

ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

А. В. Барабошкина¹

МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

О. В. Кудрявцева²

МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия)

УДК: 338.47, 338.14, 332.142.6

ЭКСТЕРНАЛЬНЫЕ ИЗДЕРЖКИ ОТ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В КОНТЕКСТЕ ПЕРЕХОДА К НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ: РОССИЙСКИЙ ОПЫТ³

Для перехода к низкоуглеродной модели экономики и устойчивой транспортной системе, решения экологических, климатических проблем многие страны отказываются от традиционных автомобилей, работающих на нефтяном топливе, в пользу электромобилей. Российский рынок электромобилей только начинает развиваться, но на государственном уровне уже заявлены довольно амбициозные цели. В отличие от автомобиля с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) выбросы при эксплуатации электромобилей практически нулевые, однако это совсем не так, если рассматривать полный жизненный цикл. В исследовании дана краткая характеристика рынку электромобилей, рассмотрены выбросы электромобилей и автомобилей с ДВС в течение жизненного цикла, предложен методический подход к экономической оценке негативного воздействия выбросов от автомобильного транспорта, проведена сравнительная стоимостная оценка экстерналий издержек автомобилей на традиционном и альтернативном топливе. Для достижения поставленных целей использовалась методика Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), позволяющая трансформировать стоимость жизни в страновом и временном контексте, учитывалась специфика энергобаланса и автомобильного рынка России. Полученные результаты демонстрируют, что в целом в российских условиях электромобили обладают большей экологичностью и вносят меньший вклад в изменение климата, чем автомобили с ДВС. Экстерналии издержки, обусловленные выбросами парниковых

¹ Барабошкина Анастасия Валерьевна — научный сотрудник, Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова; e-mail: baraboshkina-a@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-2948-5940.

² Кудрявцева Ольга Владимировна — д.э.н., профессор, Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова; e-mail: olgakud@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1517-0398.

³ Статья подготовлена в рамках научных исследований, выполняемых при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 23-28-00508) «Методология формирования механизмов низкоуглеродного развития российской экономики в новых условиях».

газов на протяжении жизненного цикла электромобиля, ниже аналогичных выбросов от традиционного автомобиля примерно на 70 руб. в расчете на 100 км пробега. Экстернальные издержки, обусловленные выбросами загрязняющих веществ при эксплуатации электромобиля, ниже экстернальных издержек, обусловленных выбросами от автомобиля с ДВС, приблизительно на 20 руб. в расчете на 100 км пробега.

Ключевые слова: электромобили, автомобили с ДВС, низкоуглеродное развитие, анализ жизненного цикла, экстернальные издержки, изменение климата, парниковые газы, загрязняющие воздух вещества.

Цитировать статью: Барабошкина, А. В., & Кудрявцева, О. В. (2023). Экстернальные издержки от автомобильного транспорта в контексте перехода к низкоуглеродной экономике: российский опыт. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*, 58(3), 137–156. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7>.

A. V. Baraboshkina

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

O. V. Kudryavtseva

Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

JEL: L92, Q01, Q51, Q53, Q54

EXTERNAL COSTS OF ROAD TRANSPORT IN THE CONTEXT OF TRANSITION TO LOW-CARBON ECONOMY: RUSSIAN EXPERIENCE¹

To make the transition to a low-carbon economy and sustainable transport system, to solve environmental and climate problems, many countries are replacing traditional cars that run on petroleum fuel with electric cars. Unlike vehicles with an internal combustion engine (ICE), electric vehicles' emission from operation phase are practically zero, but this is not the case if we consider a full life cycle. In this paper, we briefly describe the electric vehicle market, examine the life-cycle emissions of electric cars and ICE cars, propose a methodological approach to the economic assessment of negative impact of emissions from road transport, carry out a comparative assessment of external costs of cars that run on traditional and alternative fuel. To achieve these goals, we use the methodology of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), which allows to calculate country-specific and time-adjusted value of a statistical life, and consider the characteristics of Russia's energy balance and automotive market. The results demonstrate that, in general, under Russian conditions, electric cars are more environmentally friendly and contribute less to climate change than cars with internal combustion engines. The external costs caused by life-cycle greenhouse gas emissions of an electric car are lower than similar emissions from a traditional car by about 70 rubles per

¹ This research is supported by Russian Science Foundation (grant 23-28-00508 “Methodology for the elaboration of mechanisms for low-carbon development of Russia's economy in new circumstances”).

100 km. The external costs caused by emissions of pollutants from the electric car operation phase are lower than external costs caused by emissions from an ICE car by approximately 20 rubles per 100 km.

Keywords: electric cars, ICE cars, low-carbon development, external costs, climate change, greenhouse gas emissions, air pollutants.

To cite this document: Baraboshkina, A. V., & Kudryavtseva, O. V. (2023). External costs of road transport in the context of the transition to a low-carbon economy: Russian experience. *Lomonosov Economics Journal*, 58(3), 137–156. <https://doi.org/10.55959/MSU0130-0105-6-58-3-7>.

Устойчивое развитие и электрификация автомобильного транспорта

Создание устойчивой транспортной системы, предполагающей обеспечение всеобщего доступа к транспортным услугам, высокий уровень безопасности, снижение воздействия на окружающую среду и влияния на климатические изменения, надежность и эффективность, является крайне важным для достижения устойчивого развития.

Транспортный сектор вносит значительный вклад в выбросы парниковых газов и изменение климата. На него приходится более 1/5 выбросов парниковых газов, основным из которых является углекислый газ (CO₂). По сравнению с 1990 г. объем выбросов увеличился почти на 80% (Climate Watch, n.d.). Большая часть выбросов парниковых газов осуществляется дорожным (автомобильным) транспортом — 77% (рис. 1), при этом около половины приходится на пассажирские перевозки (Our World in Data,

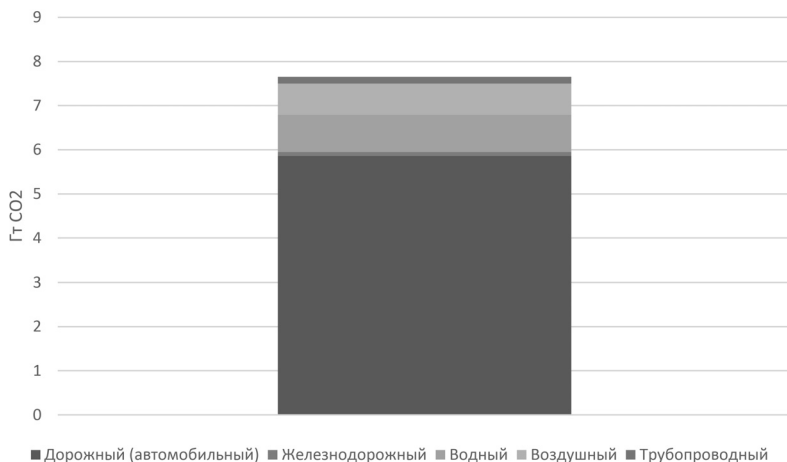


Рис. 1. Динамика выбросов CO₂ в транспортном секторе, по видам транспорта, 2000–2021 гг. (Гт)

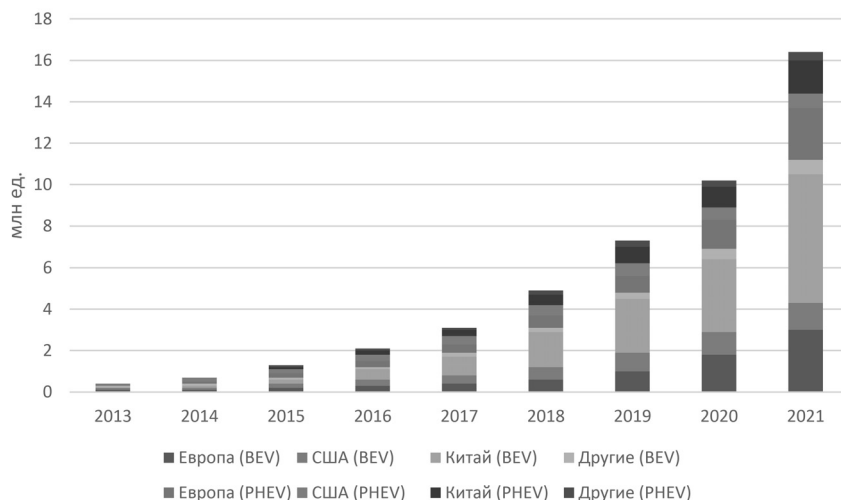
Источник: (International Energy Agency, 2022, September).

2020; International Energy Agency, 2022, September). В России, согласно данным национального кадастра, в 2018 г. доля автомобильного транспорта без учета трубопроводного в суммарных транспортных выбросах парниковых газов составляла 87,3% (Трофименко и др., 2022).

Транспорт также является главным источником загрязняющих атмосферный воздух веществ в крупных городах. Согласно данным Европейского агентства по охране окружающей среды, на дорожный транспорт приходится почти 1/3 суммарных выбросов оксидов азота (NO_x), 18% — монооксида углерода (CO), 7,6% — летучих органических соединений (VOC), 10 и 7,7% твердых частиц PM_{2,5} и PM₁₀ (Kudryavtseva et al., 2021). Эти и другие загрязнители, которые содержат выхлопные газы, наносят серьезный вред организму человека и окружающей среде. По последним оценкам Всемирной организации здравоохранения, загрязнение атмосферного воздуха приводит к 4,2 млн случаев преждевременной смерти ежегодно (Всемирная организация здравоохранения, 2022). Согласно недавнему крупному исследованию, антропогенное загрязнение воздуха является причиной 5,5 млн случаев преждевременной смерти ежегодно, из которых 3,6 млн — результат негативного воздействия сжигания ископаемого топлива в электроэнергетике, промышленности и на транспорте (Our World in Data, 2021).

Одно из важных направлений решения экологических и климатических проблем, связанных с транспортным сектором, — это электрификация транспорта. Многие страны активно стимулируют переход на низкоуглеродные источники энергии и перевод транспортных средств на электричество. Более 20 государств заявили о целях по полному или частичному вытеснению из продаж традиционных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (далее — ДВС), работающих на жидком топливе, к 2025—2050 гг. (Cui et al., 2020). Это способствует достижению таких Целей в области устойчивого развития, как: ЦУР 7 (недорогостоящая и чистая энергия), ЦУР 9 (индустриализация, инновации и инфраструктура), ЦУР 11 (устойчивые города и населенные пункты), ЦУР 13 (борьба с изменением климата) (United Nations, n.d.).

Мировой рынок электромобилей начал активно развиваться с 2010-х гг. По сравнению с 2013 г. парк электромобилей вырос в 40 раз, достигнув 16,5 млн единиц в 2021 г. (рис. 2) (International Energy Agency, 2022, October). Хотя и со значительным отставанием, но парк электрических автобусов и тяжелых грузовиков также расширяется: в 2021 г. их число составило 670 тыс. (4% от общего количества автобусов в мире) и 66 тыс. (пока всего 0,1% от суммарного количества) единиц (International Energy Agency, 2022, May).



Примечание: BEV — «чистый» электромобиль, PHEV — подключаемый гибрид. На рисунке представлены данные только по динамике парка легковых автомобилей.

Рис. 2. Динамика глобального парка электромобилей в 2013–2021 гг. (млн ед.)

Источник: (International Energy Agency, 2022, October).

В России рынок электротранспорта находится на начальном этапе развития (к 2022 г. в стране было зарегистрировано 16,5 тыс. электромобилей), но обладает хорошими перспективами (Автостат, 2022). Согласно «Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» и «Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года», доля электротранспортных средств на российском авторынке может составить 15% в 2030 г., при этом существенная часть будет приходиться на легковые частные, а также коммерческие электромобили (Распоряжение Правительства РФ, 2021a, 2021b).

В отличие от работающих на бензине и дизеле автомобилей основные выбросы от которых происходят в процессе эксплуатации, прямые выбросы электромобилей стремятся к нулю¹. Это способствует улучшению качества воздуха в городах, вносит вклад в борьбу с изменением климата и развитие низкоуглеродной модели экономики. Однако если рассматри-

¹ В процессе эксплуатации электромобиля происходят выбросы твердых частиц (PM_{10} , $PM_{2.5}$), не связанных с выхлопными газами (non-exhaust emissions), которые обусловлены износом шин, тормозов и дорожного покрытия и сопоставимы с аналогичными выбросами от автомобиля с ДВС. В связи с этим авторы настоящего исследования не учитывали их при оценке разницы экстернатальных издержек для автомобилей с ДВС и электромобилей.

вать весь жизненный цикл электромобилей, то ситуация с выбросами существенно меняется. В случае с электромобилями большая часть выбросов приходится на производство и топливный цикл, который начинается с добычи топлива и заканчивается выработкой электроэнергии на электростанциях и доведением ее до автомобилистов, и сильно зависит от характеристик местной структуры производства электроэнергии (Синяк, 2019).

В данном исследовании мы рассмотрим выбросы электромобилей¹ и автомобилей с ДВС на протяжении жизненного цикла, предложим методический подход к экономической оценке негативного воздействия выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ от автомобильного транспорта, дадим сравнительную стоимостную оценку экстерналий издержек автомобилей на традиционном и альтернативном топливе, связанных с загрязнением воздуха и изменением климата, для России.

Выбросы автомобильного транспорта в течение жизненного цикла

Существует три подхода к анализу жизненного цикла транспортного средства (Life Cycle Assessment/Analysis of vehicles, LCA of vehicles): «от колыбели до ворот» (cradle-to-gate), «от колыбели до могилы» (cradle-to-grave), «от колыбели до колыбели» (cradle-to-cradle). Cradle-to-gate подразумевает жизненный цикл автомобиля от добычи и обработки материалов до момента его транспортировки потребителю. Cradle-to-grave означает полный цикл и включает три стадии: стадию производства, стадию эксплуатации транспортного средства (включая техническое обслуживание и ремонт), стадию утилизации (демонтаж автомобиля и переработка его компонентов). Cradle-to-cradle — это замкнутый жизненный цикл, в котором материалы, переработанные в конце предыдущего жизненного цикла, используются в качестве сырья для следующего. Анализ жизненного цикла топлива (LCA of fuel) состоит из двух этапов: «от скважины до бака» (well-to-tank), т.е. от добычи топлива до заправочной/зарядной станции, и от «бака до колес» (tank-to-wheel), т.е. использование топлива непосредственно в процессе эксплуатации автомобиля. Полный топливный цикл называется «от скважины до колес» (well-to-wheel) (Xia, Li, 2022).

Согласно данным Европейской комиссии, в более чем 300 публикациях (87% от совокупного изученного количества), связанных с анализом жизненного цикла транспортных средств, объектом являются легковые автомобили, остальные транспортные средства (грузовые автомобили, автобусы и др.) анализируются намного реже. Главным образом сопоставляются традиционные автомобили с ДВС и «чистые» электромобили, меньше

¹ В рамках данной статьи рассматриваются выбросы только «чистых» электромобилей, т.е. электрических автомобилей с аккумуляторной батареей (BEV).

всего публикаций посвящено автомобилям с водородными топливными элементами — всего 8%. В разрезе стадий жизненного цикла чаще всего в исследованиях рассматривается топливный цикл (более трети от всех публикаций), второе место занимает производство транспортных средств. В разрезе категорий воздействий на окружающую среду 63% публикаций посвящены выбросам парниковых газов, далее следуют выбросы загрязняющих веществ и их влияние на качество воздуха и энергозатраты. Литература по соответствующей тематике преимущественно представлена европейскими и американскими исследованиями (Hill et al., 2020).

Диапазон оценок в отношении вклада электромобилей в изменение климата и их экологичности по сравнению с традиционными автомобилями довольно широкий. С точки зрения средних значений современные электромобили, как правило, характеризуются меньшими выбросами парниковых газов (CO_2 , CH_4 , N_2O) на протяжении жизненного цикла. Согласно исследованию Международного совета по чистому транспорту (ICCT), выбросы парниковых газов в течение жизненного цикла среднего баритного электромобиля, зарегистрированного в 2021 г., ниже выбросов от сопоставимого автомобиля, работающего на бензине: в Европе — на 66–69%, в США — на 60–68%, в Китае — на 37–45%, в Индии на 19–34% (Bieker, 2021). Если рассматривать отдельные стадии жизненного цикла транспортного средства и (или) национальные/региональные особенности, в первую очередь, структуру выработки электроэнергии, то результаты могут быть даже противоположными. В исследовании (Tang et al., 2022) показано, что в некоторых провинциях и городах центрального подчинения¹ Китая выбросы CO_2 в течение жизненного цикла электромобиля превышают выбросы от автомобиля с ДВС. Например, в Пекине, где почти 100% электроэнергии вырабатывается на тепловых электростанциях, совокупные выбросы CO_2 от электромобиля выше, чем от автомобиля с ДВС на 8,2%. В провинции Юньнань, в которой на долю гидроэнергии приходится более 80%, выбросы CO_2 от электромобиля, наоборот, значительно ниже: на 60,5%. При этом во всех регионах Китая выбросы в процессе производства электромобиля превышают аналогичные выбросы от автомобиля с ДВС. Согласно работе (Woo et al., 2017), в странах с высокой долей ископаемых видов топлива в структуре генерации электричества (ЮАР — 93%, Индонезия — 92%, Австралия — 88%, Индия — 81%, Китай — 74%) медианные значения выбросов парниковых газов в расчете на 1 км пробега субкомпактных² электромобилей выше

¹ На провинциальном уровне Китай делится на провинции, автономные районы, города центрального подчинения и специальные административные районы.

² Субкомпактные автомобили (классификация США) приблизительно совпадают с легковыми автомобилями сегмента В / «малыми» автомобилями (европейская классификация). К ним относятся Nissan Leaf, KIA Soul, Volkswagen Polo, Ford Fiesta и т.п.

выбросов от автомобилей с ДВС аналогичного сегмента. Однако в таких странах, как Россия, где доля ископаемых видов топлива хотя и высокая (66%), но используется в основном природный газ, при сжигании которого образуется сравнительно меньше парниковых газов, ситуация с выбросами обратная.

Что касается загрязняющих атмосферный воздух веществ, то здесь результаты также разнятся. В исследовании (Yang et al., 2021) показано, что в Китае в среднем выбросы VOC, NOx в течение жизненного цикла электромобиля на 1 км пробега ниже, чем от автомобиля, работающего на бензине, а выбросы PM_{2,5} и SOx — выше. В исследовании (Синяк, 2019) представлены интегральные показатели выбросов в атмосферу по этапам жизненного цикла электромобиля и автомобиля с ДВС, полученные на базе модели GREET¹. В отличие от предыдущего исследования здесь выбросы PM_{2,5}, наоборот, ниже у электромобиля. В докладе Европейской комиссии показано, что выбросы наиболее распространенных загрязнителей от электромобилей компакт-класса² ниже, чем от соответствующих бензиновых и дизельных автомобилей (Hill et al., 2020). Различия обусловлены выбранной для анализа структурой генерации электроэнергии, показателями расхода моторного топлива/электричества, сроком использования автомобиля и другими параметрами.

Применительно к России оценку углеродного следа³ электромобилей и автомобилей с ДВС провел Московский кредитный банк (МКБ). Выборка автомобилей для анализа сформирована из 12 марок электромобилей (61 модель), которые включают пять наиболее популярных немецких, американских и японских марок, используемых на дорогах России; шесть марок китайского, южнокорейского производства и одну марку российского производства, которые уже начинают появляться на российских дорогах или появятся в ближайшем будущем. В противопоставление электромобилям в выборку также вошли четыре марки (топ-5 моделей по продажам в РФ) легковых автомобилей с ДВС. Специалисты МКБ сопоставили выбросы парниковых газов от электромобилей и автомобилей с ДВС при эксплуатации, определив косвенные выбросы от электромобилей с учетом специфики энергобаланса и углеродоемкости генерации электроэнергии в России, и сравнили углеродный след электромобилей и традиционных автомобилей при различных значениях углеродного

¹ GREET® Model, разработанная исследовательским центром Министерства энергетики США Argonne National Laboratory, расшифровывается как The Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation Model и позволяет сравнивать различные варианты топлив и транспортных средств с точки зрения затрат энергии и выбросов на трех стадиях: топливный цикл, производство и эксплуатация автомобиля.

² Также классифицируются как автомобили сегмента C / «низшего среднего» класса.

³ Углеродный след — суммарные выбросы парниковых газов на всех этапах жизненного цикла (в данном случае автомобиля).

следа производства аккумуляторных батарей (АКБ). Результаты показали, что если в России будет налажено производство электромобилей, то при средних по выборке значениях удельного потребления электроэнергии и емкости батареи углеродный след электромобилей будет ниже аналогичного показателя для автомобилей с ДВС в 1,6–1,8 раза в сценариях локализации производства с медианными европейским и китайским значениями углеродного следа производства АКБ и медианным значением по данным ICCT. Если провести аналогичное сравнение со среднемировым значением углеродного следа для автомобиля с ДВС в 250 г CO₂-экв./км (Kudryavtseva, Kurdin, 2023), то разрыв будет еще больше: в 2–2,6 раза. В среднем значение углеродного следа электромобилей в России составляет 126 г CO₂-экв./км, что превышает рассчитанные ICCT показатели для электромобилей в Европе и США, но ниже соответствующих показателей для Китая и Индии (Bieker, 2021; Московский кредитный банк, 2022).

Далее для проведения сравнительной стоимостной оценки экстернальных издержек, обусловленных выбросами парниковых газов от электромобиля и автомобиля с ДВС в России, авторы настоящего исследования использовали углеродный след, рассчитанный специалистами МКБ. Для оценки экстернальных издержек, обусловленных выбросами в атмосферу загрязняющих веществ, преимущественно использованы величины объемов выбросов из исследования (Yang et al., 2021), скорректированные с учетом российской структуры производства электроэнергии.

Методические подходы к оценке экстернальных издержек автомобильного транспорта

Жизненный цикл автомобиля, начиная с его производства и заканчивая утилизацией, сопровождается негативным воздействием на окружающую среду и человека. С этим воздействием связано возникновение внешних (экстернальных) эффектов, или экстерналий — некомпенсируемых издержек, которые вынуждены нести третьи лица. Например, автомобилизация сопровождается загрязнением воздуха и воды вредными веществами, шумовым загрязнением, образованием отходов и другими экологическими последствиями, от которых страдает население. Экстерналии составляют более 1/3 всех издержек автотранспорта, причем половина из них — это именно экологические экстерналии (Ховавко, 2016). Недоучет экстернальных издержек в цене автомобиля искажает ее и делает заниженной с точки зрения реальных общественных затрат.

В структуре экологических экстернальных издержек использования автотранспорта наибольшую долю составляет ущерб от загрязнения воздуха. По оценкам (Delucchi, 2000), эта доля равна 85–90%, из которых

на ущерб здоровью человека приходится 64–82%. Второе место¹ занимают климатические изменения, вызванные выбросами парниковых газов, на них приходится 7–13% от суммарных экологических внешних издержек (Delucchi, 2000).

Экстернальные эффекты являются провалами рынка, которые государство может стремиться компенсировать как налогами и штрафами, налагаемыми на их виновника (в случае наличия негативных внешних эффектов), так и возможными субсидиями в случае их отсутствия. Оценка экстернальных издержек является сложной экономической проблемой и зависит от множества факторов.

Для оценки экстернальных издержек, связанных с изменением климата, применяются два основных подхода: стоимостная оценка ущерба (damage cost approach) и стоимостная оценка предотвращения [последствий] (avoidance/abatement/mitigation cost approach). Первый способ предполагает оценку каждого эффекта, вызванного климатическими изменениями, и последующее их суммирование. Второй способ концентрируется на затратах, необходимых для предотвращения последствий изменения климата в желаемой степени (например, опираясь на установленные цели климатической политики). Согласно большому количеству исследований, рекомендуется использовать avoidance cost approach (Van Essen et al., 2019). Во-первых, разброс результатов в исследованиях, использующих avoidance cost approach для оценки экстернальных издержек, связанных с изменением климата, значительно меньше, чем в исследованиях, опирающихся на damage cost approach. Согласно (Litman, 2012), при применении второго подхода оценки ущерба могут отличаться более чем на три порядка: от чуть меньше 0 (если в ходе анализа рассчитываются чистые выгоды) до 1000 фунтов стерлингов за 1 т CO₂-экв. При применении же первого подхода — «только» на два порядка. Во-вторых, многообразие и масштабы возможных климатических изменений не позволяют учесть все возможные негативные последствия и оценить их количественно. В-третьих, есть вероятность недоучета мер по адаптации к климатическим изменениям, которые потенциально способны снизить стоимость ущерба. Весомым аргументом в пользу выбора avoidance cost approach является принятие Парижского соглашения и установление конкретных целей по снижению выбросов.

Авторы настоящей статьи опираются на «Руководство по экстернальным издержкам транспорта» (далее — «Руководство»), опубликованное Европейской комиссией. В «Руководстве» представлены лучшие практики в методологии оценки различных категорий внешних издержек транспорта. В части экстерналий, связанных с климатическими изменениями, в работе приводятся удельные издержки предотвращения выбросов парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O), приведенных к CO₂-эквиваленту,

¹ Учитываются только выбросы в «топливном цикле».

в кратко-, средне- и долгосрочном периодах, которые были получены путем усреднения соответствующих величин, представленных в различных исследованиях. Центральная оценка составляет 100 евро в ценах 2016 г. на 1 т CO₂-экв. на горизонте до 2030 г. и основана на цели Парижского соглашения по удержанию прироста глобальной средней температуры в пределах 1,5–2 ° по отношению к соответствующему показателю доиндустриальной эпохи. Издержки варьируются в зависимости от масштаба сокращения выбросов. Минимальная оценка составляет 60 евро в ценах 2016 г. Максимальная оценка основана на более амбициозных целях по уменьшению объемов выбросов и необходимости принимать более затратные меры, чтобы предотвратить эмиссию каждой дополнительной тонны парниковых газов, и составляет 189 евро в ценах 2016 г. (Van Essen et al., 2019).

Как и в случае со стоимостной оценкой экстерналий издержек, связанных с изменением климата, оценки стоимости ущерба от выбросов загрязняющих веществ существенно разнятся. Например, в исследовании (Delucchi, 2000) удельные издержки для здоровья человека, связанные с выбросами твердых частиц PM_{2.5} от автомобильного транспорта, варьируются в диапазонах 64–779 долл./кг в ценах 1991 г. для Лос-Анджелеса, 15–225 долл./кг в ценах 1991 г. для всех городских территорий США, 10–159 долл./кг в ценах 1991 г. для США в целом. В «Руководстве» удельные издержки от негативного воздействия автотранспортных выбросов PM_{2.5} оцениваются в 191–568 евро/кг в ценах 2016 г. для европейских городов с населением более 0,5 млн человек (Van Essen et al., 2019). Такой разброс связан с используемым подходом к оценке внешних издержек, количеством учитываемых негативных эффектов, с численностью и плотностью населения, уровнем жизни.

Последние стоимостные оценки ущерба здоровью человека, потери урожая, утраты биоразнообразия и материального ущерба в результате загрязнения воздуха транспортными средствами, а также оценки негативного воздействия выбросов на стадии производства энергоресурсов в странах Европейского союза содержатся в редакции «Руководства» от 2019 г. Расчет удельных издержек (в евро на кг загрязняющего вещества) от загрязнения воздуха автотранспортом и другими видами транспорта (железнодорожный, речной транспорт), необходимые для получения финальных стоимостных оценок, базируются на методологии проекта NEEDS¹ и величинах, полученных в рамках этого проекта, но скорректированы с учетом современных данных, в том числе специфичных для конкретных европейских стран (Van Essen et al., 2019). В основе проекта NEEDS

¹ Исследовательский проект NEEDS, реализованный в 2004–2009 гг., расшифровывается как New Energy Externalities Development for Sustainability (Разработка вопросов, связанных с экстерналиями новой энергетики, в целях достижения устойчивости).

лежит широко используемый в мировой практике подход к экономической оценке ущерба «Метод пути воздействия» (Impact pathway approach, IPA). Методологически IPA представляет собой подход «снизу вверх» (bottom-up approach), который предполагает отслеживание ущерба от источника, его количественную оценку с помощью анализа путей воздействия (impact pathways) и монетизацию физического ущерба (Дядик и др., 2021). IPA применялся во многих исследовательских проектах, начиная с вышеупомянутого NEEDS, таких как: ExternE («Экстернальные издержки энергетики», 1990-е гг. — 2005 г.), HEATCO («Развитие гармонизированных европейских подходов к издержкам, связанным с транспортом, и оценке проектов», 2004—2006 гг.), SAFE CBA («Анализ “затраты-выгоды” в рамках программы “Чистый воздух для Европы”», 2005—2006 гг.) и др. (Van Essen et al., 2008).

Для трансформации стоимостных показателей в страновом и временном контексте важно учитывать разницу в ценах и доходах. Такой перенос стоимости возможно реализовать, применив формулу, представленную в исследовании ОЭСР (OECD, 2014), которое базируется на стоимости среднестатистической жизни человека (VSL) и позволяет скорректировать стоимостные показатели для конкретной страны в рассматриваемом году:

$$VSL_{year} = VSL_{EU\ base\ year} \cdot (YC/YEU)^E \cdot PPP \cdot (1 + \% \Delta P + \% \Delta Y),$$

где VSL EU — базовое значение VSL для стран ЕС;

YC — ВВП на душу населения по ППС анализируемой страны в ценах рассматриваемого года;

YEU — средний ВВП на душу населения в странах ЕС по ППС в ценах рассматриваемого года;

E — эластичность VSL по доходу (для экологических и связанных со здоровьем благ находится в диапазоне от 0,7 до 0,9);

PPP — обменный курс, рассчитанный по паритету покупательной способности в ценах базового года;

% ΔP — процентное изменение ИПЦ с базового по рассматриваемый годы;

% ΔY — процентное изменение в росте реального ВВП на душу населения с базового по рассматриваемый годы.

Рекомендованное базовое значение VSL представлено в работе ОЭСР (OECD, 2012), которая является крупнейшим метаанализом и содержит 261 значение VSL из 28 исследований, проведенных в странах ОЭСР, рассчитанных на базе данных о «готовности платить» (Willingness-to-pay, WTP) за снижение риска преждевременной смерти от загрязнения воздуха. Значения VSL для стран ОЭСР находятся в диапазоне 1,5—4,5 млн долл. в ценах 2005 г., рекомендованное базовое значение составляет 3 млн долл.

в ценах 2005 г. (OECD, 2012). В «Руководстве» Европейской комиссии данное значение было трансформировано в 3,6 млн евро в ценах 2016 г. (~4 млн долл. в ценах 2016 г.) (Van Essen et al., 2019).

Для переноса стоимости на Россию мы использовали базовое значение VSL для стран ЕС из «Руководства», данные Всемирного банка, ОЭСР и Росстата (Van Essen et al., 2019; OECD, n.d.; Федеральная служба государственной статистики, н.д.). Так как, согласно вышеуказанной формуле, эластичность VSL по доходу колеблется от 0,7 до 0,9, мы взяли среднее значение — 0,8.

В результате получена стоимость среднестатистической человеческой жизни в России, которая составляет 79,6 млн руб. и далее будет использована для корректировки удельных издержек, связанных с выбросами загрязняющих веществ.

Результаты

Автотранспорт является источником негативного воздействия выбросов на трех уровнях: локальном, региональном и глобальном. На локальном и региональном уровнях загрязняющие воздух вещества наносят вред здоровью человека и окружающей среде, а на глобальном парниковые газы вызывают климатические изменения. При оценке экстерналий издержек авторы настоящего исследования рассчитали затраты, связанные с выбросами парниковых газов, для полного жизненного цикла¹ электромобиля и автомобиля с ДВС, а связанные с выбросами загрязняющих веществ — учитывая только прямые выбросы традиционных автомобилей (сгорание топлива непосредственно в двигателе при эксплуатации) и косвенные выбросы (генерация электричества) электромобилей. Это было связано с тем, что электромобили практически не выбрасывают загрязняющих веществ при движении, следовательно, основное их влияние на окружающую среду через выбросы загрязняющих веществ заключается в процессе генерации энергии для их использования. Авторов интересовала оценка разницы экстерналий издержек от эксплуатации автомобилей с ДВС и электромобилей в городе, поэтому в данном исследовании не затрагиваются издержки процесса производства автомобилей.

Экстерналии издержки, связанные с выбросами парниковых газов. Ориентируясь на углеродный след, рассчитанный специалистами Московского кредитного банка, и на центральную оценку «Руководства» Европейской комиссии в 100 евро в ценах 2016 г. на 1 т CO₂-экв. на горизонте до 2030 г. (9376 руб. в ценах 2021 г.), мы получили следующие результаты (рис. 3).

¹ Без учета утилизации.

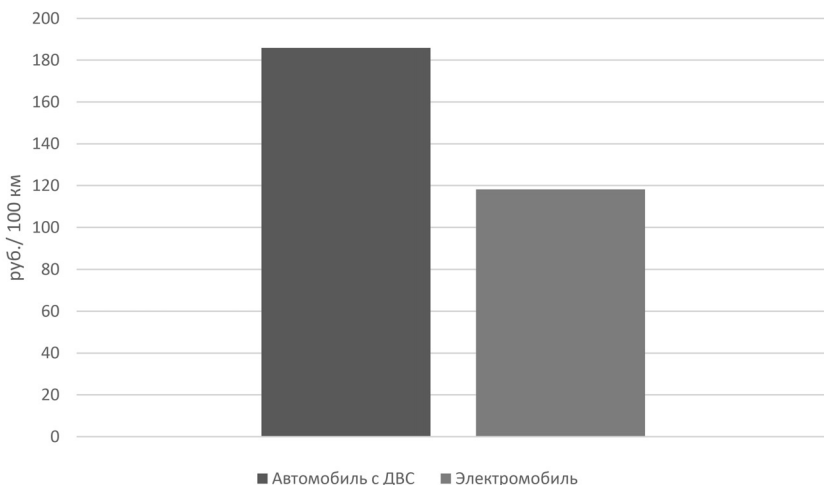


Рис. 3. Стоимостная оценка экстерналий издержек электромобиля и автомобиля с ДВС, связанных с изменением климата, для России (руб./100 км, в ценах 2021 г.).

Источник: составлено авторами на основе (Van Essen et al., 2019; Московский кредитный банк, 2022).

Экстерналии издержки, обусловленные выбросами парниковых газов от электромобиля на протяжении жизненного цикла, ниже аналогичных издержек, связанных с выбросами автомобиля с ДВС, примерно на 70 руб. в расчете на 100 км пробега.

Экстерналии издержки, связанные с выбросами загрязняющих веществ. Для расчета выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации электромобилей авторы настоящего исследования использовали коэффициенты выбросов, указанные в (Yang et al., 2020), скорректировав их с учетом процентных долей энергоисточников в структуре производства электроэнергии в России (International Energy Agency, n.d.). Расход моторного топлива и электроэнергии мы приняли равными 10,7 л/100 км и 15,7 кВт-ч/100 км в городском цикле исходя из топ-5 популярных традиционных автомобилей и электромобилей в составе российского автопарка (Автостат, 2021, 2022). Представим полученные удельные выбросы загрязняющих веществ в форме таблицы (табл. 1).

Для дальнейшей оценки экстерналий затрат использованы удельные издержки из «Руководства» Европейской комиссии, скорректированные с учетом стоимости жизни в России, рассчитанной нами выше. Представим полученные результаты также в форме таблицы (табл. 2).

Таблица 1

**Удельные выбросы загрязняющих веществ
от автомобиля с ДВС (прямые) и электромобиля (косвенные)
(кг/100 км)**

	Автомобиль с ДВС	Электромобиль
VOC	0,0096	0,0007
NO _x	0,0089	0,004
SO ₂	—	0,002
PM _{2,5}	0,0004	0,0002
PM ₁₀	0,0015	0,0015
CO	0,17	0,0036

Примечание. В силу отсутствия данных по некоторым загрязняющим веществам в (Yang et al., 2021), данные по CO и PM₁₀ взяты из работы (Синяк, 2019). В случае с автомобилями с ДВС коэффициенты выбросов взяты для топлива E10 с 10%-ным содержанием этилового спирта. Это обусловлено тем, что в GREET Model, на которые опираются исследования (Синяк, 2019; Yang et al., 2020), это наиболее приближенный к российским условиям вариант.

Источник: составлено авторами на основе данных (Синяк, 2019; Yang et al., 2021; International Energy Agency, n.d.).

Таблица 2

**Удельные издержки, связанные с выбросами загрязняющих веществ
при эксплуатации автомобиля с ДВС в городе
и генерации электроэнергии (руб./ кг в ценах 2021 г.)**

	Автомобиль с ДВС	Электромобиль
VOC	26	26
NO _x	476	242
SO ₂	—	242
PM _{2,5}	8427	387
PM ₁₀	494	32
CO	90	5,5

Примечание. В силу отсутствия данных по некоторым загрязняющим веществам в «Руководстве» Европейской комиссии, данные по CO и PM_{2,5}, PM₁₀ (электромобили) взяты из работы (Синяк, 2019) и переведены в рубли в ценах 2021 г. с использованием ИПЦ и среднего курса доллара к рублю ЦБ РФ.

Источник: составлено авторами на основе данных (Van Essen et al., 2019; Синяк, 2019).

Таким образом, мы получили следующие экстернальные издержки, обусловленные выбросами загрязняющих веществ при эксплуатации электромобиля и автомобиля с ДВС в России (рис. 4).

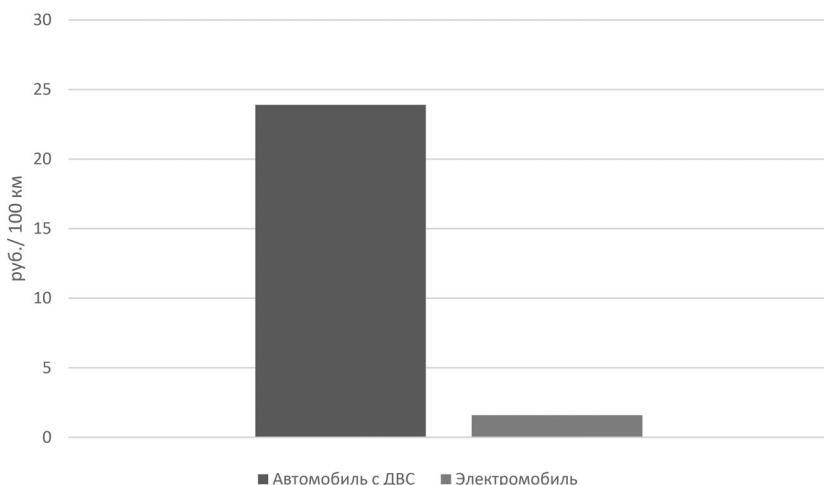


Рис. 4. Стоимостная оценка экстернальных издержек эксплуатации электромобиля и автомобиля с ДВС, связанных с загрязнением атмосферного воздуха в городах России (руб./100 км, в ценах 2021 г.).

Источник: рассчитано авторами.

Экстернальные издержки, обусловленные выбросами загрязняющих веществ от электромобиля при эксплуатации, ниже издержек, связанных с выбросами автомобиля с ДВС, примерно на 20 руб. в расчете на 100 км пробега. Такой разрыв объясняется низкой долей угля в российской структуре производства электроэнергии, где преобладает относительно чистый природный газ, а также гидро- и атомная энергия. К тому же большая степень рассеивания выбросов при сжигании топлива на электростанциях снижает концентрацию вредных веществ и, соответственно, наносимый ущерб.

Заключение

Создание устойчивой транспортной системы подразумевает переход на чистые, низкоуглеродные источники энергии, частью которого является электрификация транспорта. Мировой рынок электромобилей стремительно развивается: за десятилетие их парк увеличился более чем в 40 раз. Российский рынок электротранспорта только начинает свое развитие, но на государственном уровне уже озвучены довольно амбициозные цели, а именно увеличение рыночной доли электротранспортных средств до 15%, большинством из которых станут легковые электромобили.

Прямые выбросы электромобилей при эксплуатации стремятся к нулю, однако при рассмотрении полного жизненного цикла ситуация меняется.

Диапазон оценок в отношении вклада электромобилей в изменение климата и загрязнение воздуха достаточно широкий. На это влияют выбранные для анализа этапы жизненного цикла, особенности структуры генерации электроэнергии, характеристики преобладающих в использовании автомобилей и другие параметры.

Негативное воздействие автомобильного транспорта на человека и окружающую среду сопровождается возникновением экологических экстерналий, наибольшую долю которых составляют ущерб от загрязняющих атмосферу веществ на локальном/региональном уровне и отрицательные эффекты глобальных климатических изменений, вызванные выбросами парниковых газов. В данном исследовании мы дали сравнительную стоимостную оценку углеродному следу электромобиля и традиционного автомобиля с ДВС и рассчитали экстернальные издержки, связанные с загрязнением городского воздуха при эксплуатации соответствующих транспортных средств, используя методику ОЭСР, специфику энергобаланса и автопарка России. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в среднем по России электромобили являются более экологичными и вносят меньший вклад в изменение климата, чем автомобили с ДВС. Экстернальные издержки, обусловленные выбросами парниковых газов от электромобиля на протяжении жизненного цикла, ниже издержек для автомобиля с ДВС примерно на 70 руб. в расчете на 100 км пробега. Экстернальные издержки, обусловленные выбросами загрязняющих веществ от электромобиля, ниже таковых для автомобиля с ДВС приблизительно на 20 руб. в расчете на 100 км пробега.

Развитие рынка электромобилей в России, разработка национальных коэффициентов выбросов и появление новых данных позволят в дальнейшем получить более точные оценки объемов выбросов и экстернальных издержек.

Список литературы

Автостат. (2021, 22 сентября). *Какие автомобили самые распространенные в различных сегментах парка?* Дата обращения 04.02.2023, <https://www.autostat.ru/infographics/49421/>

Автостат. (2022, 18 мая). *В России насчитывается 16,5 тысячи электромобилей.* Дата обращения 24.01.2023, <https://www.autostat.ru/infographics/51535/>

Всемирная организация здравоохранения. (2022, 19 декабря). *Загрязнение атмосферного воздуха (воздуха вне помещений).* Дата обращения 24.01.2023, [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Дядик, В. В., Дядик, Н. В., & Ключникова Е. М. (2021). Экономическая оценка ущерба здоровью населения от негативных экологических воздействий: обзор основных методологических подходов. *Экология человека*, 28(2), 57–64. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-2-57-64>

Московский кредитный банк. (2022, ноябрь). *Электромобили VS. Автомобили с ДВС. Климатические эффекты в РФ*. Дата обращения 30.01.2023, <https://www.eprussia.ru/lib/341/5400911/>

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». <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZnHf7ZsaxnlbJzQbJt.pdf>

Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года». <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents>

Синяк, Ю. В. (2019). *Проблемы конкурентоспособности новых технологий в легковом автотранспорте (ДВС-Электромобиль-Водородный автомобиль с топливным элементом)*. ИМП РАН. <https://ecfor.ru/publication/sravnenie-konkurentosposobnosti-novyh-tehnologij-v-legkovom-avtotransporte/>

Трофименко, Ю. В., Комков, В. И., Шашина, Е. В., Деянов, Д., Гайда, И., Грышневенко, Е., & Пердеро, А. (2022). *Научно обоснованный прогноз адаптации сектора автомобильного транспорта к вероятным последствиям изменения климата и возможные сценарии его декарбонизации в Российской Федерации*. Центр энергетики МШУ Сколково. МАДИ. https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/b013d3a4-d719-43e1-a27b-1732879abe9a/SKOLKOVO_EneC_RU_Transport.pdf

Федеральная служба государственной статистики (н.д.). *Цены, инфляция*. Дата обращения 01.02.2023, <https://rosstat.gov.ru/statistics/price>

Ховакко, И. Ю. (2016). Автомобили в городе: теория и практика регулирования. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 2, 72–76. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2016-2-72-76>

Bieker, G. (2021). *A Global Comparison of the Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Combustion Engine and Electric Passenger Cars*. ICCT. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/07/Global-Vehicle-LCA-White-Paper-A4-revised-v2.pdf>

Climate Watch (n.d.). *Historical GHG Emissions*. Retrieved January 23, 2023, from https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2019&start_year=1990

Cui, H., Hall, D., & Lutsey, N. (2020). *Update on the global transition to electric vehicles through 2019*. ICCT. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/update-global-EV-stats-sept2020-EN.pdf>

Delucchi, M. (2000). Environmental Externalities of Motor-Vehicle Use in the US. *Journal of Transport Economics and Policy*, 34(2), 135–168. <https://www.jstor.org/stable/20053837>

Hill, N., Amaral, S., Morgan-Price, S., Nokes, T., Bates, J., Helms, H., Fehrenbach, H., Biemann, N. A., Abdalla, N., Jöhrens, J., Cotton, E., German, L., Harris, A., Ziem-Milojevic, S., Haye, S., Sim, C., & Bauen, A. (2020). *Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA*. European Commission. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2020-09/2020_study_main_report_en.pdf

International Energy Agency. (2022, May). *Global EV Outlook 2022*. Retrieved January 24, 2023, from <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>

International Energy Agency. (2022, October 26). *Global electric car stock, 2010–2021*. Retrieved January 23, 2023, from <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-stock-2010-2021>

International Energy Agency. (2022, September). *Transport. Sectoral overview*. Retrieved January 23, 2023, from <https://www.iea.org/reports/transport>

International Energy Agency (n.d.). *Countries*. Retrieved February 3, 2023, from <https://www.iea.org/countries/russia>

Kudryavtseva, O. V., Baraboshkina, A. V., & Nadenenko, A. K. (2021). Sustainable low-carbon development of urban public transport: International and Russia's experience. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 14(12), 1795–1807. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0859>

Kudryavtseva, O. V., Kurdin, A. A. (2023). Prospects for low-carbon industrial policy: The case of Russia. *Global Challenges of Climate Change*, 2, 251–263. <https://www.springerprofessional.de/en/prospects-for-low-carbon-industrial-policy-the-case-of-russia/23719704>

Litman, T. (2012). *Climate Change Emission Valuation for Transportation Economic Analysis*. Victoria Transport Policy Institute. https://www.vtpi.org/ghg_valuation.pdf

OECD. (2012). *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*. Retrieved February 1, 2023, from <https://www.oecd.org/env/tools-evaluation/49446853.pdf>

OECD. (2014). *The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport*. Retrieved February 1, 2023, from https://read.oecd-ilibrary.org/environment/the-cost-of-air-pollution_9789264210448-en#page4

OECD (n.d.). *Purchasing power parities*. Retrieved February 1, 2023, from <https://data.oecd.org/conversion/purchasing-power-parities-ppp.htm>

Our World in Data. (2020, October 6). *Cars, planes, trains: where do CO₂ emissions from transport come from?* Retrieved January 23, 2023, from <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>

Our World in Data. (2021, November 25). *Data Review: How many people die from air pollution?* Retrieved January 24, 2023, from <https://ourworldindata.org/data-review-air-pollution-deaths>

Tang, B., Xu, Y., & Wang, M. (2022). Life Cycle Assessment of Battery Electric and Internal Combustion Engine Vehicles Considering the Impact of Electricity Generation Mix: A Case Study in China. *Atmosphere*, 13(2), 1–23. <https://doi.org/10.3390/atmos13020252>

The World Bank (n.d.). *Data*. Retrieved February 1, 2023, from <https://data.worldbank.org/>

United Nations (n.d.). *The 17 Goals*. Retrieved January 23, 2023, from <https://sdgs.un.org/goals>

Van Essen, H., Schroten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, D., Zandonella, R., Maibach, M., & Doll, C. (2008). *External Costs of Transport in Europe*. CE Delft. Infras. Fraunhofer ISI. http://ecocalc-test.ecotransit.org/CE_Delft_4215_External_Costs_of_Transport_in_Europe_def.pdf

Van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R., & El Beyrouy, K. (2019). *Handbook on the external costs of transport*: Version 2019 — 1.1. Delft: CE Delft. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1>

Woo, J., Choi, H., & Ahn, J. (2017). Well-to-wheel analysis of greenhouse gas emissions for electric vehicles based on electricity generation mix: A global perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 51, 340–350. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.01.005>

Xia, X., & Li, P. (2022). A review of the life cycle assessment of electric vehicles: Considering the influence of batteries. *Science of The Total Environment*, 814, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152870>

Yang, L., Yu, B., Yang, B., Chen, H., Malima, G., & Wei, Y.-M. (2021). Life cycle environmental assessment of electric and internal combustion engine vehicles in China. *Journal of Cleaner Production*, 285, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124899>

References

- Autostat. (2022, September 22). *Which cars are the most common in various segments of the car fleet?* Retrieved February 4, 2023, from <https://www.autostat.ru/infographics/49421/>
- Autostat. (2022, May 18). *There are 16.5 thousand electric cars in Russia.* Retrieved January 24, 2023, from <https://www.autostat.ru/infographics/51535/>
- World Health Organization. (2022, December 19). *Ambient (outdoor) air pollution.* Retrieved January 24, 2023, from [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Dyadik, V. V., Dyadik, N. V., & Klyuchnikova, E. M. (2021). Economic assessment of environmental effects on public health: a review of methods. *Ekologiya cheloveka (Human ecology)*, 28(2), 57–64. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-2-57-64>
- Credit Bank of Moscow. (2022, November). *Electric cars VS. ICE cars. Climate effects in the Russian Federation.* Retrieved January 30, 2023, from <https://www.eprussia.ru/lib/341/5400911/>
- Order of the Government of Russia dated 23.08.2021 № 2290-р. *Concept for the development of production and use of electric motor transport in the Russian Federation for the period up to 2030.* <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf>
- Order of the Government of Russia dated 27.11.2021 № 3363-р. *Transport Strategy of the Russian Federation to 2030, with a forecast for the period up to 2035.* <https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents>
- Sinyak, Y. V. (2019). *Problems of competitiveness of new technologies in passenger vehicles (Internal combustion engine-Electric vehicle-Hydrogen car with fuel cell).* IEF RAS. <https://ecfor.ru/publication/sravnenie-konkurentosposobnosti-novyh-tehnologij-v-legkovom-avtotransporte/>
- Trofimenko, Y. V., Komkov, V. I., Shashina, E. V., Deyanov, D., Gajda, I., Grushevenko, E., & Perdero, A. (2022). *A scientifically based forecast of adaptation of the road transport sector to the likely consequences of climate change and possible scenarios of its decarbonization in the Russian Federation.* SKOLKOVO Moscow School of Management. MADI. https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/b013d3a4-d719-43e1-a27b-1732879abe9a/SKOLKOVO_EneC_RU_Transport.pdf
- Rosstat (n.d.). *Prices, inflation.* Retrieved February 1, 2023, from <https://rosstat.gov.ru/statistics/price>
- Khovavko, I. Y. (2016). Management of road transport: theory and practice. *Strategic decisions and risk management*, 2, 72-76. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2016-2-72-76>