); j – тип двигателя (ДТ, Б, ЭМ).

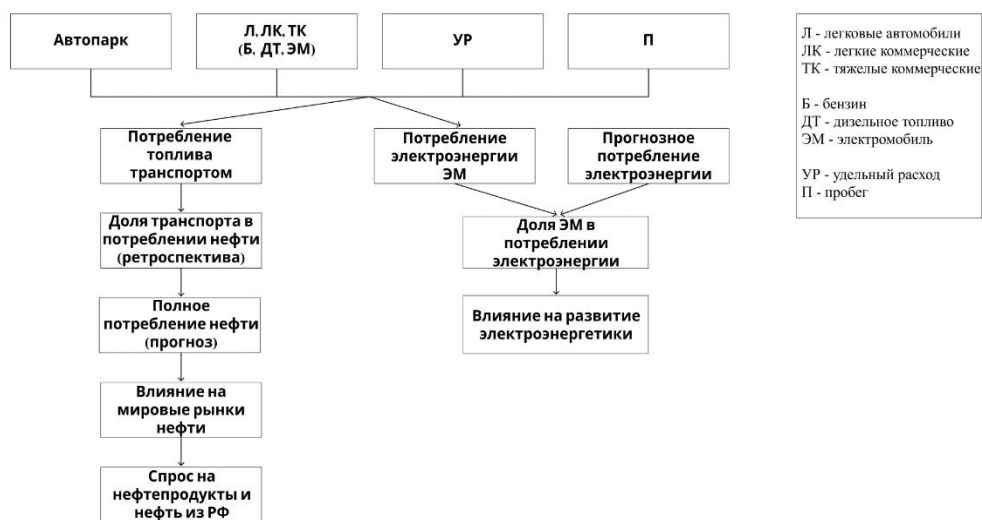


Рис. 1. Блок-схема модели

Далее необходимо определить долю автотранспорта в общем потреблении нефти на историческом периоде. Тогда, отталкиваясь от этого соотношения на прогнозном периоде, можно рассчитать полное потребление нефти, в зависимости от сценариев развития автопарка. Здесь важно учитывать особенности нефтепереработки каждой страны и сложность ее перестройки. Нами предполагается, что в прогнозном периоде не будет инвестиций в перестройку НПЗ, а отрасль переработки нефти будет реагировать на изменение спроса на нефтепродукты через масштабирование производства и сокращение импорта нефтепродуктов. Таким образом, результатом расчетов является сокращение потребления нефти и импорта нефтепродуктов в регионе при разных сценариях распространения электромобилей.

Для того, чтобы определить потребление электроэнергии электромобилями, проводится аналогичная процедура с учетом удельных расходов электроэнергии.

Далее, оценим воздействие ЭМ на энергосистему – рассчитаем долю ЭМ в совокупном прогнозном электропотреблении экономики (эти оценки берутся из внешних прогнозов). По мере повышения этой доли дальнейшее расширение использования ЭМ может потребовать ввода новых электрогенерирующих мощностей или перестройки энергосистемы, позволяющей выровнять нагрузку на энергосистему внутри суток.

Такая перестройка может осуществляться на основе технологии передачи электроэнергии от машины в сеть (V2G) и использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [2]. Также снизить нагрузку на энергосистему может совместное использование беспилотных ЭМ [3; 4].

Прогнозные сценарии. Предлагается два варианта расчетов для оценки будущих продаж электромобилей. Остановимся подробнее на каждом из них.

Первый сценарий называется *маркетинговым*. Он ориентируется на текущие темпы роста продаж, достижение паритета цены электромобиля и автомобиля с ДВС [5] и объявленные ограничения на продажи неэкологичных транспортных средств.

Ключевое допущение – что при достижении ценового паритета потребители начнут массово переключаться на электромобили, являющиеся более экономными с точки зрения эксплуатационных затрат потребителя [6].

Второй сценарий фокусируется на оценке объемов *производства батарей* по регионам мира и анализе возможных ограничений как со стороны производственных мощностей по батареям, так и со стороны сырья (эти два аспекта являются узкими местами в развитии ЭМ). Такие ограничения могут существенно замедлить внедрение электромобилей на отдельных рынках и в мире в целом⁴.

Результаты расчетов по первому сценарию – маркетинговое развитие рынка ЭМ. По первому сценарию, к 2050 г. доля электромобилей в продажах новых автомобилей в мире достигает 89%. Китай, Европа и США в прогнозируемом периоде до 2050 г. сохраняют лидирующие позиции на электромобильном рынке, все еще занимая более половины его общемирового объема (рис. 2), но после 2033 г. главными драйверами роста станут прочие страны, в первую очередь, развивающиеся.

К 2050 г. возможность купить автомобиль с ДВС будет ограничена как автопроизводителями, так и государственной политикой в большинстве стран мира. Все крупнейшие автоконцерны перестают инвестировать в эту технологию, и к середине 2020-х годов электромобили должны достигнуть паритета цены с автомобилями с ДВС, при этом обладая достаточным запасом хода и плотностью общественных зарядных станций для комфортного использования практически в любых условиях. Этим обусловлена такая высокая доля ЭМ в 2050 г.

Млн ед.

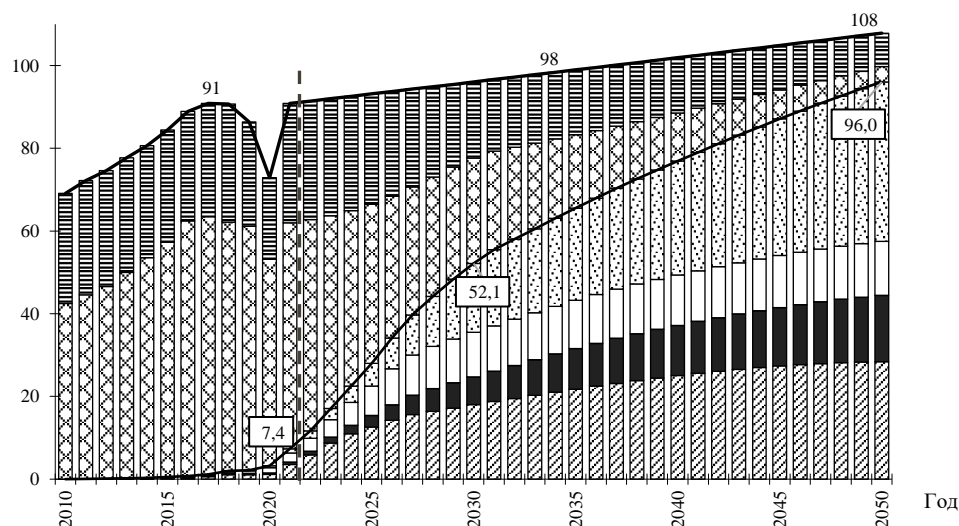


Рис. 2. Продажи автомобилей с ДВС и ЭМ в мире и по регионам с 2010 по 2020 г. (факт) и с 2021 по 2050 г. (прогноз по первому сценарию):

- ▨ Китай: ЭМ; ■ США: ЭМ; □ Европа: ЭМ; ▤ Прочие: ЭМ;
- ▨ Европа+США+Китай: ДВС; ▤ прочие: ДВС

Источники: расчеты автора по данным МЭА, Eurostat, European Automobile Manufacturers' Association, Transportation Energy Data Book, National Bureau of Statistics of China.

⁴ Более подробно см. в статье: Ростовский Й.-К., Галкин Н.А. Прогноз мощностей по выпуску электромобилей до 2050 года с учетом возможных ограничений при производстве батарей / Материалы XXIII Всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий», секция 5 «Проблемы прогнозирования деятельности предприятий»: Москва, 12-13 апреля 2022 г. / под ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера. М., ЦЭМИ РАН, 2022. С. 510-512. DOI: 10.34706/978-5-8211-0802-9-s5-11.

По рассматриваемому нами сценарию, автопарк мира к 2050 г. будет электрифицирован на 55%, что составит 1271 млн электромобилей (рис. 3). Суммарно в Европе, США и Китае будет 485 млн автомобилей с ДВС и 821 млн ЭМ (доля ЭМ – 63%). В прочих странах будет 538 млн автомобилей с ДВС и 451 млн ЭМ (доля ЭМ – 44%).

Млн ед.

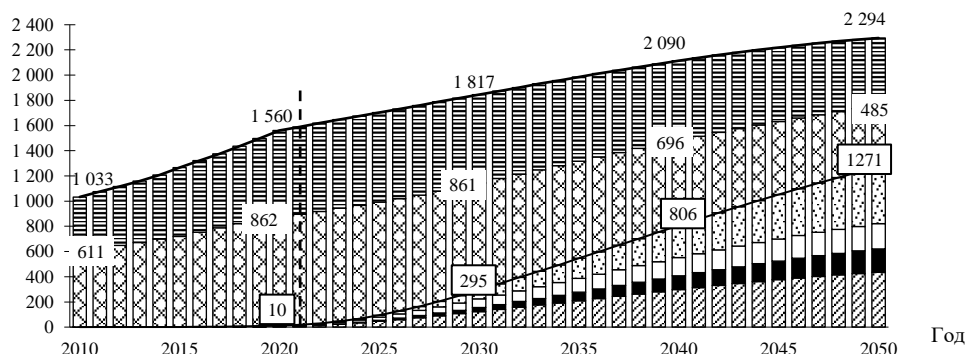


Рис. 3. Парк автомобилей с ДВС и ЭМ в мире и по регионам с 2010 по 2020 гг. (факт) и с 2021 по 2050 гг. (прогноз по первому сценарию):

▨ Китай: ЭМ; ■ США: ЭМ; □ Европа: ЭМ; ▨ Прочие: ЭМ;
▨ Европа+США+Китай: ДВС; ▩ прочие: ДВС

Источники: расчеты автора по данным МЭА, Eurostat, European Automobile Manufacturers' Association, Transportation Energy Data Book, National Bureau of Statistics of China.

На историческом периоде в мире наблюдался рост потребления нефти с 3753 млн т в 2000 г. до локального пика в 4558 млн т в 2019 г. (рис. 4), после чего последовало падение 2020 г. до отметки в 4132 млн т.

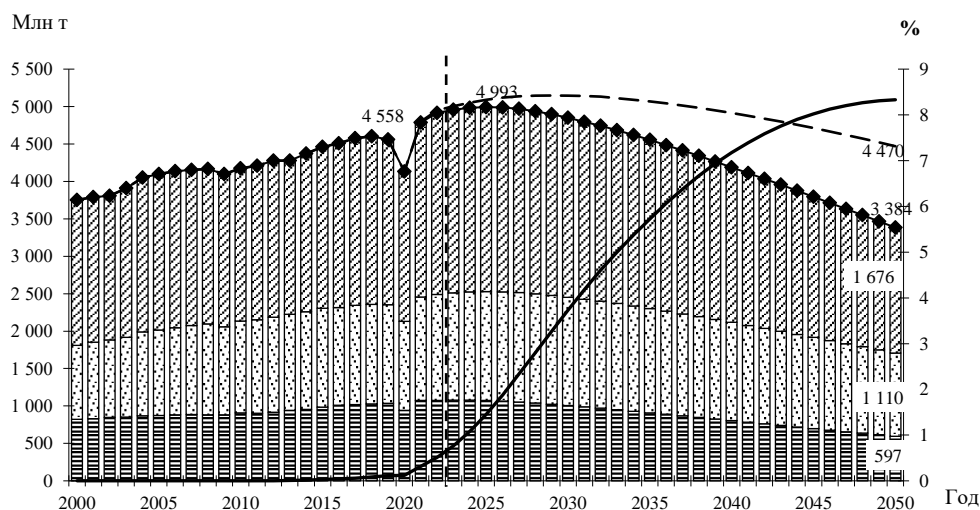


Рис. 4. Мировое потребление нефти с 2000 по 2020 гг.

(факт) и с 2021 по 2050 гг. (прогноз по первому сценарию):
потребление: ▨ бензина; ▨ ДТ; ▨ прочих нефтепродуктов и остатков нефти
--- нефти (без электромобилей); —◆— нефти; ——— доля электромобилей
в электропотреблении (правая ось)

Источники: расчеты автора по данным: МЭА, EIA.

Примерно 73% всего дизельного топлива (ДТ) и почти 100% бензина потребляется транспортным сектором. Общее потребление бензина и ДТ составляет в среднем около 51% от всего потребления нефти и нефтепродуктов. В 2021 г. электромобили использовали 0,4% всей потребленной электроэнергии.

По нашим расчетам, в рамках представленной модели и сценариев пик мирового потребления нефти ожидается в 2026 г. и составит величину порядка 4993 млн т. К 2050 г. при реализации прогноза по парку электромобилей потребление нефти и нефтепродуктов составит 3384 млн т, что на 26% ниже уровня 2019 г. Для сравнения, если бы электромобилей не было, потребление нефти в 2050 г. составило бы 4470 млн т (меньше пика из-за сокращения удельных расходов благодаря повышению эффективности ДВС и замещению в парке неэффективных автомобилей с ДВС на более эффективные). Электропотребление электромобилей стабильно растет и к 2050 г. составит 2689 ГВт·ч или 8,3% от общего прогнозного потребления (рис. 4).

Результаты расчетов по второму сценарию – ограничения по производству батарей. Цены на доминирующие в настоящее время литий-ионные аккумуляторы с 2010 по 2021 г. упали на 89%, при этом средневзвешенная цена составила 132 долл. за кВт·ч. К середине 2020-х годов электромобили достигнут паритета цен с автомобилями внутреннего сгорания без субсидий в большинстве сегментов, в том числе, за счет снижения стоимости батарей до уровня менее 100 долл. за кВт·ч.

Ожидается, что к 2030 г. мощности по производству батарей вырастут в 4,5 раза по сравнению с 2020 г. – до 2912 ГВт·ч, а к 2050 г. – более чем в десять раз: до 7866 ГВт·ч. По прогнозу BNEF, около 85% всех мощностей будут направлены на производство ЭМ [7].

Учитывая, что среднестатистический ЭМ имеет батарею емкостью около 60 кВт·ч⁵, при 85%-ной загрузке общих мощностей по производству батарей на производство ЭМ, в 2030 г. может быть произведено почти 42 млн среднестатистических электромобилей, а в 2050 г. – уже более 133 млн (рис. 5). Если сравнивать эти тренды с прогнозом по первому (маркетинговому) сценарию, то в период 2027-2044 г. будет наблюдаться дефицит электромобилей от 1% до 20% или от одного до 12 млн ед. в год.

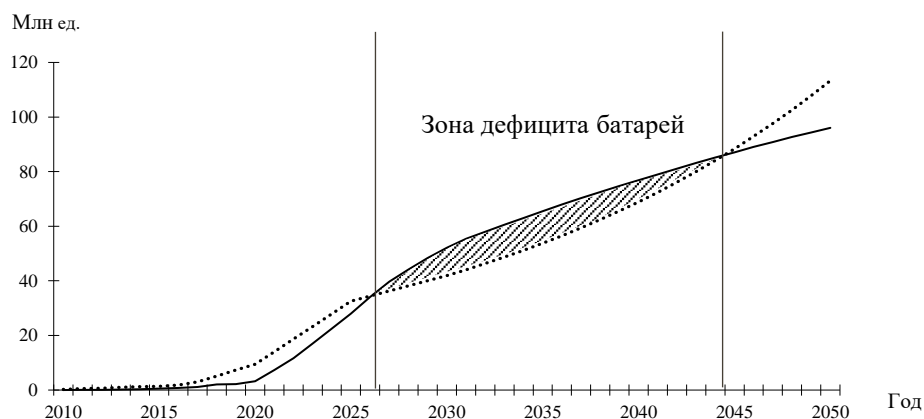


Рис. 5. Оценка потенциальных мощностей по выпуску электромобилей по второму сценарию (.....), сравнение с первым сценарием (—)

Источники: расчеты автора по данным: BloombergNEF, McKinsey, МЭА.

⁵ From dirty oil to clean batteries. URL: <https://bit.ly/3VpFM3m>

Нехватка батарей может стать серьезным препятствием для автопроизводителей по реализации их планов по электромобилизации. Кроме физических ограничений, нехватка может приводить к росту цен на батареи и металлы, необходимые для их производства.

Стоит отметить, что уровень дефицита батарей можно снизить, если правильно наладить их утилизацию и переработку. На данный момент в среднем возможно утилизировать около половины отработанных литий-ионных батарей [8]. Но обычно после завершения срока службы в ЭМ, который составляет около 17 лет⁶, батареи могут использоваться в системах бесперебойного питания еще от семи до десяти лет [9].

Сравнение сценариев по спросу на топливо. Ниже (табл. 1) представлена прогнозная оценка потребления нефти для разных сценариев развития рынка электромобилей с выделением Китая, Европы⁷, как главных энергетических партнеров России, и остальных стран. Ранее (рис. 4) уже был представлен такой прогноз для мира в целом.

В 2019 г. Китай и Европа вместе потребили 1309 млн т различных нефтепродуктов. В Европе потребление нефтепродуктов падает уже с середины 2000-х годов, а в Китае пока наблюдается рост с ожиданием прохождения пика во второй половине 2020-х годов. Так как на этих рынках наиболее активно будет развиваться электромобилизация, то и выпадение в потреблении нефти будет наибольшим. В 2050 г. они будут потреблять 899 млн т в случае реализации маркетингового сценария. При этом, если бы ЭМ не получили развития, спрос на этих рынках сократился бы до 1103 млн т из-за повышения эффективности ДВС и насыщения рынка.

В сценарии с ограничениями на выпуск ЭМ из-за нехватки батарей предполагается, что Европа и Китай будут обеспечены ЭМ полностью. Европа – как самый заинтересованный рынок, а также платежеспособный и обладающий значимыми собственными мощностями по выпуску батарей и ЭМ. Китай, как главный производитель ЭМ, будет отдавать приоритет насыщению внутреннего рынка, а не экспорту. В итоге весь дефицит придется на остальные страны, где недостающие ЭМ будут замещаться автомобилями с ДВС, и автопарк в 2050 г. составит 663 млн автомобилей с ДВС и 270 млн ЭМ (доля ЭМ – 29%, или на 15 проц. п. меньше, чем в сценарии без дефицита батарей).

В остальных странах в сценарии без ЭМ потребление нефтепродуктов даже немного растет: с 3248 млн т в 2019 г. до 3367 млн т в 2050 г. В маркетинговом сценарии потребление нефти в других странах падает на 763 млн т или на 23% по сравнению с уровнем 2019 г. А в сценарии с ограничениями поставок из-за нехватки батарей потребление нефти в остальных странах к 2050 г. снизится на 172 млн т по сравнению с 2019 г., то есть разница между этими двумя сценариями составит почти 500 млн т – сопоставимо с уровнем добычи нефти в России. Такие оценки показывают, насколько важно для российских компаний отслеживать ситуацию на рынке ЭМ в региональном разрезе.

Пик дефицита батарей и, соответственно, наибольшее потребление нефти в прочих странах (включая США), придется на 2037 г., когда оно достигнет 3762 млн т или 85% мирового прогнозируемого потребления. А на Европу и Китай придется, соответственно, 15%.

⁶ *How long should an electric car's battery last? URL: <https://www.myev.com/research/ev-101/how-long-should-an-electric-cars-battery-last>*

⁷ До февраля 2022 г.

Таблица 1

Прогнозная оценка потребления нефти в мире, в том числе, в Китае, Европе и остальных странах для разных сценариев развития рынка электромобилей, млн т

Регион	Факт			Прогноз					
	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.	2035 г.	2040 г.	2045 г.	2050 г.
Мир с ЭМ	3753	4175	4132	4993	4849	4554	4190	3794	3384
Мир без ЭМ	3753	4175	4132	5090	5146	5068	4913	4712	4470
Мир: дефицит батарей	3753	4175	4132	4993	5014	5010	4884	4481	3975
Китай + Европа с ЭМ	925	1095	1240	1406	1352	1268	1154	1028	899
Китай + Европа без ЭМ	925	1095	1240	1447	1443	1400	1317	1216	1103
Китай + Европа: дефицит батарей	925	1095	1240	1406	1352	1268	1154	1028	899
Другие страны с ЭМ	2828	3080	2891	3587	3497	3285	3035	2766	2485
Другие страны без ЭМ	2828	3080	2891	3642	3703	3668	3596	3496	3367
Другие страны: дефицит батарей	2828	3080	2891	3587	3661	3742	3730	3453	3076

Источники: расчеты автора по данным: МЭА, ЕИА.

Влияние электромобилизации в Европе и Китае на Россию. В 2021 г., по данным ЦБ РФ, Россия экспортировала 231,6 млн т сырой нефти на сумму 111 млрд долл. США, также Россия экспортировала 144,5 млн т нефтепродуктов на сумму 70 млрд долл. Главные энергетические партнеры России в 2021 г. – это Китай и ЕС, на которые приходится почти 80% экспорта сырой нефти и около 60% экспорта нефтепродуктов, причем Китай больше импортирует сырую нефть, а ЕС – и то и другое. Именно на этих двух рынках сейчас наиболее активно происходит электромобилизация.

Отметим, но без анализа, что вторым фактором, который в кратко- и среднесрочной перспективе даже превосходит влияние ЭМ, являются санкции – как прямые ограничения поставок, так и косвенные (например, запрет страхования).

Реализация прогнозов по электромобилизации в Европе и Китае повлечет за собой структурные изменения в топливно-энергетическом комплексе России. Российские экспортные доходы могут снизиться относительно уровня 2021 г. на 10% к 2030 г., на 20% к 2040 г. и на 30% к 2050 г. Поступления от экспорта углеводородов обеспечивают около 40% доходов федерального бюджета и являются источником не только для финансирования выполнения текущих задач государства, но и для формирования резервов. Чтобы предотвратить неизбежное выпадение доходов, в России нужно начинать перестройку нефтяной промышленности, делать ее более гибкой и адаптивной, а также диверсифицировать поставки в сторону третьих стран, где спрос на нефтяное топливо сохранится дольше.

Оба этих фактора (развитие рынков ЭМ и санкции) на ближайшие 10-20 лет будут в очень сильной мере влиять на спрос на российскую нефть и нефтепродукты на крупнейших экспортных рынках. Поэтому результаты анализа и прогноза внедрения ЭМ именно в Китае и Европе необходимы для разработки экономической политики в нефтяной отрасли, включая нефтепереработку. Как было сказано выше, в сценарии дефицита батарей дополнительный спрос на нефть в третьих странах составит около 500 млн т, что примерно равно годовому производству России. Соответственно, если вовремя перенаправить экспорт в прочие страны, Россия может значительно снизить риски падения спроса на нефть на ключевых рынках.

Но этим структурные последствия для России не ограничиваются. Они также будут иметь место в автомобилестроении, чему посвящен следующий раздел статьи.

Текущее состояние электромобилизации в России и планы по развитию. Российский электромобильный рынок в настоящее время крайне мал как относительно

российского авторынка, так и относительно мирового рынка электромобилей. Продажи в 2021 г. составили 2254 ед.⁸, а всего в парке – около 15 тыс. ед., что составляет только 0,1% от мирового электромобильного парка (при доле России – 3% в мировом ВВП по ППС, и почти 4% – в автопарке⁹) и 0,03% от российского автопарка. При этом большая часть ЭМ в России – импортные б/у ЭМ из Японии. В 2022 г. ожидается, что парк вырастет до 20 тыс. ед.

В августе 2021 г. был принят ключевой документ по развитию электротранспорта – «Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года»¹⁰. Ниже (табл. 2) приведены основные показатели по производству ЭМ и установке зарядных станций до 2030 г., принятые в Концепции (см. подробный анализ в [10]). Если эти планы будут реализованы, то российский парк ЭМ может превысить один млн ед. в 2030 г. (около 2% автопарка).

Таблица 2

Целевые показатели развития электротранспорта и зарядной инфраструктуры в России до 2030 г.

Этап	Год	Производство ЭМ в России, тыс. ед.	Зарядная инфраструктура, ед.		Инвестиции, млрд руб.	
			Медленные	Быстрые	Государственные	Частные
Этап I (2021-2024)	2022	2,5	1180	530	38	10
	2023	10	2150	970		
	2024	18	3170	1450		
Этап II (2025-2030)	2025	44	4250	2850	54	489
	2026	71	5000	3330		
	2027	93	5860	3870		
	2028	115	6670	4460		
	2029	166	7580	5050		
	2030	217	8570	5720		

Источник: Концепция, составлено автором.

2022 год внес кардинальные коррективы во все сферы жизнедеятельности. Поэтому, несмотря на недавнее принятие этой Концепции, она, на наш взгляд, должна быть дополнена или пересмотрена. Далее предлагается авторский подход, учитывающий и новые санкционные условия, и прогнозы развития электромобилей в мире.

Новый взгляд на развитие электромобилей в России. В статье «Развитие рынка электромобилей в России как необходимое условие получения выгод от глобального тренда на электрификацию транспорта» [11] была предложена этапность действий по развитию рынка ЭМ в России. Принималось, что электромобили – это основной тренд развития автотранспорта, в котором необходимо участвовать, если желательно иметь темпы роста экономики не ниже среднемировых [12]. Поэтому на первом этапе предлагалось главной целью поставить насыщение рынка электромобилями – как можно быстрее достичь доли в 2-3% в общих продажах. Тогда Россия попадала бы в крупнейшие рынки электромобилей, на которые были бы нацелены производители. А далее за счет развития локализации части производства обеспечивался бы приемлемый уровень вклада ЭМ в национальную экономику при достаточно массовом переходе на электромобили после второй половины 2020-х годов.

⁸ Автостат: Российский рынок новых электромобилей в 2021 году вырос втрое. URL: <https://bit.ly/3DXBhaj>

⁹ Автостат: В России насчитывается 45,5 млн легковых автомобилей. URL: <https://www.avto-stat.ru/news/50925/>

¹⁰ URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJIt.pdf>

С учетом новых санкционных реалий, с которыми столкнулась Россия (санкции и ограничения на поставки автомобилей и их комплектующих), требуется пересмотреть приоритеты развития. Электромобили в новых условиях могут выступить как основной вид легкового транспорта. Их проще производить: нет зависимости от сложных западных импортируемых деталей и узлов (как например, двигатель внутреннего сгорания [13]), и состоят они из меньшего их количества.

Ключевым узлом являются батареи [14], которые в настоящее время в России в большом объеме не производятся. Поэтому нами предлагается в первую очередь наладить производство батарей на территории страны как в виде финальных сборочных линий на иностранных технологиях из лояльных стран, так и в виде собственных производств, в которых химический состав батарей будет учитывать особенности сырьевой базы страны и доступность импортируемого сырья.

Это необходимо сделать потому, что, как было показано выше (рис. 5), при всеобщем переходе на электромобили, батарей будет недостаточно, и России могут ограничить доступ к этому оборудованию как передовому в рамках санкционной политики. Если же наладить собственное производство, то можно не только обеспечить свои внутренние потребности, но и поставлять батареи и электромобили на экспорт.

Сложности в производстве литий-ионных аккумуляторных батарей в РФ. В России отсутствует добыча литиевого сырья. Сырье может поступать в виде карбоната лития в основном из Аргентины, Чили, Боливии и Китая. В текущих условиях отгрузки из Чили и Аргентины приостановлены [15]. Китай мог бы поставлять сырье, однако сам испытывает его острую нехватку. Поэтому для России единственная возможность получать сырье – только из Боливии.

Потенциально в будущем литий может поставляться из Афганистана, где потенциал месторождений – столь же крупный, как и в Боливии, где запасы лития составляют 21 млн т., на данный момент это самые большие запасы в мире¹¹. Придется выработать схему взаимодействия с этой страной, что непросто, учитывая нестабильность ее внутренней ситуации.

Например, китайские компании уже активно планируют работу в Афганистане, имея опыт работы в странах с нестабильной политической системой [16]. Представляется, что Афганистану нужны партнеры, чтобы разрабатывать ресурсы лития в выгодном для себя режиме. Россия вполне может быть таким партнером.

Ограничения торгово-экономического или политического характера означают, что для успешного развития этого направления необходимо иметь ключевые ресурсы в контуре российской экономики. Импортные поставки нужны для диверсификации. Чтобы получать сырье дешевле, чем в России (предполагается, что в России выше себестоимость), а также застраховаться от рисков неудачной реализации проектов внутри страны. Рассмотрим, каким сырьевым потенциалом для производства батарей обладает Россия.

В апреле 2022 г. «Норникель» объявил о намерении создать совместное предприятие с ГК «Росатом» по освоению литиевого месторождения Колмозерское в Мурманской обл. (около 200 тыс. т или сто лет текущего потребления) и дальнейшей глубокой переработке литиевого сырья [17]. Этот проект может быть запущен не ранее второй половины 2020-х гг., если удастся решить проблему со сложным составом руды на этом месторождении. ГК «Росатом» также планирует добывать соединения лития в Иркутской обл. Были заявлены инвестиции в размере 50 млрд руб. до 2030 г.¹²

¹¹ Vast lithium reserves to transform Afghanistan from aid to trade economy. URL: <https://bit.ly/3P3pVVF>

¹² «Росатом» аккумулирует литий. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4919729>

Кроме лития в батареях для ЭМ используются никель и кобальт. Прогнозируется, что в новых батареях содержание никеля будет увеличиваться, а кобальта – уменьшаться из-за дороговизны и нестабильности поставок. Россия в мировом производстве никеля занимает 11,3% (90% идет на экспорт) и 6,3% – в производстве кобальта (экспортируется 70%).

Компания «Норникель» является мировым лидером по производству высоко-сортного никеля с долей в 17% мирового объема производства. В ЭМ как раз используется этот тип никеля. Это дает возможности наладить производство батарей на территории страны, используя отечественное сырье как один из факторов конкурентоспособности.

В настоящее время в России уже есть мощности по переработке сырья и производству батарей, в первую очередь, завод «Лиотех» в Новосибирской области с плановой мощностью около одного млн аккумуляторов в год. Именно эти аккумуляторы поставляются в московские электробусы.

Также, недавно ГК «Росатом» начала строить первую в России «гигафабрику» накопителей энергии, мощностью 4 ГВт·ч в год (около 70 тыс. средних легковых ЭМ), с возможностью увеличения выпуска в два раза¹³. Открытие ожидается в 2025 г. Инвестиции в проект оцениваются в объеме не менее 26 млрд руб.

На первый взгляд, впечатляющие цифры, но они меркнут в сравнении с мировым масштабом, где к 2025 г. мощности по производству батарей составят почти 2300 ГВт·ч¹⁴, т.е. Россия даже при реализации этих проектов в срок в лучшем случае будет занимать 0,5% мирового рынка. Кроме того, таких мощностей не хватит для осуществления планов, заявленных в Концепции по развитию электротранспорта в РФ.

Сборка ЭМ в России. Параллельно с налаживанием поставок сырья и производства батарей необходимо наладить сборку ЭМ совместно с партнерами из лояльных стран, обладающих компетенциями в данной области. После того, как будут приобретены необходимые компетенции, можно будет локализовать сборку. Узким местом будет оставаться электроника, без которой невозможен современный ЭМ. Наладить производство чипов в сжатые сроки и в условиях санкций будет практически невозможно, поэтому здесь придется надеяться на поставки по параллельному или серому импорту.

Стоит отметить, что первые движения в этом направлении уже делаются.

КамАЗ – планирует запустить выпуск электрических кроссоверов «Кама-1» в 2024 г.¹⁵ Сейчас рассматривается их сборка на заводе «Москвич»¹⁶.

На заводе «Москвич» с 2023 г. планируется выпускать уже по 10 тыс. ЭМ китайского происхождения, но под своим брендом. Ранее компания Renault произвела на этом заводе 1,5 млн автомобилей за 15 лет, или около 100 тыс. в год, то есть планируется, что электрические «Москвичи» займут около 10% потенциальной мощности завода¹⁷.

Несмотря на то, что фактически сделаны правильные шаги в сторону электро-мобилизации в РФ, им явно не хватает системности подхода. Требуется интенсифицировать добычу сырья, сборку ЭМ. Необходимо на самом высоком уровне курировать эту отрасль, решая вопросы стыковки предприятий в разных частях производственной цепочки. Потенциально при такой организации отечественные ЭМ могут стать дешевле, чем импортные ЭМ или собираемые во многом из импортных деталей отечественные автомобили с ДВС. Они могут приносить гораздо больший вклад

¹³ Росатом начал строить первую в России «гигафабрику» накопителей энергии. URL: <https://lenta.ru/news/2022/10/14/gigafabrica/>

¹⁴ Unlocking growth in battery cell manufacturing for electric vehicles. URL: <https://mck.co/3iRezrG>

¹⁵ «КамАЗ» рассказал, когда дебютирует серийный электрический смарт-кроссовер «Кама-1». URL: <https://bit.ly/3Vme1jU>

¹⁶ Основой для «Москвича» с 2024 года станет платформа электро-мобиля «Кама». URL: <https://bit.ly/3H5qQmx>

¹⁷ Раскрыт первый «Москвич»: столичный завод начал выпуск кроссовера на замену Renault Duster. URL: <https://bit.ly/3UDhOc>

в экономику страны, чем сильно зависящие от импорта традиционные автомобили с ДВС. Важным аспектом такого подхода станет локализация всей цепочки внутри контура российской экономики. И это может быть сделано в передовой отрасли, выпускающей продукцию на уровне шестого технологического уклада для нового мирового быстро растущего рынка [18].

* * *

Российский электромобильный рынок в настоящее время крайне мал как относительно российского авторынка, так и относительно мирового рынка электромобилей, но к 2030 г., при реализации Концепции по развитию электротранспорта, российский парк ЭМ может превысить один млн ед. и составить 2% в автопарке.

В условиях санкционных ограничений развитие производства батарей и ЭМ может стать важным элементом развития отечественного автопрома и промышленности в целом. Опережающее развитие производства батарей должно стать важной составной частью промышленной политики. А развитие авторынка и автопарка с увеличением доли ЭМ – актуальной стратегией в условиях возросшей зависимости от зарубежных поставок.

Расширение использования ЭМ в российской экономике даст положительные эффекты не только в промышленности, но и на транспорте, позволяя снижать затраты на перевозки. Оно также укладывается в логику низкоэмиссионного развития [19; 20].

Кроме того, если батарейных мощностей будет больше, чем нужно для внутренних потребностей, у России появится экспортный товар с высокой добавленной стоимостью на новом быстро растущем рынке.

Литература / References

1. Connolly K. Soaring energy costs could threaten future of electric cars, experts warn // *The Guardian*. 12.09.2022. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2022/sep/12/soaring-energy-costs-could-threaten-future-of-electric-cars-experts-warn>
2. Ростовский И.-К. Электромобили и ВИЭ. Симбиоз, без которого невозможен энергопереход. Возобновляемые источники энергии и приоритеты научно-технологического развития энергетики России // Сборник докладов Школы молодых ученых. М., ИНЭИ РАН. 2022. С. 180-184. ISBN 978-5-91438-034-9. [Rostovskii I.-K. *Elektromobili i VIE. Simbioz, bez kotorogo nevozmozhen energoperekhod. Vozobnovlyаемые источники энергии и приоритеты научно-технологического развития энергетики России. Sbornik докладov Shkoly molodykh uchennykh*. М., INEI RAN. 2022. 206 s. (In Russ.)]
3. Dupray V., Otto P., Yakovlev A. The future of mobility. November 2019. URL: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2019-11/the-future-of-mobility-autonomous-electric-shared.pdf>
4. Ksenofontov M.Y., Milyakin S.R. Prospects for motorization and energy markets in the context of fully autonomous vehicles spread / *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 819 (2020). 01. 2004. DOI:10.1088/1757-899X/819/1/012004. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/819/1/012004>
5. McKerracher C. Hyperdrive Daily: The EV Price Gap Narrows / *Bloomberg*. 25.05.2022. URL: <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-05-25/hyperdrive-daily-the-ev-price-gap-narrows>
6. Reka S., Venugopal P., Ravi V. and others. Analysis of Electric Vehicles with an Economic Perspective for the Future Electric Market // *Future Internet*. 2022. No. 14 (6). P. 172. DOI: 10.3390/fi14060172. URL: <https://www.mdpi.com/1999-5903/14/6/172/>
7. Stringer D., Park K. Why an Electric Car Battery Is So Expensive, For Now / *Bloomberg*. 16.09.2021. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-16/why-an-electric-car-battery-is-so-expensive-for-now-quicktake?leadSource=verify%20wall>
8. Sommerville R., Zhu P., Ali Rajaeifar M. and others. A qualitative assessment of lithium ion battery recycling processes // *Resources, Conservation and Recycling*. February 2021. Vol. 165. P. 105219. DOI: 10.1016/j.resconrec. 2020. 105219. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344920305358?via%3Dihub>
9. Stringer D., Ma J. Where 3 Million Electric Vehicle Batteries Will Go When They Retire / *Bloomberg*. 28.06.2018. URL: <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-06-27/where-3-million-electric-vehicle-batteries-will-go-when-they-retire>
10. Львова А. Принята концепция развития электротранспорта почти на 600 млрд рублей // *Ведомости*. 24.08.2021. URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/08/23/883259-kontseptsiya-elektrotransporta>. [L'vova A. *Prinyata kontseptsiya razvitiya elektrotransporta pochti na 600 mlrd rublei*. *Vedomosti* 24.08.2021. (In Russ.)]
11. Semikashv V.V., Kolpakov A.Yu., Yakovlev A.A., Rostovskii J.-K. Development of the Electric Vehicles Market in Russia as a Necessary Condition for Benefiting from the Global Trend towards Transport Electrification // *Studies*

- on *Russian Economic Development*. 2022. No. 33. Pp. 274-281. DOI: 10.1134/S1075700722030133. URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1075700722030133>
12. Широ́в А.А., Порфи́рьев Б.Н. и др. Потенциальные возможности роста российской экономики: анализ и прогноз. Научный доклад ИНИП РАН / под ред. А.А. Широ́ва. М.: АртИк Принт, 2022. 296 с. ISBN 978-5-6047208-5-1. ISSN 2712-9209. DOI: 10.47711/sr2-2022. [Shirov A.A., Porfir'ev B.N. i dr. Potentsial'nye vozmozhnosti rosta rossiskoi ekonomiki: analiz i prognoz. Nauchnyi doklad INP RAN / Pod red. chlena-korrespondenta RAN A.A. Shirova. M.: Artik Print, 2022. 296 s. (In Russ.)]
 13. Arena E.V. EV vs ICE – differences and similarities // *Arena E.V.* 24.04.2022. URL: https://www.arenaev.com/ice_v_ev_differences_and_similarities-news-185.php
 14. Пащенко Л. Электромобиль против ДВС: что быстрее, безопаснее и выгоднее // *Mafin*. 25.01.2022. URL: <https://mafin.ru/media/razbory/electromobil-protiv-dvs> [Pashchenko L. Elektromobil' protiv DVS: chto bystree, bezopasnee i vygodnee. *Mafin*. 25.01.2022. (In Russ.)]
 15. Игнат'ева А.В. В России назревает проблема в производстве литий-ионных аккумуляторных батарей // *Neftegaz.ru* 12.04.2022. URL: <https://neftegaz.ru/news/Oborudovanie/733668-v-rossii-nazrevaet-problema-v-proizvodstve-litii-ionnykh-akkumulyatornykh-batarey/> [Ignat'eva A.V. V Rossii nazrevaet problema v proizvodstve litii-ionnykh akumul'yatornykh batarei. *Neftegaz.ru* 12.04.2022. (In Russ.)]
 16. Farhadi A., Bekdash A. Afghanistan's Lithium as Strategic U.S. Focus in the Great Power Competition // *The Great Power Competition*. Vol. 1. 22.06.2021. DOI: 10.1007/978-3-030-64473-4_3 URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-64473-4_3
 17. Будрис А. Получится ли у России производить литий // *Forbes* 06.05.2022. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/464439-poluchitsa-li-u-rossii-proizvodit-litij> [Budris A. Poluchitsya li u Rossii proizvodit' litii. *Forbes* 06.05.2022. (In Russ.)]
 18. Глазьев С.Ю. Великая цифровая экономика / *nlr.ru*. URL: <https://nlr.ru/news/20171130/glazjev.pdf> [Glaz'ev S.Yu. *Velikaya tsifrovaya ekonomika* / *nlr.ru*. (In Russ.)]
 19. Porfir'ev B., Shirov A., Kolpakov A. Low-Carbon Development Strategy: Prospects for the Russian Economy // *World Economy and International Relations*. 2020. Vol. 64. No. 9. Pp. 15-25. DOI: 10.20542/0131-2227-2020-64-9-15-25 URL: <https://www.imemo.ru/en/publications/periodical/meimo/archive/2020/9-t-64/world-energy-after-the-pandemic/low-carbon-development-strategy-prospects-for-the-russian-economy>
 20. Мильякин С.Р. Снижение выбросов CO₂ в городах: электромобили или общественный транспорт // *ЭКО*. 2022. № 12. С. 32-51. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2022-12-32-51 [Milyakin S.R. Reducing CO₂ Emissions in Cities: Electric Cars or Public Transport // *ECO*. 2022. No. 12. Pp. 32-51. (In Russ.)]



Статья поступила в редакцию 09.12.2022. Статья принята к публикации 20.12.2022.

Для цитирования: Й.-К. Ростовский. Влияние развития электромобилей на потребление энергоресурсов: риски и возможности для экономики России // *Проблемы прогнозирования*. 2023. № 3 (198). С. 106-119.
DOI: 10.47711/0868-6351-198-106-119

Summary

IMPACT OF ELECTRIC VEHICLE DEVELOPMENT ON ENERGY CONSUMPTION: RISKS AND OPPORTUNITIES FOR THE RUSSIAN ECONOMY

J.-K. ROSTOVSKI, Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0001-5797-1367

Abstract: The article discusses various aspects of the impact made by the development of the electric vehicle market on the Russian economy. A model is presented for forecasting future sales and fleet of electric vehicles by the world regions. Two forecast scenarios and predictions of the global demand for energy resources from the fleet until 2050 have been developed. The directions of influence that the processes of global transition to electric vehicles may exert on the Russian economy are shown. The current plans for implementing ongoing development of electric vehicles in Russia are also presented. Directions and additional new guidelines for industrial policy in this area are proposed, including taking into account the new conditions for the development of the Russian economy are discussed.

Keywords: automotive market, electric vehicle (EV), internal combustion engine (ICE), sales of electric vehicles, electric vehicle fleet, China, Europe, United States, Russia.

Received 09.12.2022. Accepted 20.12.2022.

For citation: *J.-K. Rostovski*. Impact of Electric Vehicle Development on Energy Consumption: Risks and Opportunities for the Russian Economy // *Studies on Russian Economic Development*. 2023. Vol. 34. No. 3. Pp. 353-362.
DOI: 10.1134/S1075700723030139