

## ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ НА МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ



---

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>2</b>
<b>Влияние углеродного регулирования на международные грузовые перевозки</b> .....	<b>3</b>
Глобальный климатический вызов в разрезе международных грузоперевозок.....	3
Железнодорожный транспорт в рамках политики декарбонизации.....	7
<b>Экологические преимущества железнодорожного транспорта</b> .....	<b>9</b>
Сравнительные преимущества и недостатки железнодорожного транспорта.....	9
Экологическое и технологическое будущее железных дорог.....	14

# ВВЕДЕНИЕ

Экологическая повестка проникает во все сферы деятельности человека, и железнодорожные перевозки — не исключение. В стремлении защитить свои позиции железнодорожный транспорт адаптируется к меняющейся повестке, где всё большее место занимают экологичность деятельности и устойчивое развитие. Борьба с изменением климата, основную роль в котором играют выбросы парниковых газов (в том числе углекислого газа, CO<sub>2</sub>), ведёт к принятию рядом крупных государств и объединений курса на низкоуглеродное развитие. Как один из крупных источников эмиссии парниковых газов, международный транспорт берёт на вооружение программы сокращения выбросов CO<sub>2</sub> и внедряет инновации, позволяющие уменьшить углеродный след.

Проникновение экологической повестки меняет конкурентный ландшафт. В новых реалиях преимущество получают наиболее «зелёные» виды транспорта. При этом внедрение экологических инноваций происходит под давлением как потребителей транспортных услуг, так и государства. Страны — лидеры экологической повестки, среди которых Европейский союз, Япония и другие, разработали и запустили системы торговли квотами, предварительно ограничив объёмы выбросов. Тем самым, в стремлении преодолеть провал рынка, связанный с экстерналиями использования природных ресурсов, государство включает экологическую составляющую в издержки компаний.

Понятие экологичности тесно взаимосвязано с концепцией устойчивого развития. Суть этой концепции выражается в простой формуле: удовлетворение потребностей настоящего дня без подрыва возможностей будущих поколений. Поскольку вопросы устойчивого развития шире экологической повестки и охватывают также социальную сферу, они только упоминаются в данной работе и требуют дальнейшего изучения.

Таким образом, влияние экологической повестки неоднородно как с точки зрения регуляторных практик, так и с точки зрения негативного влияния на окружающую среду — в зависимости от отрасли, вида транспорта, технологических и региональных особенностей. При этом, по общему мнению, проникновение экологической повестки даёт преимущества железнодорожному транспорту как наиболее экологичному в сравнении с авиационными, автомобильными и морскими перевозками. В связи с этим представляется полезным более предметно посмотреть как на характер влияния экологической повестки на железнодорожные грузоперевозки, находящиеся в фокусе данного исследования, так и на сравнительные преимущества железнодорожного транспорта и конкретные решения, позволяющие воспользоваться этими преимуществами.

# ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА МЕЖДУНАРОДНЫЕ ГРУЗОВЫЕ ПЕРЕВОЗКИ

## Глобальный климатический вызов в разрезе международных грузоперевозок

Глобализация и международная торговля, в центре которых на протяжении последних двух столетий находится движение товаров, услуг и людей, позволили человечеству достигнуть рекордного уровня благосостояния. Ядром этого преуспевания были и остаются международные грузоперевозки. Морские перевозки позволили связать мир. Железнодорожные перевозки стали олицетворением первой промышленной революции, изменившей мир. Авиаперевозки сделали мир по-настоящему глобальным.

Являясь воплощением глобализации, международные грузоперевозки в то же время всё чаще подвергаются критике со стороны защитников окружающей среды. Происходит это по двум причинам. Во-первых, на транспорт приходится около 25% мировых выбросов CO<sub>2</sub>. Во-вторых, именно транспорт является главным движителем глобализации, также являющейся объектом критики из-за диспропорций мирового развития. На сегодняшний день **60%** международной торговли приходится на промежуточные товары в рамках глобальных цепочек добавленной стоимости, преимущественно в рамках транснациональных компаний. Таким образом, международные грузоперевозки, как часть транспортной отрасли, неизбежно подвергаются влиянию экологической повестки.

Значение тренда на экологизацию нарастало пропорционально проблемам, с которыми сталкивалось человечество по мере индустриализации и увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду. В последние десятилетия на передний план на фоне остальных экологических проблем выходит глобальное изменение климата. Парниковые газы антропогенного происхождения — углекислый газ (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), перфторуглероды (ПФУ), гидрофторуглероды (ГФУ), гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) и трифторид азота (NF<sub>3</sub>) — являются главной причиной парникового эффекта, что ведёт к увеличению частоты климатических отклонений (природных катаклизмов), повышению температуры на планете (от 1,5–2 °C в оптимистичном сценарии до 5 °C в пессимистичном), таянию ледников и затоплению территорий ниже уровня моря, ущербу для биоразнообразия планеты. При этом из всех парниковых газов основным источником глобального потепления (более 60% выбросов) является именно диоксид углерода (CO<sub>2</sub>).

В стремлении предотвратить катастрофу всё большее число стран и объединений принимают курс на низкоуглеродное развитие (декарбонизацию экономики). В рамках этой политики государство создаёт стимулы для развития таких отраслей и внедрение таких инноваций, где углеродный след будет минимальным или нулевым. В результате получает развитие углеродное регулирование, в том числе и в сфере международного транспорта.

Параллельно с углеродным регулированием всё большее развитие и распространение находит концепция устойчивого развития, которое включает в себя, помимо экологического компонента, также вопросы социального развития. [17 Целей устойчивого развития ООН](#) охватывают значительную часть деятельности человека, в том числе и транспортную отрасль на уровне ряда индикаторов. Тема устойчивого развития транспортной отрасли, включая железные дороги, шире темы данного исследования. Однако для понимания взаимосвязи происходящих изменений важно осознавать комплексный характер тренда на экологизацию. Решение экологических вопросов идёт рука об руку с вопросами внедрения инноваций, интенсивного и качественного развития.



Регулирование выбросов и низкоуглеродное развитие имеют несколько уровней. На международном уровне регулирование осуществляется в рамках международных договоров под эгидой ООН. Появление международного климатического регулирования имело под собой две основы: понимание чрезвычайной важности экологических проблем и экономические методы как наиболее эффективный способ их решения. В рамках Киотского протокола была организована система торговли квотами на выброс (cap-and-trade), привязавшая выбросы к «собственнику», который мог торговать своими квотами или покупать их у других. В рамках механизма гибкости на уровне объединений и государств начали функционировать собственные системы ограничений на выброс и торговли квотами, например европейская (EU Emissions Trading System), действующая с 2005 г.

После окончания действия Киотского протокола в 2020 г. главным международным договором является Парижское климатическое соглашение 2015 г. Чтобы оно было инклюзивным и по-настоящему глобальным, в соглашении нет обязательных к исполнению требований. Каждое государство взяло на себя определённые добровольные обязательства по сокращению выбросов и отчётности о выполнении этой цели.

С точки зрения рассматриваемой темы данное отступление важно в силу того, что ряд государств — лидеров повестки берут на себя дополнительные обязательства по сокращению выбросов. Таким образом вводится национальный (наднациональный) уровень углеродного регулирования. Среди лидеров экологизации можно выделить Европейский союз. В рамках [Зелёной сделки](#), называемой «европейским аналогом высадки на Луну», ЕС планирует к 2050 г. достигнуть углеродной нейтральности, когда все выбросы будут компенсироваться проектами по их поглощению.

Для достижения этой цели планируется ряд мероприятий. Во-первых, будет расширяться Европейская система торговли квотами на выброс, сопровождаемая повышением цены на выбросы. На данный момент она охватывает около [45%](#) всех источников эмиссии CO<sub>2</sub> в ЕС. Применительно к исследуемой теме важно расширение этой системы на авиа- и морские перевозки. Авиатранспорт, на который приходится 2–3% глобальных выбросов CO<sub>2</sub>, был включён в систему с 2016 г., однако из-за внедрения Международной организацией гражданской авиации Системы компенсации и сокращения выбросов углерода (CORSIA), в Европейскую систему торговли квотами были включены только перелёты внутри Европейской экономической зоны и не включены международные рейсы. Данное [исключение](#) прекратит своё действие в 2023 г., после чего компании будут вынуждены покупать право на дополнительные выбросы на аукционах.

Внутри ЕС продолжает обсуждаться вопрос [включения морских перевозок](#) в систему торговли квотами на выброс. В рамках плана по восстановлению экономики Союза от последствий кризиса, связанного с коронавирусом, Европейская комиссия планирует получить порядка [10 млрд долл.](#) от расширения системы торговли квотами на выброс на международные авиа- и морские перевозки. При поддержке Европарламента финальное решение по расширению может быть принято уже в следующем году.

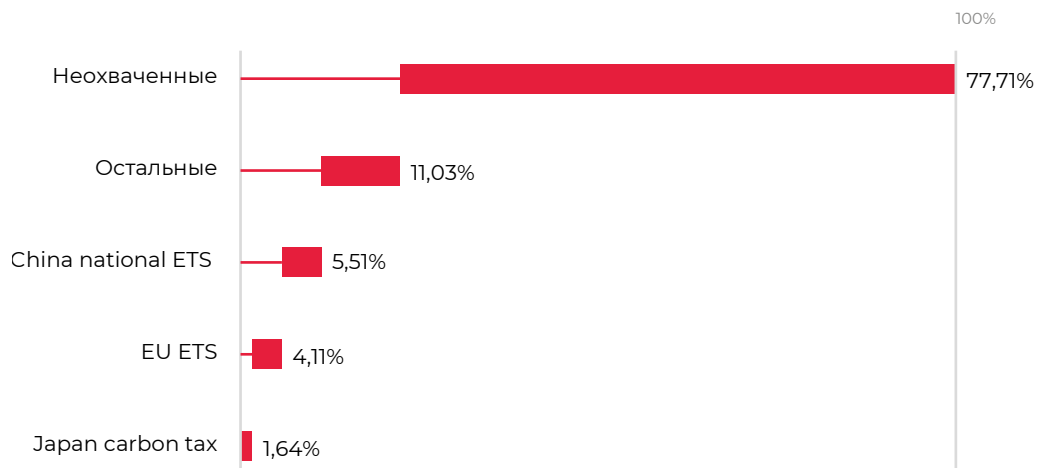
Железнодорожный транспорт уже полностью включён в систему. Согласно [данным](#) Сообщества европейских железнодорожных и инфраструктурных компаний (CER), железнодорожные компании платят порядка 110 млн евро в год за косвенные выбросы CO<sub>2</sub> из-за электрогенерации из «грязных» источников энергии (порядка 60%). При этом автотранспорт на данный момент не включён в эту систему вовсе, а авиаперевозки в силу законодательных изъятий — лишь на 15%. Таким образом, железнодорожный транспорт уже живёт в новых реалиях, а дальнейшее усиление углеродного регулирования будет идти путём его расширения на другие виды транспорта, что усилит конкурентные позиции железных дорог.

Вторым мероприятием в рамках Европейской зелёной сделки станет введение пограничного корректирующего углеродного механизма ЕС (ПКУМ), или углеродного налога. ПКУМ, конкретные контуры и методология которого пока обсуждаются, перенесёт [«углеродное бремя»](#) на производителей из третьих стран. Иначе говоря, он призван сформировать углеродное регулирование для товаров из стран, где экологическое законодательство менее жёсткое или вовсе отсутствует.

Углеродное регулирование уже становится предвестником новых реалий, хотя пока и имеет ограниченное применение в рамках одного, пусть и продвинутого, региона. В качестве реакции на действия ЕС, особенно на скорое введение ПКУМ, контуры которого будут определены уже в следующем году, другие государства вынуждены развивать схожие инструменты экологического регулирования, что видно на примере формирования национальных систем торговли квотами на выброс в Японии, Республике Корея и в ближайшее время — в Китае.

### ОХВАТ МИРОВОЙ ТОРГОВЛИ КВОТАМИ НА ВЫБРОС ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

(прогноз на 2021 г. после запуска китайской системы)



Источник: построено ИТІ на основе [данных Всемирного банка](#).

## Железнодорожный транспорт в рамках политики декарбонизации

По итогам изучения международного углеродного регулирования, а также наднационального на примере Европейского союза был сделан вывод о разноуровневом характере и растущем значении повестки низкоуглеродного развития.

В рамках низкоуглеродной стратегии ЕС ключевая роль отводится развитию железнодорожного транспорта как одному из наиболее «зелёных» способов транспортировки грузов. По предложению Европейской комиссии 2021 г. планируется объявить **годом железных дорог**. Как заявляется, железнодорожный транспорт, в отличие от других видов, неизменно снижает количество выбросов, несмотря на увеличение доли транспортного сектора в выбросах ЕС с 15% в 1990 г. до 24% сегодня. По расчётам Европейской комиссии, к 2030 г. доля железных дорог в грузоперевозках ЕС должна достигнуть **30%**. Таким образом ЕС показывает долгосрочную приверженность развитию железных дорог.

Вместе с США, Россией и Китаем Европа входит в число ключевых регионов для железнодорожного транспорта, где он имеет большое распространение. При этом если в США железнодорожный транспорт используется преимущественно для грузовых перевозок, то ЕС и Китай делают ставку на развитие сети высокоскоростных магистралей. С 2005 по 2015 г. инвестиции в железнодорожную инфраструктуру увеличились почти в **три раза**, причём значительная часть их пришлась на **Китай**. К 2035 г. Китай планирует увеличить покрытие высокоскоростными магистральями в **два раза**, до 70 000 км. Таким образом, за одно десятилетие Китай построил две трети мировых линий высокоскоростных железных дорог.

Тем не менее выбросы от железных дорог зависят от ряда факторов. Во-первых, в пользу экологичности европейских дорог говорит высокая степень их электрификации (около 55%). Во-вторых, при оценке не только прямых, но и косвенных выбросов ключевое значение приобретает экологичность источника энергии. В ЕС доля низкоуглеродных источников энергии составляет порядка **40%**. Доля возобновляемых источников энергии — **20,7%** (6,1% в 1990 г.). В России, по данным РЖД, показатель «чистой» энергии составляет около 39%. На других рынках, учитывая вышеуказанные факторы, показатели экологичности железных дорог могут отличаться.

Помимо повышения энергоэффективности и внедрения технологических новаций, о чём будет сказано ниже, важным является развитие интермодальных перевозок, когда товар перевозится несколькими видами транспорта. Помимо сокращения издержек, интермодальные маршруты также могут снижать выбросы парниковых газов, а также работать на устойчивое развитие через равномерное распределение нагрузок, увеличение безопасности перевозок и т. д. По данным Евростата, порядка 15% континентальных дальнемагистральных перевозок в ЕС совершается на базе совмещения автотранспорта и железных дорог. В целом на железные дороги приходится около 7% тонно-километров мировых грузовых перевозок.



Как показывает европейский опыт, в том случае, если другие страны и регионы последуют европейскому примеру экологического регулирования в целом и углеродного в частности, дальнейшая экстраполяция этих норм способна усилить позиции железнодорожного транспорта и в других регионах мира при прочих равных условиях. При этом подобный «эффект домино» весьма возможен, учитывая описанное выше международное климатическое регулирование.

Ключевыми положениями такого регулирования являются принцип материальной ответственности источника загрязнения («загрязнитель платит», [polluter pays](#)) и принцип «пользователь платит» ([user pays](#)). Посредством такого регулирования государство (или наднациональный институт) включают издержки пользования общим ресурсом в издержки источника загрязнения. Благодаря этому экология перестает быть просто репутационным или риск-фактором, а становится частью экономики компании. Однако в конечном итоге эти издержки несёт не сама компания, а непосредственный потребитель, который может сделать не только осознанный, но и экономически обоснованный выбор в пользу экологически чистого вида транспорта.

Наконец, прежде чем приступить к непосредственному сравнению различных видов транспорта, следует сказать о национальных усилиях по продвижению железнодорожного транспорта, которые в дальнейшем будут выступать образцами для мер на национальном и наднациональном уровнях. В этой связи примечателен [Генеральный план развития железных дорог Германии](#) (Rail Freight Masterplan), принятый в 2020 г. Одной из целей данной стратегии является доведение доли железных дорог в грузоперевозках страны с нынешних 19% до 25% к 2030 г. Комплексный план подразумевает как развитие инфраструктуры, так и масштабную цифровизацию (Digitale Schiene Deutschland) и электрификацию железных дорог.

Помимо планов развития с учётом экологического фактора, поддержка железных дорог осуществляется и через запрет короткомагистральных перелётов при наличии более экологичной альтернативы в виде железных дорог. Во Франции правительство при сотрудничестве с Air France анонсировало закрытие [4,0%](#) внутренних рейсов, для которых имеются железнодорожные маршруты, где время в пути составляет менее 2 или 2,5 часов. Аналогичные меры обсуждаются и в других странах, например Германии, Швеции, а также Австралии.

Таким образом, влияние экологической повестки на международные грузовые перевозки в целом и железнодорожные перевозки в частности нарастает. При этом проникновение экологической повестки неравномерно: помимо объективных различий в выбросах углерода в зависимости от вида транспорта, давление на тренд оказывает распространение углеродного регулирования на международном, наднациональном и национальном уровнях. Оно стимулирует переход к низкоуглеродному развитию и усиливает преимущества железнодорожного транспорта. Тем не менее этот эффект дискретен в силу технологических и экономических особенностей, о которых пойдёт речь далее.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

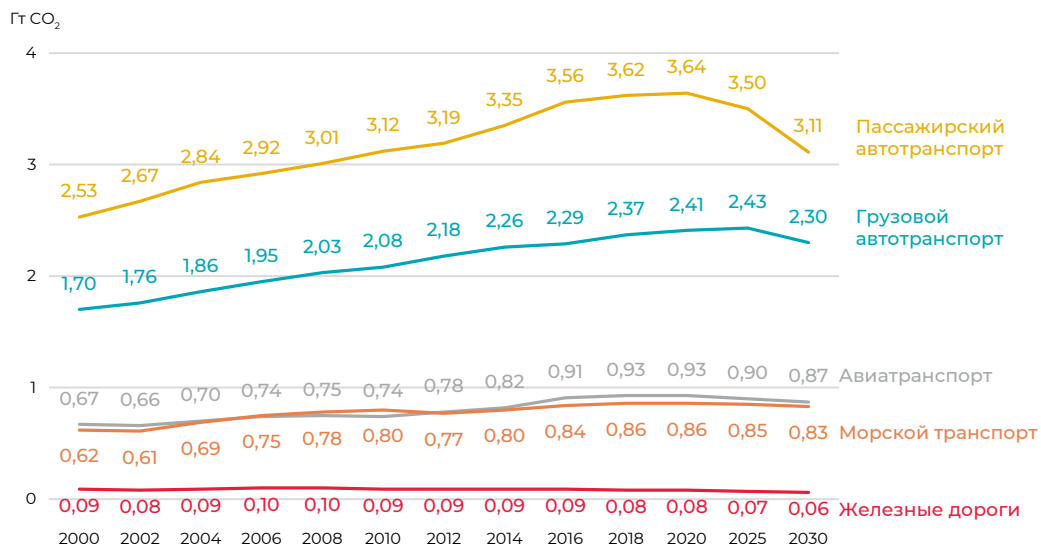
## Сравнительные преимущества и недостатки железнодорожного транспорта

В структуре международных грузоперевозок традиционно выделяют несколько основных видов транспорта, каждый из которых имеет свои особенности: морские перевозки (низкая скорость, низкая стоимость), авиаперевозки (высокая скорость, высокая стоимость), железнодорожные перевозки (средняя стоимость, средняя скорость). Также к ним относят автомобильные грузоперевозки. Несмотря на то, что каждый из видов имеет свои преимущества, именно железные дороги считаются одним из самых экологичных видов транспорта, что даёт им определённые преимущества вследствие проникновения экологической повестки.

Железные дороги, по данным [Международного энергетического агентства](#), являются одним из самых энергоэффективных видов транспорта: на них приходится 7% международных грузоперевозок, но только 3% энергии, используемой мировой транспортной отраслью. В 2019 г. на железные дороги пришлось 0,6 млн баррелей нефти, что составляет 0,6% мирового потребления, и порядка 280 тераватт-часов электричества, то есть 1,2% мирового потребления. При этом прямой вклад железных дорог в выбросы углекислого газа в атмосферу составляет лишь 0,3% от общемирового.

## ВЫБРОСЫ CO<sub>2</sub> ПО ВИДАМ ТРАНСПОРТА

За 2020, 2025 и 2030 гг. представлен прогноз при устойчивом развитии



Источник: [Международное энергетическое агентство](#).

Однако объективные преимущества железнодорожных грузоперевозок имеют свою специфику. Во-первых, с точки зрения экологичности важен источник энергии. Большая часть грузовых перевозок осуществляется тепловозами, то есть автономными локомотивами с дизельным двигателем. Их использование обусловлено низкой степенью электрификации на региональных и локальных направлениях, большими затратами на электрификацию и поддержание такой инфраструктуры на слабо загруженных маршрутах. Прямые выбросы от тепловозов составляют от **25 до 60 г** CO<sub>2</sub> на тонно-километр в зависимости от характеристик локомотива. В то же время разброс выбросов от электровоза составляет от примерно **10 до 25 г** CO<sub>2</sub> на тонно-километр. Тем не менее даже такой разброс, важный для углеродного регулирования, сохраняет за железнодорожным транспортом объективные экологические преимущества.

Как отмечалось выше, в случае использования электрической тяги встают три вопроса. Первое – характер источника энергии: было ли электричество генерировано возобновляемыми или ископаемыми ресурсами. Второе – учёт косвенных выбросов от железнодорожной инфраструктуры. Третье – издержки электрификации и поддержания соответствующей инфраструктуры. Очевидно, что в силу объективных обстоятельств наличия маршрутов низкой загрузки полная электрификация экономически нецелесообразна.

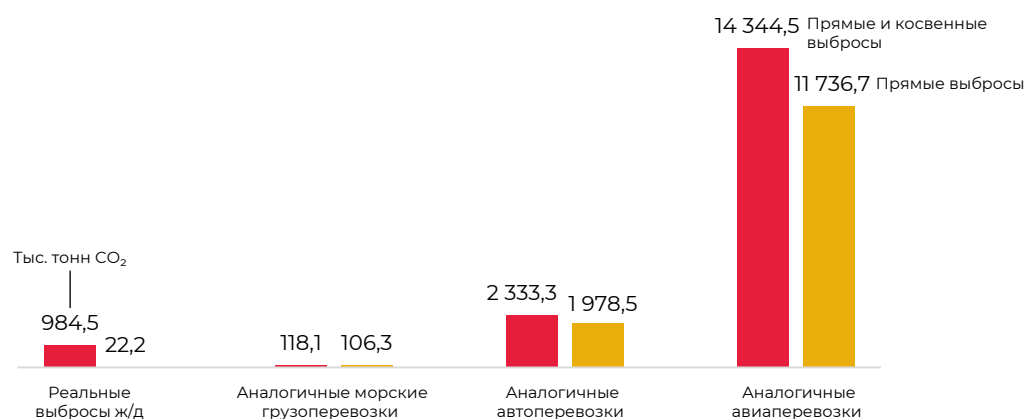
В связи с этим второй специфичный фактор, связанный с экологическими преимуществами железнодорожного транспорта – наличие транспортных коридоров с постоянным потоком товаров. Развитие железнодорожной инфраструктуры требует больших затрат в сравнении, например, с автомобильной. Кроме того, такое развитие часто связано с решением политических вопросов и политическими рисками в силу международного и континентального характера железнодорожных перевозок. Максимальные экономико-экологические преимущества железнодорожного транспорта проявляются на устойчивых маршрутах с большой загрузкой и высокой предсказуемостью товарных потоков. В этом случае дополнительным стимулом является развитие интермодальных перевозок.

Примером успешного экономического проекта с подчеркнутыми экологическими преимуществами железнодорожного транспорта является [евразийский транзитный маршрут](#) (Казахстан, Россия, Белоруссия) по направлению Китай – Европа – Китай. Благодаря стратегическим политическим договорённостям, выстроенной долгосрочной работе по развитию маршрута и объективным континентальным преимуществам железнодорожного транспорта маршрут принял на себя более **90%** объёма грузов транзитных железнодорожных коридоров на этом направлении.

В соответствии с трендом на экологизацию на портале данного коридора был запущен [Счётчик выбросов CO<sub>2</sub>](#), наглядно иллюстрирующий экологические преимущества железнодорожного транспорта. За первое полугодие 2020 г. грузоперевозки железнодорожным транспортом повлекли за собой прямые выбросы CO<sub>2</sub> в объёме 14,9 тыс. тонн, что почти в пять раз меньше, чем если бы перевозки осуществлялись морским транспортом, в 89 раз меньше, чем автомобильным транспортом, и в 528 раз меньше, чем воздушным транспортом.

### НАКОПЛЕННЫЙ ОБЪЁМ ВЫБРОСОВ ОТ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ МАРШРУТЕ КИТАЙ – ЕВРОПА В 2019 Г.

333 021 ДФЭ



Главными экологическими конкурентами железных дорог являются морские перевозки, составляющие три четверти общемировых грузоперевозок. Прямые выбросы от океанского контейнеровоза составляют от 15 до 25 г CO<sub>2</sub> на тонно-километр. Несмотря на высокую энергоэффективность, морские грузоперевозки вплоть до начала кризиса, вызванного коронавирусом, продолжали ежегодно наращивать выбросы парниковых газов, достигнув в 2019 г. рекордной отметки в 714 т CO<sub>2</sub>-экв, что составляет порядка 2,2% антропогенных выбросов CO<sub>2</sub>. Дополнительный негативный эффект морского транспорта, помимо выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу, связан с выбросами SO<sub>4</sub> и нарушением морских экосистем в местах наибольшего трафика, например в Малаккском проливе.

В ответ на распространение низкоуглеродной повестки и усиление углеродного регулирования Международная морская организация ООН (IMO) была вынуждена принять стратегию сокращения выбросов в 2018 г. В рамках плана всем новым судам будут предъявляться обязательные требования к энергоэффективности двигателей, а с 2019 г. все суда будут обязаны собирать данные о потреблении топлива для точной оценки выбросов. Дополнительно с 2020 г. были установлены ограничения на содержание серы в используемом топливе (максимум 0,5%), чтобы сократить выбросы диоксида серы в атмосферу. Согласно стратегии, к 2050 г. планируется сократить выбросы от морского транспорта на 50% по сравнению с базовым уровнем 2008 г.

Значительные риски для морского сектора связаны с ужесточающимся углеродным регулированием. Как отмечалось выше, ЕС в 2018 г. уже обязал морские компании, работающие в Союзе, отчитываться о своих выбросах. Не ранее 2022 г. ожидается включение морских перевозок в Европейскую систему торговли квотами на выброс, на чём настаивает Еврокомиссия. По оценкам экспертов, экологическая трансформация морского транспорта столкнётся с трудностями: согласно сценарию устойчивого развития, выбросы CO<sub>2</sub> в 2030 г. должны составить 670 т CO<sub>2</sub>-экв, однако при сохранении текущей динамики это потребует дополнительных усилий при неизбежном в среднесрочной перспективе внедрении «углеродной цены» на ряде рынков.

Авиаперевозки считаются наименее экологичным способом доставки грузов. Прямые выбросы от наиболее «зелёного» способа авиаперевозок, дальнемагистрального грузового лайнера, составляют от 250 до 900 г CO<sub>2</sub> на тонно-километр. Очевидно, что повестка декарбонизации ставит перед авиатранспортом фундаментальный вызов, поскольку наличествующие технологии не позволяют радикально уменьшить объём выбросов.

Возможные направления «зелёной» трансформации отрасли могут быть связаны либо с топливной составляющей, либо с новым промышленным дизайном самолётов. Несмотря на эксперименты с биотопливом (sustainable aviation fuels, SAF), заменители авиакеросина обладают недостаточными характеристиками высвобождения энергии и удельной мощностью, чтобы быть его аналогами (используются в качестве добавок к топливу), а кроме того – лишь уменьшают, а не устраняют выбросы CO<sub>2</sub>. Опытные образцы электрических самолётов продолжают развиваться, но их путь до практического воплощения и полноценного коммерческого использования пока ещё далёк.

Радикальное обновление парка или ввод в оборот принципиально новых образцов пока остаётся экономически неоправданным. Авиаперевозки являются высококонкурентной сферой со сравнительно низкой рентабельностью: средняя прибыль составляет около **6-8%**. Соответственно, большинство операторов и производителей не могут позволить себе кардинальное обновление парка или продуктовой линейки. Большинство самолётных линеек развивается эволюционно путём повышения энергоэффективности, применения композитных материалов, но не более того.

Грузовые авиаперевозки имеют ряд особенностей. Во-первых, значительная часть грузовых авиаперевозок осуществляется пассажирскими бортами, то есть зависит от пассажирского трафика. Так, в апреле 2020 г. вследствие ограничительных мер по борьбе с коронавирусом воздушный трафик упал на 94% в сравнении с аналогичным периодом прошлого года. Во-вторых, при радикально меньших объёмах грузоперевозок, авиационный транспорт используется для перемещения грузов высокой срочности доставки и высокой стоимости. Таким образом, даже несмотря на экологические недостатки авиаперевозок, их специфика обуславливает наличие для них определённой ниши, которая, хотя и подвергается давлению, занята этой отраслью достаточно прочно.

Воздушный транспорт с большой долей вероятности **не сможет достичь** целевых ориентиров устойчивого развития при всех сценариях. Инициативы международных отраслевых организаций по переходу на более экологичное развитие индустрии, например Система компенсации и сокращения выбросов углерода (**CORSIA**) Международной организации гражданской авиации (ИКАО), являются важными шагами, равно как и операционные улучшения и использование биотоплива. Экологизации отрасли мешают объективные технологические и экономические препятствия. Кроме того, негативное влияние авиатранспорта не ограничивается только выбросами CO<sub>2</sub>.

Ужесточение углеродного регулирования вкупе с трудностями трансформации индустрии ставит авиаперевозки в крайне невыгодное положение. Однако специфика грузовых авиаперевозок позволит сохранить за ними определённую нишу, даже несмотря на повышение издержек в соответствии с принципами «загрязнитель платит» и «пользователь платит».

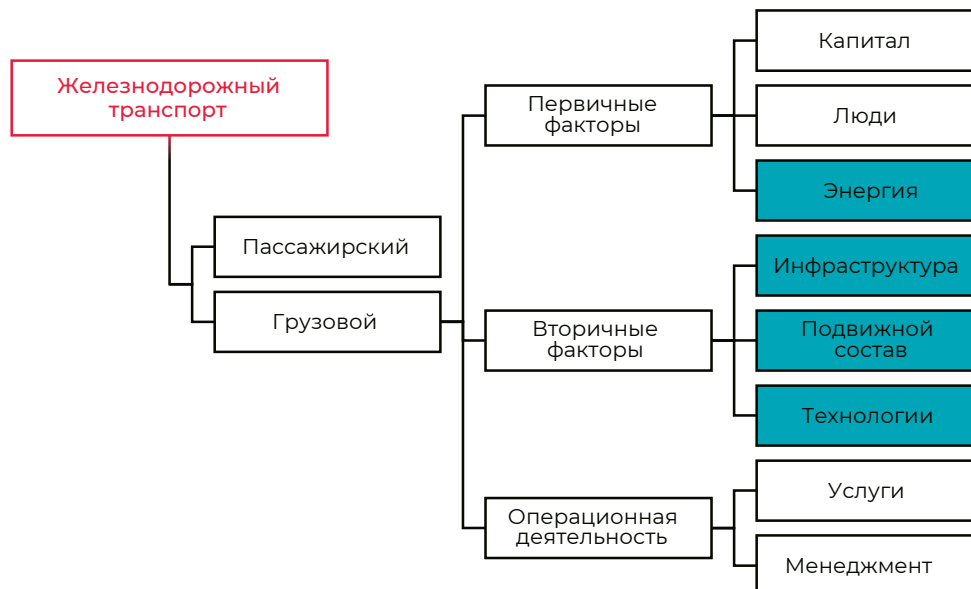
Наибольшие выгоды от такого развития событий может извлечь именно железнодорожный транспорт, как наиболее близкий аналог по скорости доставки грузов. Однако возможности для этого зависят от степени взаимозаменяемости видов транспорта, которая отличается от региона к региону. Так, на маршруте Китай – Европа – Китай железнодорожный транспорт, как показал кризис, связанный с коронавирусом, перетянул на себя часть потоков.

Таким образом, проникновение экологической повестки, прежде всего в части углеродного регулирования, меняет сложившийся конкурентный ландшафт в сфере международных грузовых перевозок. Тренд на «зелёное» приносит конкурентные преимущества железнодорожному транспорту. Однако этот эффект дискретен и зависит от ряда других факторов — например от того, насколько успешным будет ответ других видов транспорта на экологическую повестку. Дополнительные возможности для железных дорог несут в себе технологические инновации, подчёркивающие объективные экологические преимущества этого вида транспорта.

# Экологическое и технологическое будущее железных дорог

В рамках Парижского климатического соглашения страны-подписанты взяли на себя добровольные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов. Усиление углеродного регулирования рядом стран и объединений делает насущной трансформацию мировой транспортной отрасли с целью перехода на низкоуглеродную модель развития. В этих условиях обозначаются неотъемлемые преимущества железнодорожного транспорта как наименее углеродоёмкого среди всех при прочих равных условиях.

Фокус на развитии железных дорог и внедрение в регуляторные механизмы принципов «загрязнитель платит» и «пользователь платит» способствуют ускорению перехода грузопотоков из углеродоёмких секторов, таких как авто- и авиаперевозки, на железные дороги. Тем не менее для достижения максимального эффекта необходимо внедрение инноваций, которые окажут влияние на железнодорожную индустрию.



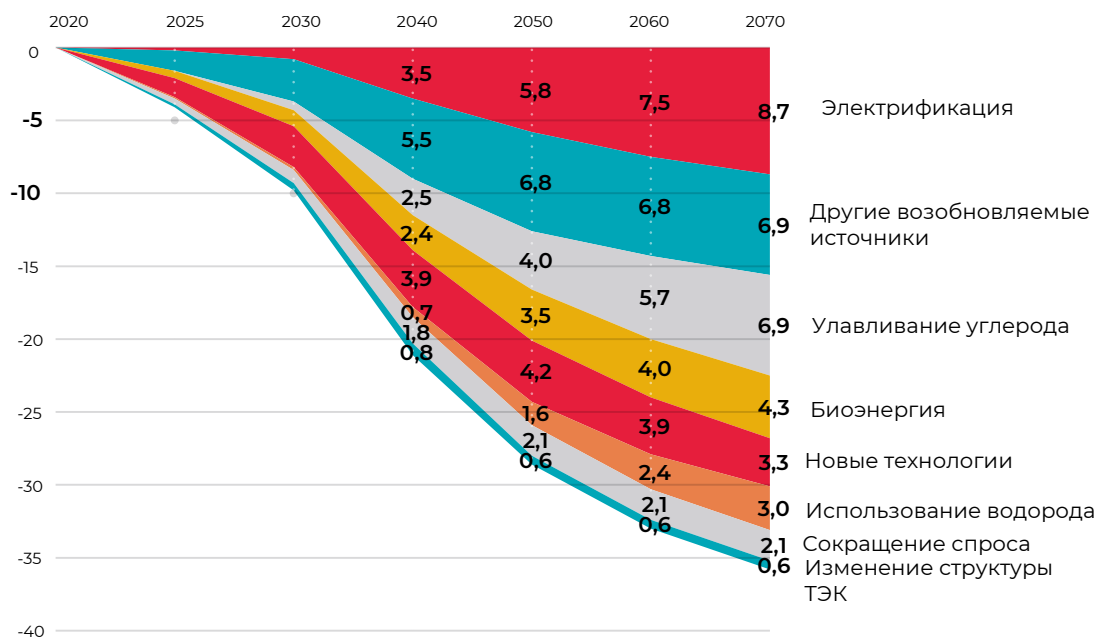
«Зелёная» трансформация окажет влияние на такой первичный фактор производства, как энергия. С позиций развития железных дорог этому должны помочь программы электрификации наиболее загруженных маршрутов со стабильным грузопотоком. По этому пути уже активно движутся Германия, Европейский союз в целом, Китай, а также Россия. Однако влияние экологической повестки на активизацию этих усилий неоднородно. В Европе, где экологическое регулирование набирает обороты, это влияние будет нарастать, стимулируя энергетическую трансформацию. В Китае, перед которым стоят задачи повышения транспортной связанности, электрификация также будет двигаться ускоренными темпами. В то же время в США экологическая повестка окажет меньшее влияние на этот фактор в силу исторического доминирования тепловозов в грузовых перевозках и слабых регуляторных стимулов к совершению такого перехода.

Значительное влияние экологическая повестка оказывает на вторичные факторы производства, такие как инфраструктура, подвижной состав и технологии. Фактически происходящие изменения носят комплексный и взаимосвязанный характер. Новые технологии призваны как увеличить энергоэффективность, так и подспудно способствовать экологизации и приобретению дополнительных экологических преимуществ.

Как показывает структура планируемых сокращений глобальных выбросов CO<sub>2</sub> от энергетического сектора, в долгосрочной перспективе на железнодорожную отрасль окажет влияние не только электрификация, но и переход на новые виды топлива. На сегодняшний день единственными тестируемыми альтернативами тепловозам и электровозам являются сжиженный газ и водород.

### ПЛАНИРУЕМОЕ СОКРАЩЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ CO<sub>2</sub> ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ПО ВИДАМ

Гт CO<sub>2</sub> в год



Источник: [Международное энергетическое агентство](#).

Использование водорода на транспорте сопряжено, во-первых, с высокой стоимостью получения этого вида топлива. Вторым фактором является взрывоопасность водорода, что потребует долгого процесса совершенствования этой технологии под практические нужды. Третий фактор – отсутствие на данный момент необходимой инфраструктуры. Тем не менее в рамках совместного немецко-канадского проекта Mireo Plus H стоимостью 12 млн евро, финансируемого правительством Германии при участии компании Siemens, к 2021 г. планируется создать пригодный для использования водородный привод. Планируется, что использование водородного двигателя при той же эффективности будет требовать меньших затрат на обслуживание, а выбросы CO<sub>2</sub> будут отсутствовать вовсе.



Газотепловозы уже были [протестированы](#) в России (ТЭМ19-001 на Свердловской железной дороге) и в Испании. Сама технология развивается с 1980-х гг. Тем не менее, как и в случае с водородом, использование СПГ пока неоднозначно и требует дальнейшего изучения. В числе проблем — недостаточность СПГ-инфраструктуры и [высокая стоимость](#) этого вида топлива в сравнении с дизелем. Тем не менее СПГ уже является актуальным для российского рынка.

Компания РЖД идёт по пути создания магистральных газотурбовозов (ГТ1h-002) и газотепловозов (ТЭМ19h), работающих на СПГ. До конца 2020 г. планируется ввести в строй 40 магистральных газотурбовозов. Как показали испытания, стоимость жизненного цикла газотурбовозов примерно на 30% меньше, чем у тепловозов, а уровень выбросов CO<sub>2</sub> значительно ниже, чем у дизельных двигателей.

Другим, более инерционным, направлением развития подвижного состава является распространение гибридных локомотивов, то есть электротепловозов. Так, компания Siemens в рамках контракта с DB Cargo [поставит](#) 100 новых электротепловозов [Vectron Dual Mode](#), которые в перспективе должны составить 70% парка компании. По подсчётам оператора, использование гибридных локомотивов поможет сократить потребление топлива и уменьшит выбросы CO<sub>2</sub> компанией на 17 тыс. т в год.

Препятствием для использования преимуществ экологической повестки могут стать длинные циклы технологической адаптации на железной дороге. Как показывают расчёты консалтинговой компании [Oliver Wyman](#), средний возраст локомотивов составляет 18,4 года, а цикл их обновления может достигать 30 лет. Это уменьшает возможности быстрого перехода на новую модель развития и замедляет адаптацию новых технологий, особенно в сравнении с автотранспортом.

Обновление подвижного состава, равно как и инфраструктуры, в пользу большей экологичности позволит уменьшить косвенные выбросы от железных дорог, тем самым уменьшив «углеродную цену». Для того чтобы отмеченные трансформации получили наибольший экономический эффект, необходимо продолжение государствами политики стимулирования перехода на низкоуглеродное развитие.

Наконец, косвенным образом уменьшить углеродный след поможет цифровизация. Внедрение современных цифровых технологий оптимизирует операции и способствует лучшей интеграции как внутри железнодорожной системы, так и с другими видами транспорта. Цифровые решения, рассмотрение которых заслуживает отдельной работы, способны ускорить декарбонизацию железнодорожного транспорта и увеличить привлекательность железных дорог как надёжного и экологичного вида транспорта.

В XIX веке железные дороги стали символом промышленной революции. В XXI веке железная дорога, как и другие виды транспорта, претерпевает значительные изменения. Но она вновь находится в авангарде развития. Экологическая повестка и политика декарбонизации дают новые преимущества железнодорожному транспорту, которыми стоит воспользоваться.