



Электромобили VS. Автомобили с ДВС

Климатические эффекты в РФ

Исследование
Ноябрь 2022 г.

Партнерство, аналитика,
консультационная поддержка в области ESG

ESG@mkb.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Методический подход к проведению исследования	7
Результаты	10
Приложение	22



Введение





Определение климатического эффекта при замещении в РФ легковых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) легковыми электромобилями



1

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБОРКИ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА

- Отбор легковых (седан, хэтчбек, кроссовер) автомобилей с ДВС и легковых электромобилей для анализа.
- Анализ прогнозов по смене стран-экспортеров электромобилей и локализации производства электромобилей в РФ.



Целевая выборка автомобилей*

2

РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯМИ В РФ

- Консолидация показателей электромобилей в смешанном цикле:
 - запас хода (км)
 - емкость аккумуляторной батареи (кВт·ч) по показателю «нетто»** (там, где это указано)
- Стандартизация запаса хода электромобилей по WLTP***.
- Расчет удельного потребления электроэнергии электромобилями (кВт·ч/100км).



Удельное потребление электроэнергии электромобилями

3

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ ПГ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В РФ

- Определение косвенных выбросов парниковых газов (ПГ) от электромобилей с учетом особенностей энергобаланса и углеродоемкости производства электроэнергии в РФ.
- Определение выбросов ПГ от автомобилей с ДВС в РФ.
- Сравнительный анализ косвенных выбросов ПГ от электромобилей и выбросов ПГ от автомобилей с ДВС в РФ.



Климатический эффект от использования электромобилей

4

СОПОСТАВЛЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА АВТОМОБИЛЕЙ В РФ

- Оценка углеродного следа электромобилей в РФ и в других странах.
- Сравнение углеродного следа в разрезе этапов жизненного цикла электромобилей и автомобилей с ДВС в РФ.
- Сравнение углеродного следа электромобилей и автомобилей с ДВС при различных сценариях локализации производства в РФ.

* На 01.09.2022

** Доступная для пользователя емкость аккумуляторной батареи

*** Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure (всемирная гармонизированная методика испытаний для легковых автомобилей)

Предпосылки исследования



Предпосылка №1

- Высокие суммарные выбросы ПГ от российского транспорта — 163,3 млн т CO₂-экв.* в 2020 г. (или 11,8 % от суммарных выбросов при сжигании топлива в РФ)¹

Предпосылка №2

- Автотранспорт—основной вкладчик в выбросы ПГ российским транспортом¹

Предпосылка №3

- Увеличение числа легковых автомобилей в РФ²

Предпосылка №4

- Развитие рынка электромобилей в РФ^{3,4}

ESG-финансирование в МКБ (2021 г.)**

33%

доля кредитования проектов развития электротранспорта от всего объема ESG-кредитования МКБ

76%

доля инвестиций в проекты развития электротранспорта от всего объема ESG-инвестиций МКБ

* За вычетом трубопроводного транспорта

** Определение объема ESG-финансирования в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 21.09.2021 N 1587

¹ Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2020 гг.

² <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>

³ <https://www.autostat.ru/>

⁴ Распоряжение Правительства РФ от 23.08.2021 № 2290-р "Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года"



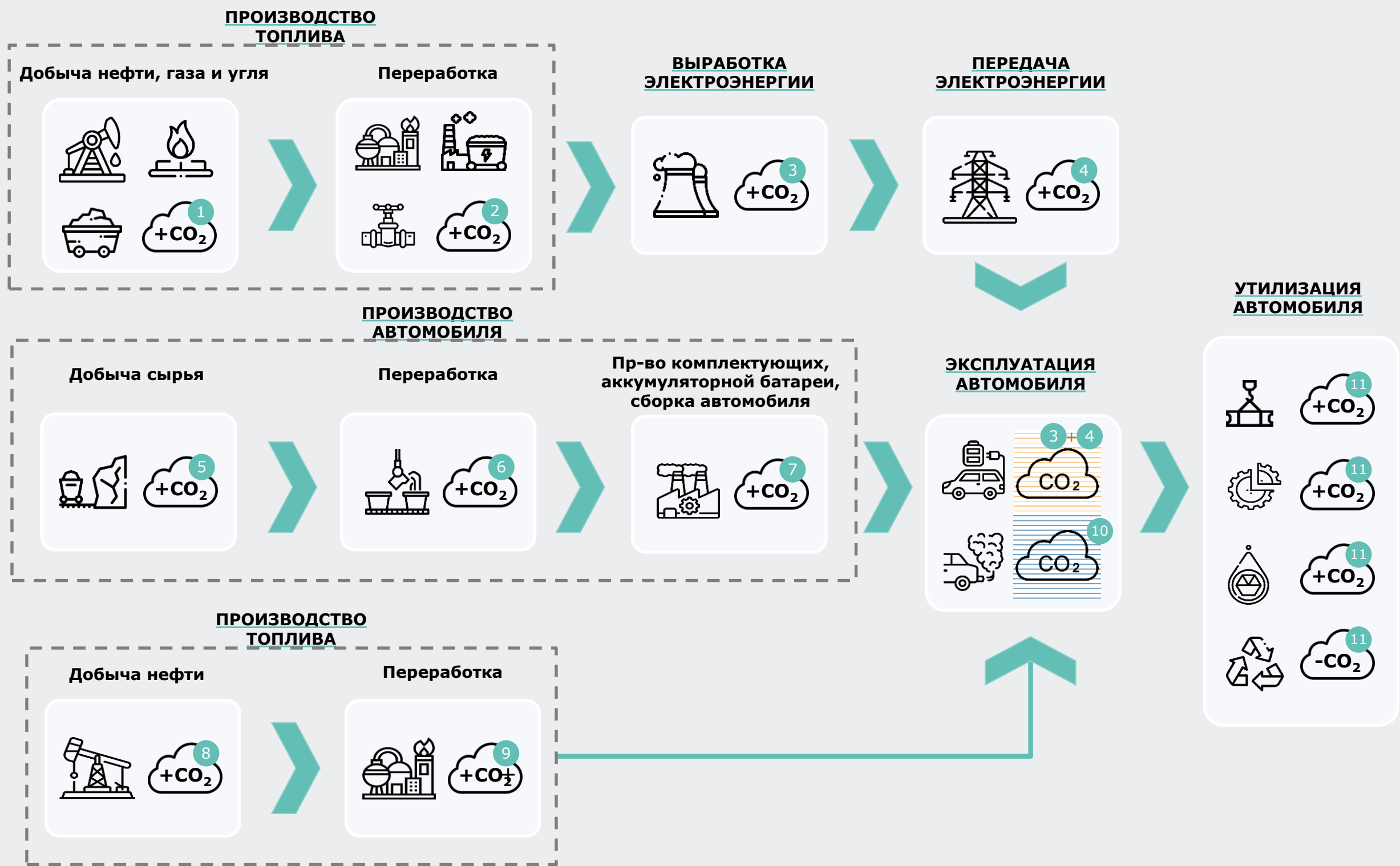
Методический подход к проведению исследования



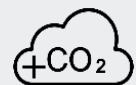
Границы исследования и анализируемые показатели



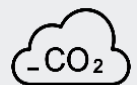
Границы исследования



Обозначения



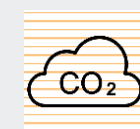
Выбросы процесса



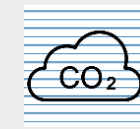
Сокращение выбросов в результате переработки

Анализируемые показатели

1. Выбросы автомобилей при эксплуатации



Косвенные выбросы электромобиля
(возникают при выработке на электрических станциях электроэнергии, которая используется в дальнейшем электромобилями)

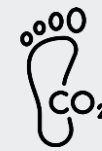


Выбросы автомобиля с ДВС
(возникают при сгорании топлива в ДВС)

2. Углеродный след автомобилей



Углеродный след = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 11



Углеродный след = 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11

Методика расчета выбросов



Процесс	Расчет выбросов процесса	Применимость к РФ	Допущение	Обоснование / ограничение
Производство топлива	Автомобиль с ДВС $K1 \text{ [г CO2-экв/л]} \times K2 \text{ [л/км]} = \mathbf{E1 \text{ [г CO2-экв/100 км]}}$	●		
	Электромобиль $(\Sigma K3 \text{ [г CO2-экв/т.у.т.]} \times \Sigma K4 \text{ [т.у.т.]}) / (K5 \text{ [кВт·ч]} \times K6) \times (K7 \text{ [кВт·ч]} / K8 \text{ [км]}) = \mathbf{E2 \text{ [г CO2-экв/100 км]}}$	●	Не учитывается углеродный след отходов и биотоплива	Незначительный вклад отходов и биотоплива в выработку электроэнергии в РФ (менее 0,5%) и неопределенность оценки коэффициентов выбросов в РФ (для биотоплива)
Производство автомобиля	Автомобиль с ДВС $(K9 \text{ [г CO2-экв]} + K10 \text{ [г CO2-экв]}) / K11 \text{ [км]} = \mathbf{E3 \text{ [г CO2-экв/100 км]}}$	●	Используется показатель зарубежной практики без дифференциации по маркам автомобилей	- Отсутствие в нефинансовой отчетности производителей автомобилей данных по углеродному следу процесса производства в целом и отдельно для заводов в РФ - Отсутствие производства электромобилей на территории РФ
	Электромобиль $((K9 \text{ [г CO2-экв]} + K12 \text{ [г CO2-экв]} + K13 \text{ [г CO2-экв]}) + (K7 \text{ [кВт·ч]} \times K14 \text{ [гCO2-экв/кВт·ч]})) / K11 \text{ [км]} = \mathbf{E4 \text{ [г CO2-экв/100 км]}}$	●		
Эксплуатация автомобиля	Автомобиль с ДВС Показатель производителей автомобилей, E5 [г CO2-экв/100км]	●		
	Электромобиль $(K7 \text{ [кВт·ч]} / K8 \text{ [км]}) \times (K15 \text{ [г CO2-экв/кВт·ч]} \times K6) = \mathbf{E6 \text{ [г CO2-экв/100км]}}$	●	Используется запас хода без поправки на влияние условий среды при эксплуатации автомобилей	Незначительная по масштабам и времени практика использования электромобилей в РФ. Отсутствие репрезентативной базы данных влияния климатических условий на запас хода в РФ
Утилизация автомобиля	Автомобиль с ДВС / Электромобиль E7 [г CO2-экв/100км] Аккумуляторная батарея: $((K16 \text{ [г CO2-экв/кг]} - K17 \text{ [г CO2-экв/кг]}) \times K18 \text{ [кг]}) / K11 \text{ [км]}$	●	Используется показатель зарубежной практики	Отсутствие сформированной практики утилизации электромобилей в РФ
Жизненный цикл	Автомобиль с ДВС E1+E3+E5+E7 [г CO2-экв/100км]	Электромобиль E2+E4+E6+E7 [г CO2-экв/100км]		

Пояснения:

Е – выбросы процесса
Е1...7 для марки автомобиля = Медианное значение Е1...7 для модельного ряда марки автомобиля
K1 – углеродный след нефти в РФ (области охвата 1 и 2 для добычи, транспортировки, переработки, хранения)
K2 – расход топлива автомобиля с ДВС в смешанном цикле
ΣK3 – углеродный след нефти, газа, угля в РФ (области охвата 1 и 2 для добычи, транспортировки, переработки, хранения)
ΣK4 – масса сожженной нефти, газа, угля для выработки электроэнергии в РФ в 2020 г.
K5 – суммарный объем выработки электроэнергии в РФ в 2020 г.
K6 – коэффициент потерь при передаче электроэнергии в электросетях
K7 – емкость батареи электромобиля по показателю «нетто»
K8 – запас хода электромобиля по WLTP

K9 – углеродный след производства шасси (корпус, шины, интерьер и т.д.)
K10 – углеродный след производства бензинового двигателя
K11 – величина эксплуатации малых и средних легковых автомобилей
K12 –углеродный след производства электромотора
K13 –углеродный след производства инвертора
K14 –углеродный след производства батареи электромобиля
K15 – углеродоемкость электроэнергии РФ (вклад генерации)
K16 – выбросы при обращении с аккумулятором электромобиля (демонтаж. отделение ячеек и катода, гидрообработка)
K17 – сокращение выбросов в результате переработки аккумулятора электромобиля
K18 – масса аккумулятора электромобиля

Значения коэффициентов и источники данных указаны в Приложении. Стандартизация запаса хода электромобилей по WLTP с использованием коэффициентов по [данным](#).

Результаты

An aerial photograph showing a two-lane asphalt road that curves through a dense green forest. To the left of the road is a large, calm body of water with a deep blue-green hue. Several cars are visible on the road, including a red car, a dark blue car, and a light blue car. The scene is captured from a high angle, looking down at the road and the surrounding landscape. A thin white horizontal line is positioned above the word 'Результаты'.

Результаты. Задача исследования 1



I. Формирование выборки автомобилей для анализа

Фактическое использование электромобилей на дорогах РФ

Прогноз импорта электромобилей и локализации производства в РФ

5 Наиболее популярных марок легковых электромобилей в РФ в 2021- 6М2022 гг.¹



24
модели

6 Марок легковых электромобилей из Восточной Азии



35 моделей

1 Отечественная марка легкового электромобиля



2 модели



12 Марок = 61 модель
легковых электромобилей

VS

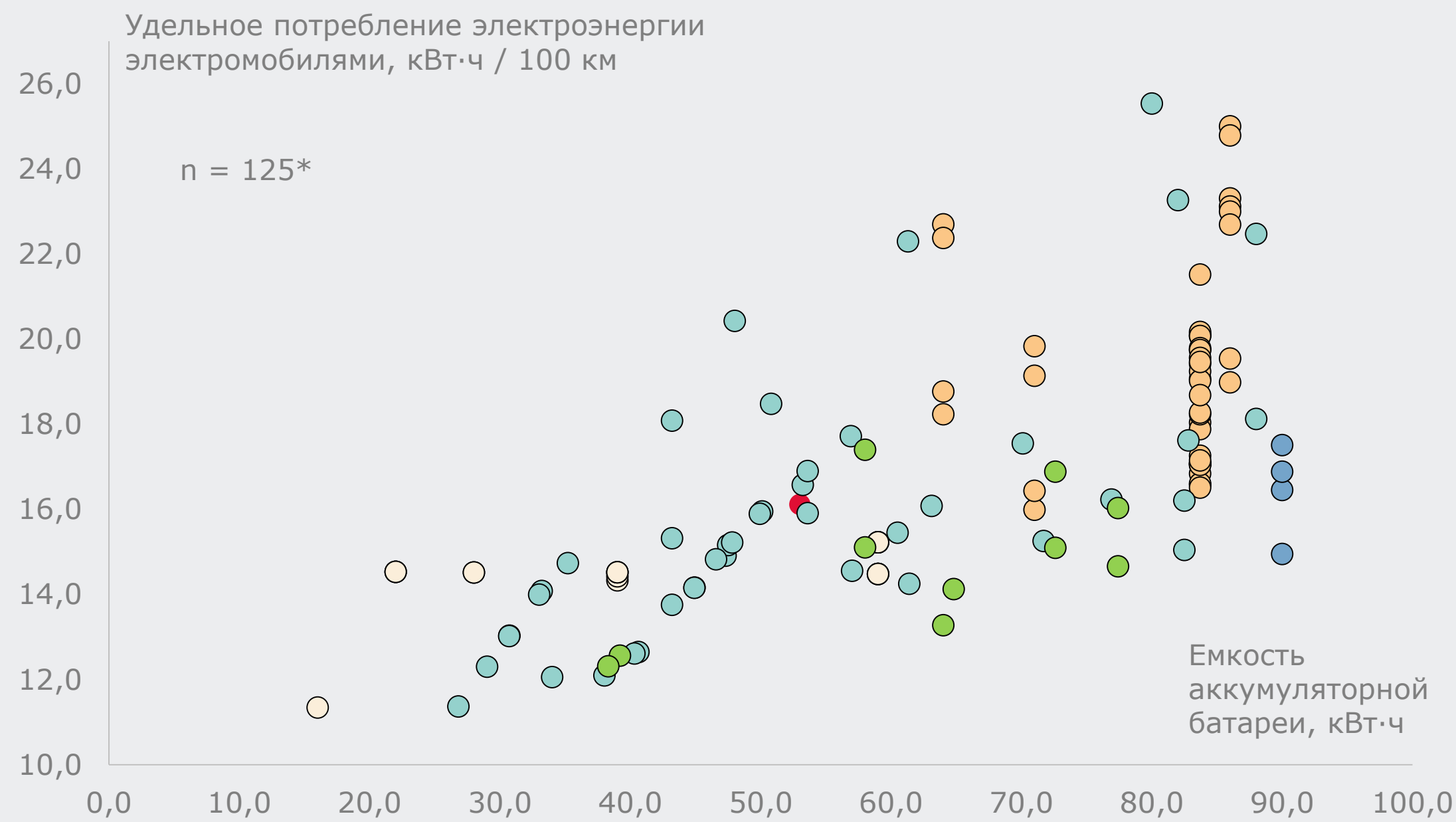
4 Марки = Топ-5 моделей легковых автомобилей с ДВС, лидирующих по продажам в РФ за последние 10 лет*²

* Срок нормативной эксплуатации автомобиля в РФ

¹ <https://www.autostat.ru/>

² <https://aebrus.ru/>

II. Расчет удельного потребления электроэнергии автомобилями в РФ



Выводы

- Среднее удельное потребление электроэнергии составляет **16.5 кВт·ч/100 км**
- Средняя емкость аккумуляторной батареи - **59 кВт·ч**
- Наибольшие средние значения данных показателей характерны для **немецких и американских марок** автомобилей.
- Максимальные значения - выявлены для **немецких, американских и китайских** автомобилей.

Обозначения

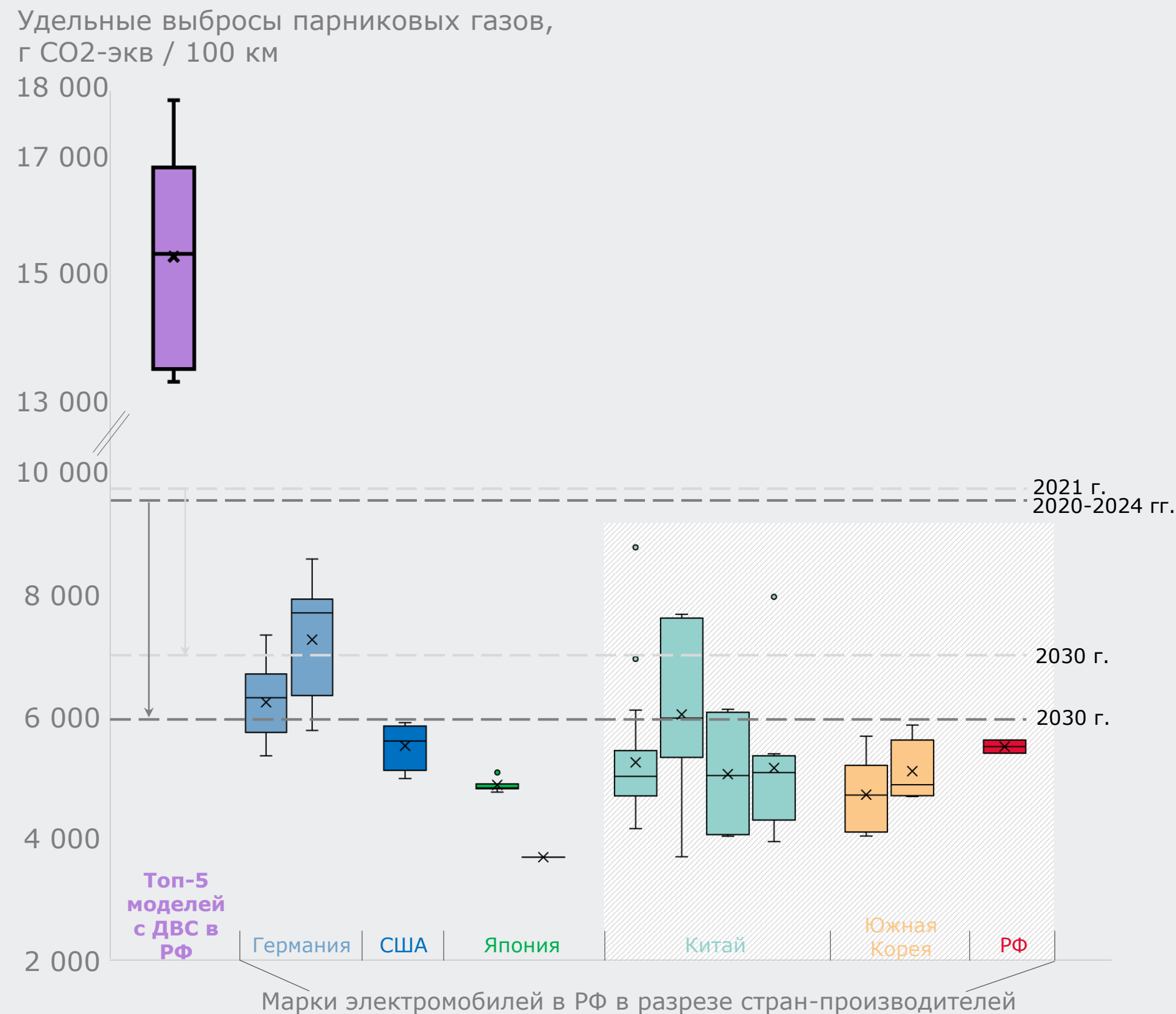
Характеристика моделей автомобилей по странам-производителям:

- | | |
|------------|------------------------|
| ● Германия | ● Китай |
| ● США | ● Южная Корея |
| ● Япония | ● Российская Федерация |

Источник: Расчет МКБ по данным производителей

* Объем выборки превышает общее число моделей автомобилей в связи с несколькими значениями запаса хода, емкости аккумуляторной батареи для одной и той же модели

III. Сопоставление выбросов ПГ автомобилей при эксплуатации в РФ



Обозначения

- max
Q3
Q1
min
Выбросы парниковых газов модельного ряда марок автомобилей
- X Среднее арифметическое значение
- Медиана
- Экстремальные значения ($>Q3+IQR \times 1,5$ или $<Q1-IQR \times 1,5$)
- Прогноз
- — Целевое значение выбросов для легковых автомобилей из ЕС
- — Целевое значение выбросов для легковых автомобилей из Южной Кореи

Источник: Расчет МКБ по данным производителей и данным из внешних источников (см. приложение)

Выводы

- **Косвенные выбросы ПГ электромобилей** в среднем в **2,7** раза меньше выбросов автомобилей с ДВС. Среднее сокращение выбросов – **9700 г CO₂-экв/100км**.
- **Китайско-корейские и отечественные электромобили** показывают в среднем более низкие значения косвенных выбросов в сравнении с европейскими (на **20%**) и американскими (на **9%**). Меньшие выбросы объясняются в целом более низкими значениями удельного потребления электроэнергии.
- Минимальные значения косвенных выбросов выявлены для **японских электромобилей**, максимальные значения – для китайских электромобилей.
- **Косвенные выбросы отечественных электромобилей** соответствуют среднему уровню по выборке.

Комментарии

Ситуация с сокращением выбросов ПГ от использования электромобилей с бóльшей долей вероятности останется аналогичной в будущем. В среднем анализируемые электромобили уже сейчас показывают косвенные выбросы меньшей массы (медианное значение около 5600 г CO₂-экв/100км) в сравнении с целевыми значениями выбросов ПГ от автомобилей из ЕС¹ и Южной Кореи², которые установлены к 2030 г.

Выбросы от электромобилей в РФ имеют значительный потенциал к сокращению, учитывая энергетическую стратегию РФ на период до 2035 г.³ - заявлено сокращение удельного расхода топлива на отпуск электрической энергии на 17,5 % к 2035 г. по сравнению с 2018 г., сокращение потерь в электросетях до уровня 7,3% к 2035 г. К 2050 г. планируется нарастить долю возобновляемых источников энергии в общем энергетическом балансе до уровня 10%⁴ Кроме того, сами электромобили будут становиться экономичнее за счет совершенствования конструкций и аккумуляторных батарей.

В планах китайских производителей увеличить удельную энергоемкость аккумуляторных батарей на более чем 65 % к 2030 г. по сравнению с уровнем в 2020 г.⁵

¹ <https://climate.ec.europa.eu/>

² <https://www.transportpolicy.net/>

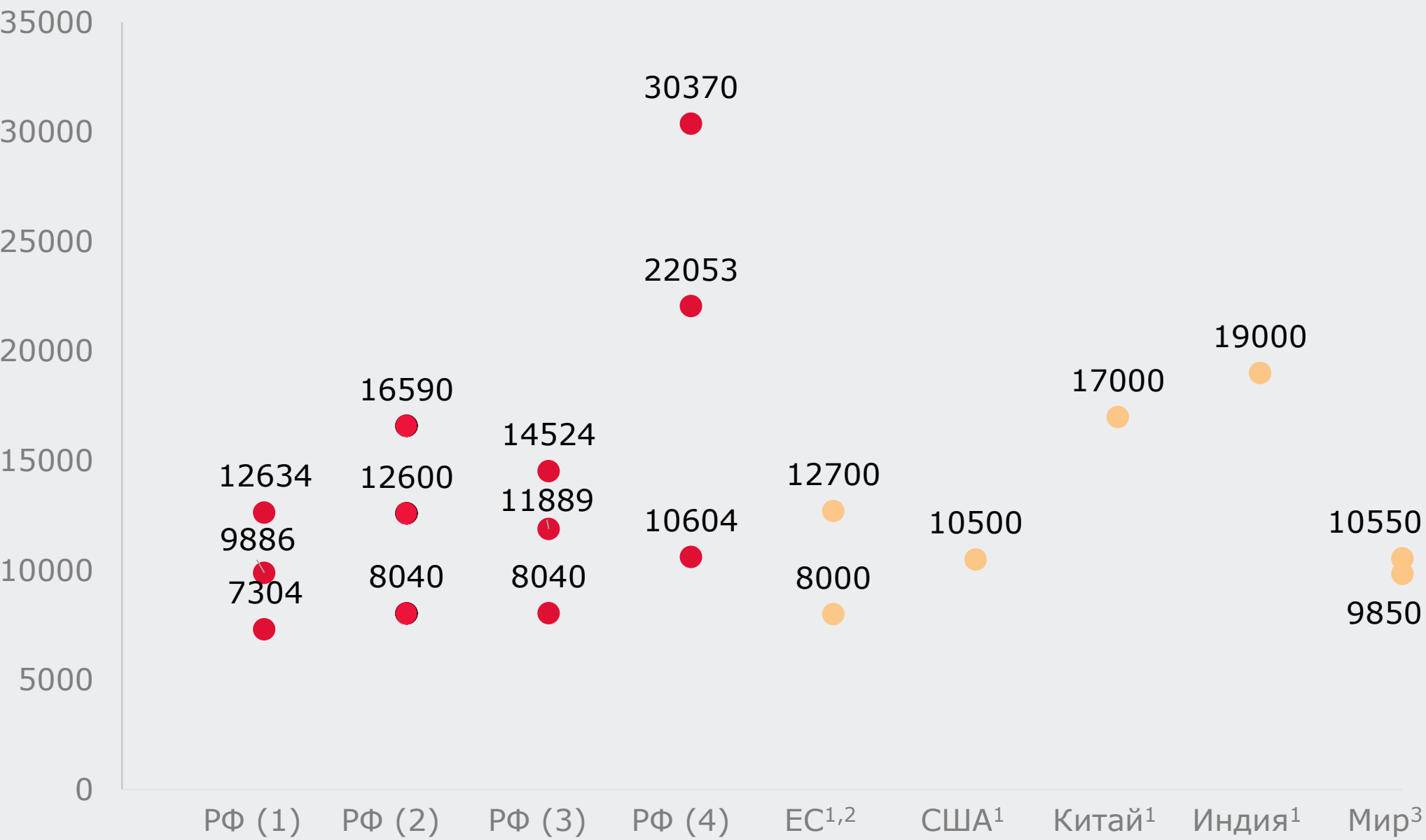
³ Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»

⁴ <https://tass.ru/ekonomika/16025737>

⁵ Battery 2030+: Inventing the Sustainable Batteries of the Future

IV. Оценка углеродного следа электромобилей в РФ и в других странах

Углеродный след,
г CO₂-экв / 100 км



Обозначения

- Углеродный след анализируемых марок электромобилей в РФ (мин, макс, медиана)
- Углеродный след электромобилей в других странах и исследованиях

Сценарии углеродного следа электромобилей в РФ при различных значениях углеродного следа производства батарей:

РФ (1) – минимальное значение по ICCT*

РФ (2) – медианное значение по ICCT

РФ (3) – медианное значение по ICCT с учетом национального значения углеродного следа производства батарей европейских и китайских марок электромобилей

РФ (4) – максимальное значение по ICCT

Примечания

Значения углеродного следа не учитывают стадию утилизации электромобилей. Углеродный след для РФ рассчитан с учетом фактических и прогнозных марок электромобилей. Для ЕС (нижнее значение), США, Китая, Индии дополнительно учитывается стадия обслуживания (несущественный вклад в суммарный углеродный след). Несколько значений для ЕС обусловлено различием в оценках внешних источников.

Источник: Расчет МКБ по данным производителей и данным из внешних источников (см. приложение)

* Международный совет по чистому транспорту

¹ ICCT (2021): A new life-cycle assessment of the greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars in major markets

² Final Report for the European Commission (2020): Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA

³ <https://www.iea.org>

Выводы

- **Средние значения углеродного следа** марок автомобилей в РФ варьируют в диапазоне **9 886 - 22 053 г CO₂-экв/100км**.
- Углеродный след автомобилей в РФ при использовании в расчете средних значений углеродного следа батарей составляет:
- **12 600 г CO₂-экв/100км** при сценарии РФ (2);
- **11 889 г CO₂-экв/100км** при сценарии РФ (3).
- Средние значения углеродного следа автомобилей в РФ близки к среднемировому значению, среднеевропейскому показателю из отчета для Европейской комиссии и показателю США.

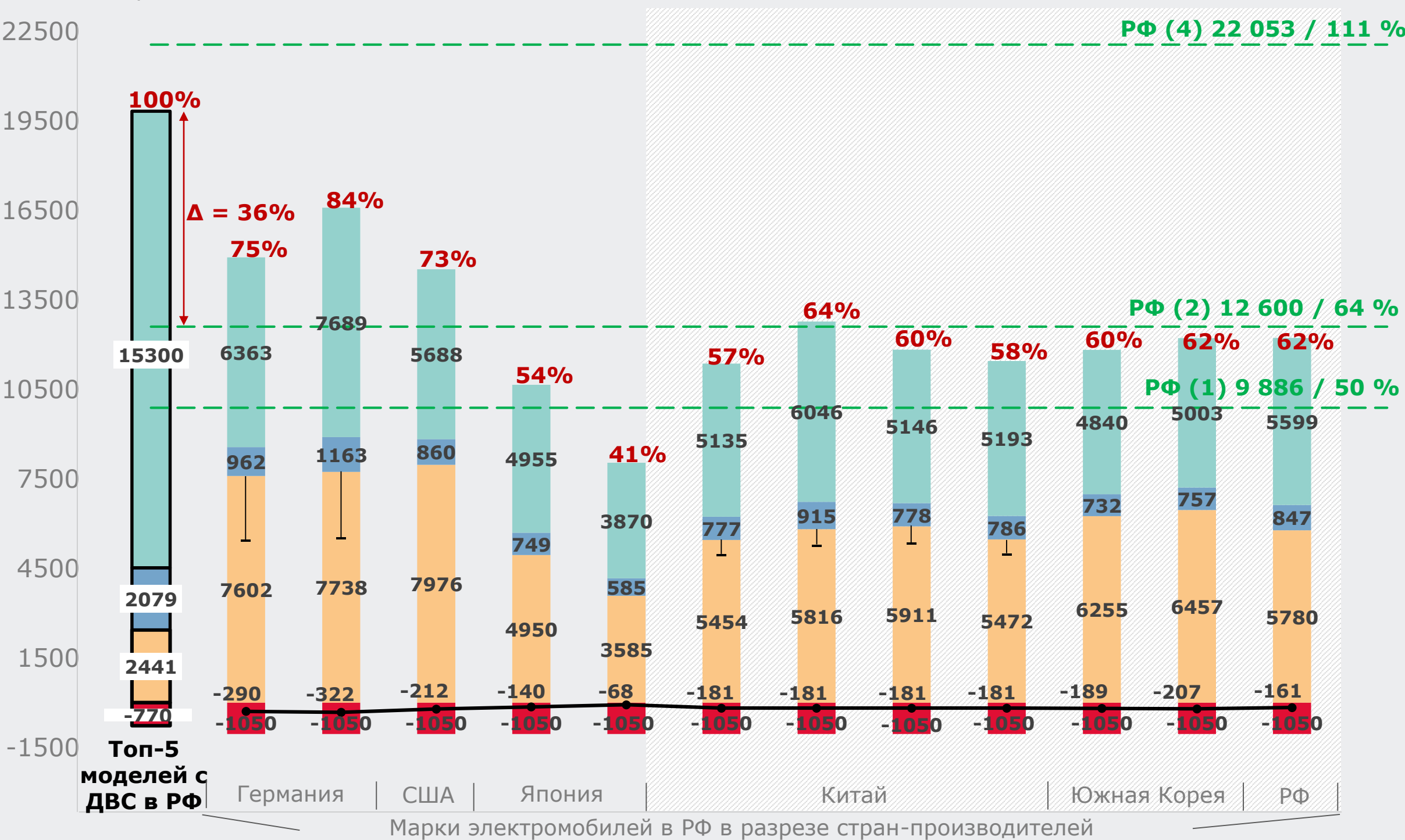
Комментарии

Абсолютные значения выбросов ПГ для аналогичных регионов и стран могут отличаться в различных исследованиях, что связано с дифференциацией принятых в расчетах характеристик автомобилей и первичных показателей выбросов ПГ от процессов, различным количеством учитываемых стадий жизненного цикла, используемых технологических процессов и т.д.



IV. Сравнение углеродного следа в разрезе этапов жизненного цикла электромобилей и автомобилей с ДВС в РФ

Углеродный след,
г CO₂-экв / 100 км



Обозначения

- Производство автомобиля (нижнее значение — сценарий РФ (3))
- Производство топлива
- Эксплуатация автомобиля
- Утилизация автомобиля
- Утилизация батареи
- Медианное значение углеродного следа по всей выборке марок электромобилей (влияние варьирования значений углеродного следа пр-ва батареи)
- Прогноз

Примечания

Углеродный след в разрезе этапов жизненного цикла электромобилей рассчитан в сценарии РФ (2). Медианное значение углеродного следа по всей выборке марок электромобилей без учета утилизации. Для топ-5 моделей с ДВС указано медианное значение углеродного следа.

Источник: Расчет МКБ по данным производителей и данным из внешних источников (см. приложение)

Выводы

- **Углеродный след** электромобилей **в среднем в 1,6 раза** меньше аналогичного показателя для автомобилей с ДВС (возрастает до **1,7 раза** в сценарии РФ (3)). Среднее сокращение углеродного следа – **7200 г CO₂-экв/100км** (**7900 г CO₂-экв/100км** в сценарии РФ (3)).
- **Китайско-корейские и отечественные электромобили** показывают в среднем более низкие значения углеродного следа в сравнении с европейскими (сценарий РФ (3) на **13%**) и американскими (сценарий РФ (3) на **19%**).
- **Углеродный след** отечественных электромобилей соответствует среднему уровню по выборке.
- Максимальный вклад в углеродный след электромобилей вносят стадии **производства и эксплуатации**.

Комментарии

Результаты с сокращением углеродного следа от использования электротранспорта подтверждены для ЕС, США, Китая и Индии¹.

Отрицательные значения выбросов ПГ на этапе утилизации автомобилей связаны с процессами рециклинга и меньшей углеродоёмкостью процессов обращения с отходами в сравнении с величиной сокращения выбросов ПГ, которая достигается в результате повторного использования ценных компонентов при производстве автомобилей^{2,3}. Вторым возможным сценарием при утилизации электромобилей и автомобилей с ДВС являются одинаково незначительные положительные выбросы ПГ (приблизительно 30 г CO₂-экв/100км)⁴.

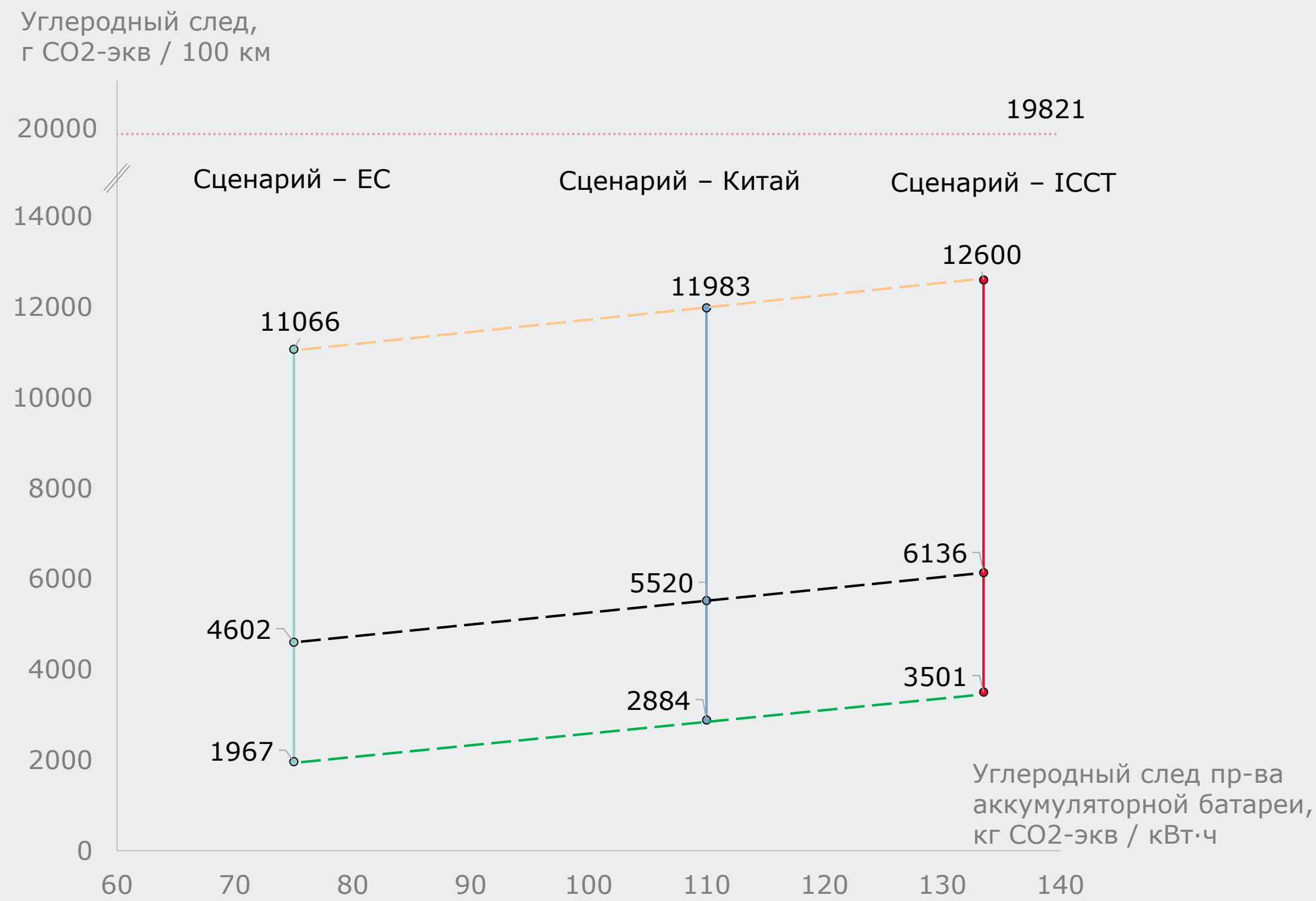
¹ ICCT (2021): A new life-cycle assessment of the greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars in major markets

² Final Report for the European Commission (2020): Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA

³ IVL Swedish Environmental Research Institute (2017): The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries

⁴ Kawamoto R, Mochizuki H, Moriguchi Y, Nakano T, Motohashi M, Sakai Y, Inaba A (2019) Estimation of CO₂ Emissions of internal combustion engine vehicle and battery electric vehicle using LCA. Sustainability 11(9):2690

IV. Сравнение углеродного следа электромобилей и автомобилей с ДВС при различных сценариях локализации производства в РФ



Обозначения

Сценарии углеродного следа производимых на территории РФ электромобилей при использовании различных значений углеродного следа производства батареи:

- Европейское значение углеродного следа производства батареи
- Китайское значение углеродного следа производства батареи
- Медианное значение углеродного следа производства батареи по ICCT

Углеродный след в разрезе этапов жизненного цикла производимых на территории РФ электромобилей:

- Полный жизненный цикл
- Производство электромобиля
- Производство аккумуляторной батареи
- Углеродный след полного жизненного цикла автомобилей с ДВС в РФ (медиана)

Примечания

Углеродный след указан с учетом производства в РФ широкой линейки электромобилей по аналогии с фактическим и прогнозируемым модельным рядом электромобилей (средние значения 16,5 кВт·ч/100 км, 59 кВт·ч). Значения углеродного следа полного жизненного цикла не учитывают стадию утилизации электромобилей.

Источник: Расчет МКБ по данным производителей и данным из внешних источников (см. приложение).

Выводы

- **Углеродный след** легковых электромобилей ниже аналогичного показателя для автомобилей с ДВС в сценариях локализации национального производства электромобилей с европейским, китайским значением углеродного следа производства аккумуляторной батареи, а также медианным значением по данным ICCT.
- Разница углеродного следа легковых электромобилей и автомобилей с ДВС в РФ увеличится в среднем (медиана) с **1,6 раза** при использовании медианного значения ICCT до **1,8 раза** в случае соответствия национального показателя углеродного следа производства аккумуляторной батареи европейскому значению.

Комментарии

При локализации производства легковых электромобилей в РФ разница в выбросах с автомобилями с ДВС будет нивелироваться в разных сценариях при 218-456 кг CO₂ / кВт·ч емкости, что малореалистично при указываемом значении для Китая в 110 кг CO₂-экв / кВт·ч емкости. Таким образом, можно констатировать сохранение сокращения выбросов ПГ при локализации производства легковых электромобилей в РФ.



Выводы

Ожидается перераспределение выбросов парниковых газов между сектором транспорта и топливно-энергетическим комплексом с уменьшением суммарных выбросов парниковых газов на национальном уровне и, как следствие, приближение РФ к достижению цели углеродной нейтральности:

- Косвенные выбросы парниковых газов легкового электромобиля в РФ меньше выбросов парниковых газов одного легкового автомобиля с ДВС в среднем в **2,7 раза** (сокращение на **9700 г CO₂-экв/100км**), углеродный след - меньше в **1,6-1,7 раза** (сокращение на **7200-7900 г CO₂-экв/100км**).
- Китайско-корейские и российские легковые электромобили показывают в среднем более низкие значения косвенных выбросов и углеродного следа в сравнении с европейскими и американскими.
- Углеродный след и косвенные выбросы отечественных электромобилей соответствует среднемировому уровню.
- Максимальный вклад в углеродный след электромобилей вносят стадия производства и эксплуатации.
- При локализации производства легковых электромобилей в РФ сокращение углеродного следа сохранится и прогнозируется в среднем на уровне **1,7 и 1,8 раза** в случае соответствия национального показателя углеродного следа производства аккумуляторной батареи китайскому и среднеевропейскому значению соответственно.

Рекомендации

Подтверждение результатов исследования с учетом:

- Сформировавшегося модельного ряда марок электромобилей после насыщения рынка продукцией из Восточной Азии и импортозамещения в автомобильной отрасли.
- Влияния климатических условий РФ на запас хода электромобилей.
- Национальных коэффициентов выбросов производства автомобилей и аккумуляторных батарей.
- Национальных коэффициентов выбросов при утилизации автомобилей и аккумуляторных батарей.



Приложение



1. Перечень ключевых первичных показателей

Показатель	Единица измерения	Значение			Источник
		Мин	Медиана	Макс	
Стадия производства автомобиля					
Углеродный след производства шасси (корпус, шины, интерьер и т.д.)	кг CO2-экв	4219			Kawamoto R, Mochizuki H, Moriguchi Y, Nakano T, Motohashi M, Sakai Y, Inaba A (2019) Estimation of CO2 Emissions of internal combustion engine vehicle and battery electric vehicle using LCA. Sustainability 11(9):2690
Углеродный след производства бензинового двигателя	кг CO2-экв	1274			
Углеродный след производства электромотора	кг CO2-экв	1070			
Углеродный след производства инвертора	кг CO2-экв	641			
Углеродный след производства аккумуляторной батареи	кг CO2-экв/кВт·ч		ICCT		ICCT (2018): Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions
		30	134	494	
			ЕС		Transport & Environment (2020): How clean are electric cars? T&E’s analysis of electric car lifecycle CO2 emissions Hao, H., Mu, Z., Jiang, S., Liu, Z., Zhao, F., 2017a. GHG emissions from the production of lithium-ion batteries for electric vehicles in China. Sustainability-Basel 9 (504)
			75		
			Китай		
		110			
Стадия производства топлива					
Углеродный след угля в РФ (косвенные и фугитивные выбросы)	т CO2-экв/т.у.т.	0,40			https://www.iea.org , https://minenergo.gov.ru/
Углеродный след нефти в РФ (области охвата 1 и 2 для добычи, транспортировки, переработки, хранения)		0,28			Отчет в области устойчивого развития ПАО «НК «Роснефть» (2020)
Углеродный след газа в РФ (области охвата 1 и 2 для добычи, транспортировки, переработки, хранения)		0,20			Отчет в области устойчивого развития ПАО «Газпром» (2020)
Стадия эксплуатации автомобиля					
Величина эксплуатации малых и средних легковых автомобилей	км	225 000			Final Report for the European Commission (2020): Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA
Расход топлива автомобиля с ДВС в смешанном цикле	л/100 км	5,7	6,6	7,3	Расчет МКБ для топ-5 моделей с ДВС в РФ
Углеродоемкость электроэнергии без потерь в РФ (вклад добычи и переработки)	кг CO2-экв / кВт·ч	0,0469			Расчет МКБ
Углеродоемкость электроэнергии без потерь в РФ (вклад генерации)	кг CO2-экв / кВт·ч	0,3102			https://www.carbonfootprint.com/
Потери при передаче электроэнергии в электросетях в РФ	%	10			Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»
Стадия утилизации автомобиля					
Выбросы при обращении с аккумулятором (демонтаж. отделение ячеек и катода, гидрообработка)	г CO2-экв / кг	2494			IVL Swedish Environmental Research Institute (2017): The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries
Сокращение выбросов в результате переработки аккумулятора	г CO2-экв / кг	- 3530			
Нетто-выбросы	г CO2-экв / кг	- 1036			

2. Данные по углеродному следу



Стадия жизненного цикла	Углеродный след топ-5 моделей с ДВС в РФ	Углеродный след марок электромобилей в РФ в разрезе стран-производителей											
		Германия		США	Япония		Китай				Южная Корея		Россия
Стадия производства автомобиля	2441	Сценарий РФ (1)											
		3752	3782	3836	3156	2849	3269	3350	3372	3273	3449	3494	3342
		Сценарий РФ (2)											
		7602	7738	7976	4950	3585	5454	5816	5911	5472	6255	6457	5780
		Сценарий РФ (3)											
		5426	5502	7976	4950	3585	4958	5256	5334	4972	6255	6457	5780
		Сценарий РФ (4)											
		21012	21517	22396	11198	6148	13064	14404	14755	13130	16028	16775	14272
Стадия производства топлива	2079	962	1163	860	749	585	777	915	778	786	732	757	847
Стадия эксплуатации автомобиля	15300	6363	7689	5688	4955	3870	5135	6046	5146	5193	4840	5003	5599
Стадия утилизации автомобиля / батареи	- 770	- 1050 / -290	- 1050 / -322	- 1050 / - 212	- 1050 / - 140	- 1050 / - 68	- 1050 / - 181	- 1050 / - 181	- 1050 / - 181	- 1050 / - 181	- 1050 / - 189	- 1050 / - 207	- 1050 / -161
ИТОГО (без утилизации)	19821	Сценарий РФ (1)											
		11077	12634	10384	8860	7304	9180	10311	9296	9252	9022	9254	9789
		Сценарий РФ (2)											
		14928	16590	14524	10654	8040	11365	12777	11835	11450	11828	12217	12227
		Сценарий РФ (3)											
		12751	14354	14524	10654	8040	10869	12217	11258	10951	11828	12217	12227
		Сценарий РФ (4)											
		28338	30370	28944	16903	10604	18976	21364	20679	19109	21601	22535	20718

3. Библиография

- 1) [Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2020 гг.](#)
- 2) [Распоряжение Правительства РФ от 23.08.2021 № 2290-р «Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года»](#)
- 3) [Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»](#)
- 4) [Battery 2030+: Inventing the Sustainable Batteries of the Future](#)
- 5) [ICCT \(2021\): A new life-cycle assessment of the greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars in major markets](#)
- 6) [ICCT \(2018\): Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions](#)
- 7) [IVL Swedish Environmental Research Institute \(2017\): The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries](#)
- 8) [Hao, H., Mu, Z., Jiang, S., Liu, Z., Zhao, F., 2017a. GHG emissions from the production of lithium-ion batteries for electric vehicles in China. Sustainability-Basel 9 \(504\)](#)
- 9) [Final Report for the European Commission \(2020\): Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA](#)
- 10) [Kawamoto R, Mochizuki H, Moriguchi Y, Nakano T, Motohashi M, Sakai Y, Inaba A \(2019\) Estimation of CO2 Emissions of internal combustion engine vehicle and battery electric vehicle using LCA. Sustainability 11\(9\):2690](#)
- 11) [Transport & Environment \(2020\): How clean are electric cars? T&E's analysis of electric car lifecycle CO₂ emissions](#)
- 12) <https://www.carbonfootprint.com/>
- 13) <https://insideevs.ru/>
- 14) <https://www.iea.org>
- 15) https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/Rosneft_CSR2020_RUS.pdf
- 16) <https://sustainability.gazpromreport.ru/fileadmin/f/2020/sustainability-report-ru-2020.pdf>
- 17) <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>
- 18) <https://www.autostat.ru/>
- 19) <https://aebrus.ru/>
- 20) <https://climate.ec.europa.eu/>
- 21) <https://www.transportpolicy.net/>
- 22) <https://minenergo.gov.ru/>
- 23) <https://tass.ru/ekonomika/16025737>





МКБ

**С заботой
о будущем**