

Декарбонизация транспортного сектора мировой экономики в постковидной перспективе

© 2025 г. А.А. Прудникова, О.В. Хмыз, Н.В. Сергеева

А.А. Прудникова,

Финуниверситет, Москва; e-mail: AAPrudnikova@fa.ru

О.В. Хмыз,

МГИМО МИД РФ, Москва; e-mail: khmyz@mail.ru

Н.В. Сергеева,

Финуниверситет, Москва; e-mail: sergeeva69@mail.ru

Поступила в редакцию 18.03.2024

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме декарбонизации транспортного сектора на международном уровне, поскольку именно на транспорт приходится основная масса выбросов парниковых газов в XXI в. Цель — оценить влияние глобальных декарбонизационных тенденций на отдельные виды транспорта и спрогнозировать вероятные масштабы выбросов до 2030 г. Современные тенденции проанализированы с учетом влияния локдаунов периода пандемии COVID-19, ввиду ограничений передвижения физических лиц и транспортных средств приведших к снижению общего уровня загрязнения атмосферы и выбросов CO₂ и иных газов, и постпандемийного времени, продемонстрировавшего восстановление и одновременное переформатирование глобальных цепочек поставок, нарушенных в предыдущие годы. Развивая положения теоретических изысканий по проблематике декарбонизации, на основе актуальных статистических данных авторы статьи построили прогнозные модели динамики объемов выбросов по подсекторам транспорта. Проведенный нами анализ показал необходимость продолжения глобальной тенденции декарбонизации, весомый вклад в который могут внести наземные автомобильные перевозки (генерируют максимальный уровень загрязнения по всем видам транспорта), и расширения использования экологических композитных компонентов. Переход к более широкому использованию экологических видов транспорта (электромобилей) и устойчивых транспортных технологий будет способствовать улучшению состояния глобального климата.

Ключевые слова: транспорт, декарбонизация, железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, воздушный транспорт, морской транспорт, трубопроводный транспорт, чистый ноль, электрификация транспорта.

Классификация JEL: C13, L91, C53, R40.

УДК: 339.97, 620.9.

Для цитирования: **Прудникова А.А., Хмыз О.В., Сергеева Н.В.** (2025). Декарбонизация транспортного сектора мировой экономики в постковидной перспективе // *Экономика и математические методы*. Т. 61. № 1. С. 38–44. DOI: 10.31857/S0424738825010045

1. ВВЕДЕНИЕ

Транспорт относится к числу наиболее загрязняющих экологию отраслей, на декарбонизацию которой ориентирована современная тенденция на глобальном уровне (Cheema-Fox et al., 2021). Он привлекает пристальное внимание экологов и логистиков-специалистов по планированию транспортных операций, во-первых, в силу высокой степени зависимости транспорта от ископаемого топлива, во-вторых, отставания транспорта от других отраслей в использовании экологически более чистых композитных материалов. На нефтепродукты приходится свыше 90% общего энергопотребления транспорта и 25% прямых выбросов парникового газа. Наибольшая доля (свыше 50%) в создании транспортом выбросов приходится на грузовые перевозки. Более того, в предпандемийные годы, несмотря на предпринимаемые усилия, как и в иные периоды времени, выбросы росли. За исключением пандемийного периода, локдауны во время которого привели к очищению воздуха, сократив выбросы парникового газа, по оценкам, на 15%.

В пандемию 2020 г. рынок мировой торговли товарами сократился на 8%, а рынок международных коммерческих услуг — на 21%. Резко сократились расходы на путешествия (более чем на 80%), что привело к снижению выбросов парниковых газов транспортным сектором. Причинами выступали прежде всего административные ограничения в виде локдаунов, а не экономические или финансовые факторы. Однако на форсмажорные условия пандемии наложились и экзогенные факторы регионализации торговли.

Пандемия COVID-19 серьезно и негативно воздействовала на мировой рынок транспорта, в основном сократились пассажирские и трансграничные перевозки. Наиболее пострадавшим от локдаунов оказался воздушный транспорт (в 2020 г. на воздушный транспорт приходилось порядка 35% мировой торговли). В пандемию авиакомпании приостанавливали или вообще отменяли маршруты, что приводило к нарушениям глобальных цепочек поставок.

Грузовые авиаперевозки также значительно снизились, но это было частично компенсировано за счет увеличения пропускной способности и переориентации пассажирских самолетов на перевозку грузов. Время доставки товаров выросло, стали образовываться очереди, тарифы также выросли. Ввиду тесных взаимосвязей транспортной сферы с мировой торговлей, производством, энергетическим сектором негативные последствия ковидного влияния стали взаимно усугубляться.

После пандемии COVID-19 международная транспортная сфера восстанавливается, но медленными темпами. Это связано и с простоями, приведшими к переориентации цепочек поставок на более доступные, и с ужесточением экологических требований, в том числе к транспорту, и с общим сжатием мировой экономики.

Тенденции декарбонизации на глобальном уровне приводят к сокращению перевозок ископаемого топлива, что снижает востребованность железнодорожного и морского транспорта — традиционных перевозчиков угля и нефти (Noussan, Hafner, Tagliapietra, 2020). Автомобильный транспорт более интенсивно переводится на электромобили (отмечается стимулирование со стороны государства), но этот процесс быстрее идет в пассажирском, а не грузовом транспорте (Neugebauer, 2019).

Ввиду наращивания спроса на грузовые перевозки, по крайней мере в течение ближайшего 30-летнего периода, можно прогнозировать наращивание выбросов. Поэтому представляется важным оценить их масштабы с учетом переформатирования глобальных цепочек поставок во время ковидных локдаунов и прогнозируемого роста грузовых перевозок почти в 2 раза. Как они отразятся на выбросах с учетом внедрения все более инновационных технологий и конкуренции со стороны других видов транспорта — железнодорожного и автомобильного?

В связи с вышесказанным цель исследования — оценить влияние глобальных декарбонизационных тенденций на отдельные виды транспорта, выявить проблемы и спрогнозировать перспективы их развития.

2. МЕТОДЫ

При проведении исследования процесс был разделен на два основных компонента — методологическо-теоретический и моделирование. Была собрана информация о тенденциях в международной транспортной сфере, развитии транспорта на международном уровне в допандемийный и пандемийный периоды, проанализированы теоретические подходы и сопоставлены эмпирические исследования.

Для анализа на теоретическом уровне использовались открытые источники информации, данные информационно-аналитического агентства «Блумберг NEF», аналитические материалы и статистические ресурсы специализированных организаций ОЭСР, International Transport Forum, International Energy Agency.

Во второй (практической) части исследования проведено динамическое моделирование транспортного спроса по видам транспорта на основе экспоненциального сглаживания. С использованием специализированного программного обеспечения была проведена экстраполяция исторических данных на период до 2030 г.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный анализ показал, что в международных грузоперевозках продолжает доминировать морской транспорт, особенно на дальние расстояния. На морские перевозки влияет активность экспорта и импорта, локальное регулирование и загруженность маршрутов. Стимулирование декарбонизации морского транспорта будет способствовать общей декарбонизации транспорта (в аспекте снижения перевозимых объемов ископаемого топлива).

Грузовые перевозки автомобилями преобладают в наземной форме перевозок, следовательно, их вклад в общую декарбонизацию транспорта будет наиболее весомым на суше. В данной связи важно отметить факт практической недоступности углеродно-нейтральных дальнемагистральных перевозок крупногабаритных грузов. Это связано не только с непосредственно автомобильными технологиями, но и с распределительно-логистической сетью и инфраструктурой. С одной стороны, декарбонизация требует широкомасштабного перехода от двигателей внутреннего сгорания к более экологичным, что затруднительно для основной массы не относящихся к крупным компаниям как по техническим причинам, так и по финансовым. Вторым важнейшим сдерживающим фактором выступает финансовый — необходимость крупномасштабных инвестиций для зеленого перехода, по оценкам «Блумберг NEF», доходящих до 173 трлн долл. (Henze, 2021).

К сдерживающим декарбонизацию транспорта причинам также относится недостаточно высокий уровень сотрудничества участников логистических цепочек из разных стран, в особенности это касается международного судоходства: владельцы транспортных средств, государства порта и флага, а также операторы боятся понизить собственную конкурентоспособность в случае ужесточения требований к экологичности транспорта в целях уменьшения потребления ископаемого топлива.

К стимулирующим декарбонизацию транспорта причинам относятся конкурентная борьба (более экологичные компании привлекают больше инвесторов, стремящихся к устойчивости своих инвестиций, а это — глобальная практика), стимулирование со стороны государства.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Представленная методология анализа декарбонизации сферы транспорта на международном уровне развивает исследования Международного транспортного форума (ITF), еще в 2016 г. инициировавшего процесс снижения углеродоемкости транспорта¹. Сегодня этот форум представляет собой партнерство более 70 государств, институтов и фондов.

Международный транспортный форум в 2021 г. представил три модельных прогноза снижения транспортом выбросов CO₂ (ITF, 2021): Recover (пессимистичный), Reshape (реалистичный) and Reshape+ (оптимистичный). Международный транспортный форум проанализировал тенденции сокращения использования неэкологичного топлива и их влияние на экспорт и импорт по географическим зонам мира.

Сценарий восстановления базируется на текущем положении дел и рассчитан на базе актуальных на 2021 г. тенденций и статистических данных, т.е. его можно назвать историческим. Достижение поставленных экологических целей к 2050 г. по этому сценарию затруднено, а эмиссия парниковых газов может даже увеличиться. Сценарии Reshape and Reshape+ более оптимистичны ввиду стимулирования государствами декарбонизационного перехода. Расчеты по этим сценариям в меньшей степени опираются на исторические данные, и учитывают больше трансформационных программ выполнения Парижских целей. Прогнозы показывают снижение выбросов CO₂ при наращивании международных транспортных перевозок в случае следования амбициозной программе декарбонизации: стимулирование перехода на устойчивые транспортные технологии, использование более экологичных видов транспорта и сокращение излишних поездок.

Прогноз динамики объемов глобальных выбросов CO₂ от транспорта по его подсекторам, базирующийся на исходных статистических данных IEA², показал неутешительную перспективу: только сегмент железнодорожных перевозок ожидает незначительный тренд декарбонизации (рис. 1). По всем остальным видам транспорта ожидается рост выбросов парниковых газов.

¹ ITF (2016). Decarbonising transport initiative. International Transport Forum (<https://www.itf-oecd.org/decarbonising-transport>).

² IEA (2023). Greenhouse Gas Emissions from Energy (<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/greenhouse-gas-emissions-from-energy>).



Рис. 1. Прогноз динамики объемов глобальных выбросов CO₂ железнодорожным транспортом

Источник: построено авторами.

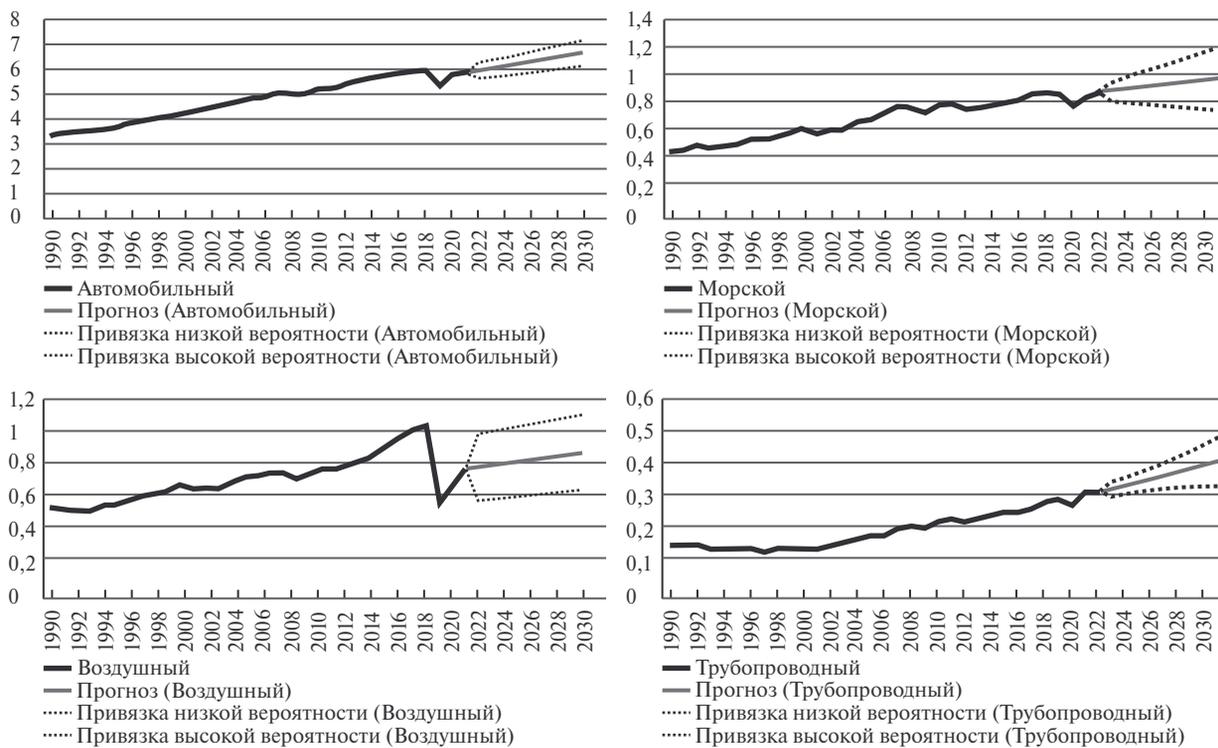


Рис. 2. Прогноз динамики объемов глобальных выбросов CO₂ автомобильным, морским, воздушным и трубопроводным транспортами

Источник: построено авторами.

Все прогнозы указывают на рост общего объема импорта товаров (наиболее быстрыми темпами — в развитых странах Европы); снижение экспорта ископаемого топлива (в особенности в странах с переходной экономикой, Ближнего Востока и Северной Африки). Если в 2015 г. на ископаемое топливо в ЕС и Турции приходилось почти 50% перевозок по импорту, то к 2050 г., по оценкам, эта цифра составит порядка 25% (ITF, 2021). Основная доля придется на государства Центральной и Восточной Европы, Северной Африки и Ближнего Востока, в которых высока доля экспорта ископаемого топлива. Снижение также будет отмечаться, но более низкими темпами (примерно в половину от ЕС). По прогнозам, удвоение грузоперевозок ожидает и Северный регион Тихого

и Индийского океанов, демонстрирующего максимальный по миру уровень грузоперевозок. КНР сосредоточилась на зарядных устройствах для электромобилей и новых ВИЭ-электростанциях.

Региональный анализ затруднен сложностью отнесения тонно-километров перевозок морским и воздушным транспортом, в отличие от наземного, а на него приходится менее 30% общего спроса на услуги транспорта. Превалирующую долю в наземных транспортных перевозках составляют страны Азии, прогнозы по этому сегменту благоприятные, вплоть до трехкратного роста. Также значительный рост демонстрируют прогнозы перевозок грузов автомобилями, железнодорожным и внутренним водным транспортом в странах Африки южнее Сахары, следовательно, их доля в выбросах CO₂ будет повышаться. Но даже этот региональный четырехкратный рост в абсолютных цифрах ставит регион на последнее место по масштабам в мире. Прогнозные значения роста наземных перевозок в латиноамериканских странах невысокие. Также отмечается увеличение выбросов в государствах с растущими населением и уровнем доходов (Lebrand, Theophile, 2022).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобальная климатическая повестка и достижение целей Парижского соглашения, прежде всего в виде ограничения повышения температуры в мире до 1,5°C, продолжают оставаться актуальными и в постковидных условиях.

Вклад мировой транспортной отрасли в глобальную декарбонизацию состоит из снижения потребления транспортом ископаемого топлива; перехода на более экологичные транспортные средства как в плане энергопотребления, так и в производстве машин и оборудования из более экологичных материалов и компонентов; снижения частоты использования и числа перевозок неэкологичных энергетических товаров (составлявшая в 2015 г. 29%; к 2050 г. 8% должна составлять доля перевозок ископаемого топлива в общем объеме международных транспортных перевозок).

Анализ сложившейся ситуации в системе мирового транспорта с учетом постковидных реалий показал, что авиаперевозки стали самым пострадавшим сегментом, который будет восстанавливаться наиболее сложно до предпандемийных уровней, ему сложно и продолжить предпандемийные темпы роста. Причины: переориентация цепочек поставок (уже найдены альтернативы), устаревание парка, высокозатратные разработка и введение в эксплуатацию новых самолетов, хотя разрабатываются многоместные самолеты и даже начался переход от керосина к более экологичным видам топлива и использование в производстве самолетов переработанных материалов. Наиболее предпочтительными для авиаперевозок остаются более легкие, но и более дорогие товары.

Будет расти мировой автомобильный рынок ввиду стимулирования перехода на электромобили со стороны государства и непосредственной государственной финансовой поддержки автомобильной инфраструктуры. Наиболее быстрыми темпами этот рынок растет в КНР и в развитых государствах, тогда как в развивающихся — замедленными темпами. Анализ показал ограниченные возможности декарбонизации дальнемагистральных грузовых и пассажирских перевозок; меньше возможностей перехода на более экологичные виды топлива, недоступность альтернативных низкоуглеродных видов топлива в крупных масштабах (по техническим характеристикам плотность аккумуляторной энергии ниже, чем у ископаемого топлива). Синтетические виды топлива, водородное и аммиачное пока что не ушли от ранней стадии технологической зрелости. Следовательно, более перспективными для наращивания энергоэффективности и экологичности представляются дальнемагистральные грузовые и пассажирские перевозки. К 2050 г. предусмотрено понижение выбросов от грузовых перевозок на 72% (по сравнению с показателями 2015 г.), а пригородного пассажирского транспорта — на 57% (ITF, 2021).

Также неплохие перспективы роста демонстрирует морской транспорт для грузоперевозок. Морской транспорт доминирует по доле в грузоперевозках (свыше 70%), но его доля в выбросах парниковых газов грузовым транспортом всего 20%. Причины: низкая углеродоемкость и высокая пропускная способность.

Проведенное нами исследование подтвердило, что влияние декарбонизации транспорта географически различается: максимальные сокращения выбросов углекислого газа прогнозируются в зоне Европы. Также сохраняется значительная степень неопределенности относительно размеров углеродных балансов. Причины: растущий спрос на поездки, замедленность перехода на более экологичные виды транспорта, ограниченность внедрения низкоуглеродных транспортных технологий, слабость политических стимулов, необходимость в дополнительных финансовых ресурсах.

Целесообразно в экологических целях стимулировать морские грузоперевозки и наземные, в частности — электромобильным транспортом. Для финансирования перехода на более экологичные виды транспорта представляется целесообразным интенсифицировать использование специальных финансовых инструментов — синих и зеленых облигаций (Khmyz et al., 2023), а также расширение государственной поддержки. Например, софинансирование для физических лиц программ замены устаревших автомобилей с двигателями внутреннего сгорания на более инновационные — электромобили. В качестве примера для подражания можно привести Европейский союз, который уже внедряет соответствующие программы стимулирования климат-ориентированных проектов³.

Также необходимо усилить государственную поддержку и внедрять меры стимулирования со стороны государств, поскольку страны, где уже некоторое время проводится политика экономии топлива или иные ограничительные меры, быстрее осуществляют переход на более экологичные автомобили. Внедрение экологически чистых транспортных средств необходимо поощрять с помощью таких различных финансовых и нефинансовых стимулов: налоги на топливо, субсидии, скидки или ваучеры на приобретение экологически чистых транспортных средств, освобождение от налогов на их регистрацию, бесплатная общественная парковка и др. Развивающиеся страны внедряют электромобили медленнее, причинами такого тренда являются инфраструктурные и финансовые факторы.

Проведенное нами исследование показало, что при текущих мерах, направленных на декарбонизацию, достичь желаемых результатов не удастся — выбросы CO₂ в атмосферу будут возрастать. Только железнодорожный транспорт ожидает незначительное снижение объемов выбросов CO₂.

Ускоренное внедрение мер декарбонизации будет способствовать улучшению состояния климата и даже, возможно, покажет результаты лучше, чем 1,5°C (IPCC, 2018). Но тогда ежегодные выбросы CO₂ в транспортном секторе необходимо сократить до почти 6 гигатонн CO₂ к 2030 г. и более 2,5 гигатонн CO₂ — к 2050 г.

Следует отметить, что для уточнения роли транспорта в достижении углеродной нейтральности необходимы дальнейшие исследования. В данной работе проведен анализ только широко используемых транспортных технологий и не учитывались такие некоторые новые технологии, как персональные летательные аппараты, беспилотные автомобили, дроны и роботы-доставщики, которые могут внести свои коррективы в декарбонизацию транспортного сектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Cheema-Fox A., Realmuto LaPerla B., Serafeim G., Turkington D., Wang H.** (2021). *Decarbonizing everything*. CFA Institute. DOI: 10.1080/0015198X.2021.1909943
- Henze V.** (2021). *Getting on track for net-zero by 2050 will require rapid scaling of investment in the energy transition over the next ten years*. Bloomberg NEF.
- IPCC (2018). Summary for policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. V. Masson-Delmotte et al. (eds.). Cambridge (UK), New York (USA): Cambridge University Press, 3–24. DOI: 10.1017/9781009157940.001
- ITF (2021). *ITF Transport Outlook 2021*. Paris: OECD. 249 p. DOI: 10.1787/16826a30-en
- Khmyz O.V., Pastukhova D.R., Prudnikova A.A.** (2023). Global green bond market amid global turbulence. In: **E.G. Popkova** (ed.). *Smart green innovations in industry 4.0 for climate change risk management*. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes. Cham: Springer. 605–613. DOI: 10.1007/978-3-031-28457-1_61
- Lebrand M., Theophile E.** (2022). *Rising incomes, transport demand, and sector decarbonization*. DOI: 10.2139/ssrn.4122856
- Neugebauer S.** (2019). Technical scenarios for the decarbonization of road transport. In: M. Bargende, H.C. Reuss, A. Wagner, J. Wiedemann (eds.). *Internationals Stuttgarter symposium*. Proceedings. Wiesbaden: Springer Verlag. DOI: 10.1007/978-3-658-25939-6_4
- Noussan M., Hafner M., Tagliapietra S.** (2020). *The future of transport between digitalization and decarbonization*. Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-37966-7

³ NGEU (2022). Recovery plan for Europe (NextGenerationEU). European Commission (https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en).

Decarbonization of the global transport sector in a post-Covid perspective

© 2025 А.А. Prudnikova, O.V. Khmyz, N.V. Sergeeva

A.A. Prudnikova,

Financial University, Moscow, Russia; e-mail: AAPrudnikova@fa.ru

O.V. Khmyz,

MGIMO University, Moscow, Russia; e-mail: khmyz@mail.ru

N.V. Sergeeva,

Financial University, Moscow, Russia; e-mail: sergeeva69@mail.ru

Received 18.03.2024

Abstract. The article is devoted to the urgent problem of decarbonization of the transport sector at the international level, because transport generates the bulk of greenhouse gas emissions in the 21st century. The aim of the research is to assess the impact of global decarbonization trends on individual types of transport and predict the likely scale of emissions until 2030. Current trends are analyzed taking into account the impact of lockdowns during the COVID-19 pandemic, due to restrictions on the movement of individuals and vehicles, which led to a decrease in the overall level of air pollution and emissions CO₂ and other gases, and post-pandemic times, that demonstrated the restoration and simultaneous reformatting of global supply chains disrupted in the previous years. Developing the provisions of theoretical research on decarbonization issues, based on current statistical data, the authors of the article built predictive models of the dynamics of emissions by transport subsectors. The analysis showed the need to continue the global decarbonization trend, a significant contribution to which can be made by land road transportation (generating the maximum level of pollution for all types of transport) and the increased use of environmental composite components. A shift to greater use of environment-friendly modes of transport (electric vehicles) and sustainable transport technologies will help improve the global climate.

Keywords: transport, decarbonization, rail transport, road transport, air transport, maritime transport, pipeline transport, net zero, electrification of transportations.

JEL Classification: C13, L91, C53, R40.

UDC: 339.97, 620.9.

For reference: **Prudnikova A.A., Khmyz O.V., Sergeeva N.V.** (2025). Decarbonization of the global transport sector in a post-Covid perspective. *Economics and Mathematical Methods*, 61, 1, 38–44. DOI: 10.31857/S0424738825010045 (in Russian).