

Декарбонизация магистральной ЛОГИСТИКИ



АВТОРЫ



Анастасия Пердеро

Ведущий исследователь,
Лаборатория низкоуглеродной и циркулярной
экономики Центра устойчивого развития
Школы управления СКОЛКОВО



Екатерина Грушевенко

Руководитель направления климатической
политики и декарбонизации
Московской школы управления СКОЛКОВО



Никита Доброславский

Руководитель Лаборатории
Лаборатория низкоуглеродной и циркулярной
экономики Центра устойчивого развития
Школы управления СКОЛКОВО



Ирина Гайда

Эксперт центра по энергопереходу и ESG,
Сколтех



Юлия Ляшик

Аналитик
Лаборатория низкоуглеродной и циркулярной
экономики Центра устойчивого развития
Школы управления СКОЛКОВО

СОДЕРЖАНИЕ

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	5
АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ.....	9
РЕЗЮМЕ.....	10
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ЛОГИСТИКУ С ФОКУСОМ НА ЕВРОПЕЙСКУЮ И АЗИАТСКУЮ ТЕРРИТОРИЮ	14
ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЛОГИСТИКЕ.....	19
Жизненный цикл топлива	20
Эмиссия парниковых газов от зданий в логистике.....	21
Цепочка поставок и основные виды выбросов ПГ и их сферы охвата в логистике	23
ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ	27
Энергоэффективные технологии	27
Электрификация.....	36
переход на возобновляемые источники энергии в электроснабжении.....	38
Альтернативные виды топлива.....	39
Перспективы альтернативных видов топлива для судоходства и железнодорожного транспорта.....	49
Цифровые технологии для декарбонизации в железнодорожной и морской логистике	55
ВЛИЯНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ДРАЙВЕРОВ НА ДЕКАРБОНИЗАЦИЮ ОТРАСЛИ.....	60
Регуляторная политика.....	60
Инвесторы	72
Ожидания потребителей и конечных потребителей	78
Компании отрасли: стратегии декарбонизации в логистическом секторе.....	82
Региональный мировой опыт декарбонизации портов	89
Риски и возможности декарбонизации железнодорожной и морской логистики	91
РОССИЙСКИЙ КОНТЕКСТ	93
Климатические риски в России и их влияние на логистику	93
Как санкции влияют на углеродный след логистики	94
Особенности национального регулирования железнодорожного и морского транспорта в России.....	96
Перспективы будущего энергетического баланса российского железнодорожного и морского транспорта.....	103

Анализ стратегий российских компаний в области декарбонизации и адаптации к климатическим изменениям	105
ВЫВОДЫ ДЛЯ ИГРОКОВ ОТРАСЛИ.....	115
ВЫВОДЫ ДЛЯ РЕГУЛЯТОРОВ.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. БАРЬЕРЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	118
Изменение корпуса (обводов) судна;.....	118
Двигатели (главный двигатель и вспомогательные двигатели)	121
Энергия ветра.....	122
Системы управления:	123
Винты и руль.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ И ЗЕЛЕНЫЕ СЕРТИФИКАТЫ	129
Морской транспорт.....	129
Железнодорожный транспорт	131
БИБЛИОГРАФИЯ	134

СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

ПГ	Парниковые газы
CO ₂	Углекислый газ
CO ₂ – экв.	Условная единица, которую используют для оценки выбросов парниковых газов (в том числе для расчета углеродного следа). Измеряется в тоннах и обозначает величину выбросов углекислого газа, эквивалентную сумме выбросов всех парниковых газов, исходя из их различного воздействия на климат
SO _x	Оксиды серы
N ₂ O/NO _x	Оксиды азота
ВИЭ	Возобновляемые источники энергии
Углеродоёмкость	Объем выбросов CO ₂ на единицу другой переменной величины, такой как валовый внутренний продукт (ВВП), использование конечной энергии или транспорт
Декарбонизация	Процесс, посредством которого страны, компании или другие субъекты стремятся достичь нулевого уровня нетто-выбросов парниковых газов
ESG	Экологическое, социальное и корпоративное управление (Environmental, Social, and Corporate Governance) — совокупность характеристик управления компанией, при котором достигается вовлечение данной компании в решение экологических, социальных и управленческих проблем
СПГ	Сжиженный природный газ
СУГ	Сжиженный углеводородный газ
КПГ	Компримированный природный газ
СБГ	Сжиженный биогаз
3R (reduce-reuse-recycle)	3R-принципы циркулярной экономики – предотвращение образования, повторное использование и переработка отходов
ТС	Транспортные средства
СНИП	Строительные нормы и правила
СМП	Северный морской путь
ЛЭП	Линии электропередачи
WTW	Эмиссии ПГ от сжигания топлива на протяжении всего жизненного цикла топлива (от скважины до колес или well-to-wheel)

Сфера охвата 1 / Scope 1	Прямые выбросы: выбросы ПГ из источников, находящихся в собственности или в управлении компании
Сфера охвата 2 / Scope 2	Косвенные энергетические выбросы: выбросы при производстве электрической или тепловой энергии, используемой в производственных процессах компании и поставляемой со стороны
Сфера охвата 3 / Scope 3	Прочие косвенные выбросы: это выбросы, связанные с деятельностью компании, но происходят из источников, принадлежащих или контролируемых другими организациями
МАРПОЛ / MARPOL	Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)
МГЭИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
GNG Protocol	Глобальный протокол по инвентаризации парниковых газов (The Greenhouse Gas Protocol)
SBTi	Science Based Targets initiative - инициатива глобального масштаба, появившаяся в 2015 году как партнёрство международных организаций, работающих для устойчивого развития и охраны окружающей среды — Carbon Disclosure Project (CDP), United Nations Global Compact (UNGC), World Resources Institute (WRI) и WWF
Парижское соглашение	Соглашение в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата, регулирующее меры по снижению содержания углекислого газа в атмосфере с 2020 г.
Стандарт ISO	Документ, устанавливающий требования, спецификации, руководящие принципы или характеристики, в соответствии с которыми могут использоваться материалы, продукты, процессы и услуги, которые подходят для этих целей.
EEXI	Индекс энергоэффективности существующего судна (Energy Efficiency Existing Ship Index)
CII	Схема оценки показателя интенсивности выбросов углерода (Carbon Intensity Indicator)
SEEMP	План управления энергоэффективностью судов (Ship Energy Efficiency Management Plan)
EEDI Phase	Индекс энергоэффективности существующего судна, с некоторыми корректировками (Energy Efficiency Design Index)
RoPax	Ролкеры, суда для перевозки грузов на колёсной базе (RORO + passenger)

SDG Rail Index	Система рейтингования и цифровая платформа, предоставляющая систему отчетности о вкладе каждой отдельной компании и всего сектора в достижение ЦУР ООН (Sustainable Development Goals Rail Index)
ЦУР ООН	Цели устойчивого развития Организации Объединенных Наций
CER	Community of European Railways - Сообщество европейских железнодорожных и инфраструктурных компаний
EGD	European Green Deal или Европейский зеленый курс. Стратегия экономического развития, одобренная Европейским союзом в 2019 г., которая направлена на достижение углеродной нейтральности к 2050 г.
ЕК	Еврокомиссия
Fit for 55	Пакет законодательных предложений, направленный на то, чтобы обеспечить в ЕС сокращение выбросов парниковых газов на 55% к 2030 г. и, в итоге, климатическую нейтральность к 2050 г.
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
EU ETS	European Union Emissions Trading System - европейская система торговли выбросами
ETD	Директива о налогообложении энергетики (Energy Taxation Directive)
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism - механизм пограничной углеродной корректировки.
ENVI	Environment, Public Health and Food Safety Committee - Комитет по окружающей среде, общественному здравоохранению и безопасности пищевых продуктов
ВВП	Валовой внутренний продукт
COP24	24-я конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, которая проходила в 2018 г. в Катовице
COP26	26-я конференция сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата, которая проходила в 2021 г. в Глазго
Выбросы GHG	Выбросы парниковых газов (Greenhouse gas)
НПО	Научно-производственное объединение
НИОКР	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

CCS	Carbon Capture and Storage - улавливание и хранение углерода - процесс, включающий отделение CO ₂ от промышленных и энергетических источников, транспортировку к месту хранения и долгосрочную изоляцию от атмосферы
ЭПАБ	Электропоезда на аккумуляторных батареях
ВТЭ	Водородный топливный элемент
JIТ-доставки	Just In Time или Точно в срок - наиболее распространенная в мире логистическая концепция
IoT	Internet of Things или Интернет вещей
БПЛА	Беспилотные летательные аппараты
GSM-R	Global System for Mobile communications — Railway или Европейская система управления движением поездов
ERTMS	European Rail Traffic Management System или Европейская единая система железнодорожного транспорта – единая система управления и контроля за движением поездов и железнодорожных телекоммуникационных систем
МЭК	Международная электротехническая комиссия
Контейнеры СОС	Carrier Owned Container - контейнер в собственности перевозчика
Контейнеры СоС	Shipper Owned Container - контейнер в собственности отправителя
МСЖД	Международный союз железных дорог
ALS	Air lubrication system - системы воздушной смазки
КПД	Коэффициент полезного действия
WHR	Waste heat recovery - технология рекуперации отработанного тепла
CRP	Contra-Rotating Propeller - винты противоположного вращения
ГЭС	Гидроэлектростанция
НДТ	Наилучшая доступная технология
ФНБ	Фонд национального благосостояния
СШХ	Северный широтный ход
БАМ	Байкало-Амурская магистраль

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Климатическая повестка усиливает давление на все сферы деятельности человека. Коснулось это и логистической отрасли, ее углеродный след находится под все более пристальным вниманием регуляторов, инвесторов и потребителей. Кроме того, последствия изменения климата напрямую влияют на эффективность современных цепочек поставок и требуют учета в инвестиционных программах.

Ответом на эти вызовы становится формирование другого взгляда на отрасль и появление зеленой логистики. Зеленая (устойчивая) логистика относится к системам и методам, применяемым в транспортно-логистической отрасли для обеспечения устойчивого развития, сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) и поиска экологически безопасных решений отраслевых проблем. Устойчивая логистика — одна из самых актуальных тем, стоящих сегодня перед ритейлерами и перевозчиками.

При этом отрасль сталкивается с целым рядом вызовов:

- декарбонизация транспорта часто обходится дороже и технически сложнее, чем в других секторах;
- для морской логистики характерен переизбыток судов, немедленная замена невыгодна для судовладельцев;
- многие отраслевые технологии декарбонизации пока находятся на ранних технологических этапах зрелости.

В данной работе авторы обобщили международный опыт климатических стратегий компаний магистральной логистике и предложили некоторые выводы для российской отрасли.

РЕЗЮМЕ

- Изменение климата напрямую влияет на эффективность современных цепочек поставок. При этом наибольшие последствия изменения климата ощущаются в развивающихся странах, более уязвимых для экономических и социальных факторов. Независимо от сценария потепления, температура на территории Европы и России будет расти с темпами, превышающими среднемировые. Критические пороговые значения для экосистем и людей, по прогнозам, будут превышены во всех сценариях на уровне потепления в 2 С и выше.
- Россия в бóльшей части затронута последствиями изменения климата по сравнению со средним по миру, и вынуждена серьезно рассматривать риски изменения климата для транспортной отрасли, предпринимать действия по адаптации и митигации как транспортно-логистических цепочек, так и инфраструктуры, особенно в криолитозоне России. С другой стороны, страна обладает большой протяженностью, стратегическим геополитическим положением и выходами к точкам морской и железнодорожной логистики – и может в полной мере воспользоваться открывающимися возможностями.
- Последствия изменения климата в транспортном секторе связаны с экстремальными погодными и гидрологическими явлениями, такими, как ливневые дожди, штормы и экстремальные ветры, морские приливы, наводнения или тепловые волны. Эти проявления оказывают воздействие на транспортную инфраструктуру и, следовательно, на сам транспорт, его надежность и безопасность. Изменение климата, в том числе изменение температуры воздуха и воды, количества и интенсивности осадков, ледяного покрова, уровня воды, скорости и направления ветра или состояния моря оказывают непосредственное воздействие на морское судоходство и портовую инфраструктуру.
- Логистика имеет важную роль в современной цепочке поставок. Ежегодно грузовиками, самолетами, кораблями и поездами по всему миру перевозятся миллиарды тонн грузов. Согласно оценкам ITF, выбросы CO₂ сектора в 2020 г. составили 3 233 миллиона тонн.¹
- Морской транспорт доминирует в грузоперевозках с более чем 70% долей всех пройденных тонно-километров, в то время как выбросы от данного сегмента составляют только около 17% всех транспортных грузовых выбросов. Такой результат обеспечивается за счет высокой пропускной способности и низкой стоимости и углеродемкости морских грузоперевозок.

- Морской транспорт обеспечивает 80% мировой торговли по объему и более 70% мировой торговли по стоимости (ООН). Тем не менее морские перевозки – это второй по величине источник выбросов после автомобильных перевозок (доля эмиссии ПГ от перевозок автотранспортом в 2020 г. составила 68%). Кроме того, мировой сектор морского транспорта составляет около 3% от глобальной антропогенной эмиссии ПГ.
- Наибольший уровень удельной эмиссии от скважины до колес приходится на авиацию и дорожный транспорт. Железнодорожный и морской транспорт эмитируют на порядок меньше ПГ, чем дорожный транспорт и авиация, и сами по себе могут являться низкоуглеродной альтернативной. Однако и в этих сегментах есть большой потенциал по снижению эмиссии.
- Помимо транспортных средств в логистике эмитентами являются так называемые логистические здания (склады, порты, терминалы и т.п.), на них приходится около 3% от глобальных выбросов ПГ² или 24% от выбросов в логистической отрасли. В основном это выбросы, связанные с энергоснабжением таких зданий.
- Одна из проблем «зеленой» логистики — обеспечение учета косвенных выбросов по всей цепочке поставок. Однако компания может повлиять на эмиссию в Сфере охвата 3, в тех случаях, когда она может выбирать поставщиков или предприятия, оказывающие другие услуги (например, переработку отходов).
- При сохранении текущего тренда развития отрасли к 2050 г. выбросы отрасли от грузовых перевозок будут не ниже, а на 22% выше по сравнению с 2015 г. Напротив же, принятие мер по декарбонизации может резко сократить выбросы от грузовых перевозок в течение следующих 30 лет.
- Ключевыми драйверами декарбонизации ж/д и морской логистики являются: регуляторная политика, давление со стороны инвесторов, инвестиционная стратегия компаний, основанная на ESG принципах, ожидания потребителей, а также сами компании отрасли, стремящиеся занять высокорентабельную нишу «зеленых» перевозок.
- Регуляторные ограничения, стимулирующие декарбонизацию отрасли, возникают на национальном и наднациональном уровне. Регуляторы устанавливают цели по декарбонизации стран и регионов, разрабатывают универсальные методики подсчета углеродного следа, вводят запреты, используют монетарные и фискальные меры для стимулирования различных методов декарбонизации отрасли.

- Все более масштабные институализированные усилия компаний, параллельно с ужесточающимся регулированием, демонстрируют устойчивое внимание бизнеса к повестке декарбонизации. Фокус на декарбонизацию становится долгосрочным трендом, который в перспективе будет влиять на конкурентоспособность и маржинальность магистральной логистики.
- Повестка декарбонизации затрагивает разных игроков отрасли в разной степени. Под наибольшим давлением оказываются собственники владельцы и операторы активов и инфраструктуры.
- Инвесторы реагируют на происходящие изменения и отказываются не только от долгосрочных инвестиций в проекты с высоким углеродным следом, но и от инвестиций в компании, связанные с их цепочкой поставок (см. отказ от инвестиций в облигации ОАО «РЖД» инвестфондом PIMCO из-за высокой доли «углеродных грузов» в грузообороте компании, раздел «Анализ стратегий российских компаний в области декарбонизации и адаптации к климатическим изменениям»)
- Как и во многих других отраслях мировой экономики в ж/д и морской логистике могут применяться различные технологические методы декарбонизации. Данные методы отличаются по степени технологической готовности, по их стоимости и эффективности применения. Тем не менее, можно выделить три ключевых направления в этой области: использование альтернативных видов топлива с более низким углеродным следом, энергоэффективность и цифровизация.
- Анализ технологий декарбонизации показал, что потенциал по энергоэффективности очень высок, как в железнодорожной, так и в морской логистике.
- Среди альтернативных топлив в судоходстве, в краткосрочном периоде, наиболее предпочтительным решением будет СПГ. Аммиак является наиболее многообещающим топливом с нулевыми выбросами CO₂ для новых судов. Предпочтение аммиаку обусловлено более низкой стоимостью конвертера, хранения и самого топлива по сравнению с водородом и сжиженным биогазом (СБГ)/синтетическим метаном.
- Декарбонизация железных дорог путем электрификации линий является на сегодняшний день наиболее предпочтительным инструментом. Магистральным железным дорогам электрификация дает преимущество высокой удельной мощности на единицу массы – достаточно большая мощность (в киловаттах или лошадиных силах)

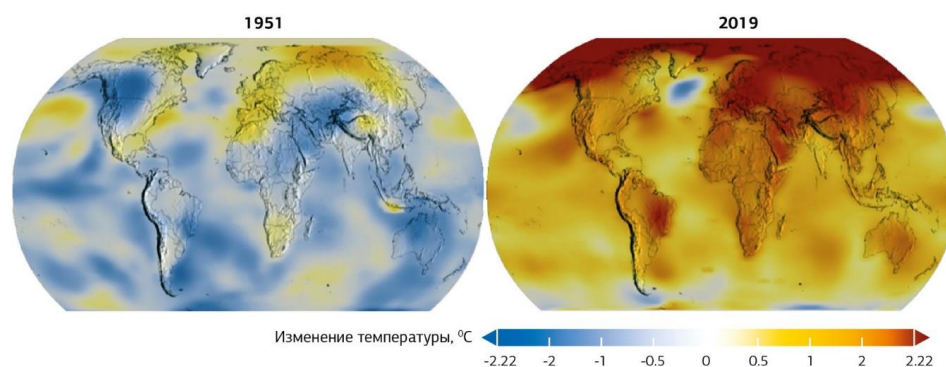
обеспечивается в более легких локомотивах (которым не требуется дизельный двигатель и генератор).

- Железнодорожный транспорт даже в текущем состоянии является низкоуглеродным решением и становится способом декарбонизации логистики. Тем не менее, железнодорожный транспорт и инфраструктура имеет потенциал для снижения эмиссии ПГ.
- В России железнодорожный сегмент также имеет огромный потенциал использования в качестве инструмента декарбонизации, как за счет географического положения между Востоком и Западом, так и за счет низкого углеродного следа российских железных дорог.
- Важной частью декарбонизации в магистральной логистике является не только декарбонизация самого процесса транспортировки, но и декарбонизация зданий. Среди наиболее распространённых методов декарбонизации зданий: использование ВИЭ для выработки электроэнергии, использование тепловых насосов для отопления помещений, использование систем энергоменеджмента, эффективных систем вентиляции и кондиционирования, а также энергоэффективного освещения. Также важной частью является переход на экономику 3R (reduce-reuse-recycle), например, использование переработанных материалов в упаковке. Еще одно важное направление – это декарбонизация (в т.ч. электрификация) погрузчиков, кранов, ричстакеров и другой техники, используемой в портовой и складской инфраструктуре.
- До 58% выбросов в портах приходится на пришвартованные суда, маневрирование и погрузо-разгрузочную технику. Электрификация техники и переход энергоснабжение на ВИЭ становятся важными методами декарбонизации портов в частности и логистических зданий в целом.
- Среди ключевых направлений применения цифровых технологий в морском и железнодорожном транспорте оказываются решения для повышения эффективности работы (роста пропускной способности инфраструктуры и парка ТС, маршрутизация транспортных потоков, повышение энерго- и ресурсоэффективности, повышение безопасности производства и автоматизации бизнес-процессов), повышения прозрачности (в том числе и с точки зрения выбросов), а также развития интермодальных перевозок.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ЛОГИСТИКУ С ФОКУСОМ НА ЕВРОПЕЙСКУЮ И АЗИАТСКУЮ ТЕРРИТОРИЮ

События, связанные с изменением климата, напрямую влияют на эффективность современных цепочек поставок. По данным Научно-исследовательского центра эпидемиологии среднегодовое количество стихийных бедствий выросло с 195 до 365 в год (соответственно, в период 1987-1998 гг. и в 2000 и 2006 гг.) При этом наибольшие последствия изменения климата ощущаются в развивающихся странах, более уязвимых для экономических и социальных факторов (Рисунок 1).

Рисунок 1 - Изменение климата в 1951-1980 и 1980-2019 гг.



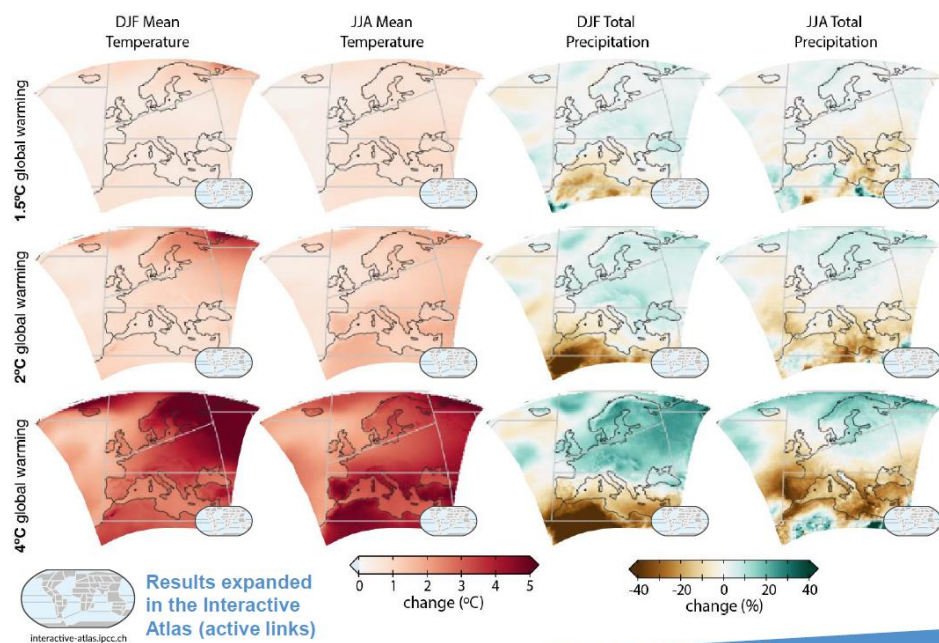
Источник: NASA, World Radiation Centre, Krivova, Global Carbon Project (GCP), Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC); Annual climate report of Roshydromet, 2021

Европейская территория. Независимо от сценария потепления, температура на территории Европы и России будет расти с темпами, превышающими среднемировые³. Последние десятилетия наблюдения фиксируют повышенную частоту и интенсивность экстремальных температур, которые включают в себя морские тепловые волны. Согласно прогнозам, они также продолжат расти независимо от сценария выбросов ПГ. Критические пороговые значения для экосистем и людей, по прогнозам, с высокой вероятностью будут превышены во всех сценариях на уровне потепления в 2 С и выше. При этом во всех сценариях частота холодных периодов и морозных дней уменьшается. Повышение относительного уровня моря во всех европейских районах, за исключением Балтийского моря, приближается к среднемировому уровню или превышает его. Согласно прогнозам, изменения будут продолжаться и после 2100 г.

Экстремальные морские явления станут более частыми и интенсивными, что приведет к более частым прибрежным наводнениям. Береговые линии вдоль песчаных берегов будут изменяться на протяжении всего XXI века. Сильное

сокращение площади ледников, вечной мерзлоты, площади снежного покрова продолжится (Рисунок 2).

Рисунок 2 - Экстремальные морские явления



Источник: 6-ой оценочный доклад МГЭИК Regional fact sheet – Europe https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Europe.pdf Рабочая группа 1 (The Physical Science Basis)

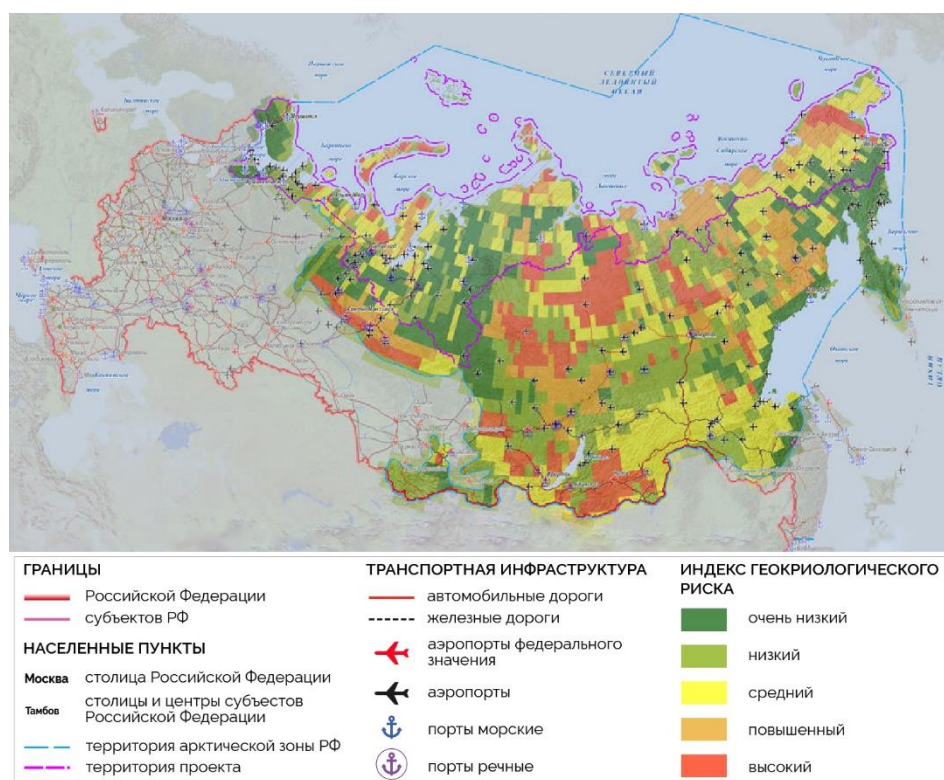
Азия. Исторически высокие температурные экстремумы увеличились, в то время как низкие – уменьшились. Согласно прогнозным моделям⁴, в предстоящие десятилетия этот тренд продолжится. Количеству, длине и интенсивности морских тепловых волн будут продолжать увеличиваться. Длительность сезона пожаров будет повышаться и усиливаться, особенно в регионах Северной Азии. Средние и сильные осадки вырастут на большей части территории Азии. Средняя скорость ветра на поверхности снизилась и будет продолжать снижаться в центральной и северной части Азии. Площадь ледников будет сокращаться, а вечная мерзлота – таять. Сезонная продолжительность снежного покрова, ледниковая масса и площадь вечной мерзлоты будет продолжать снижаться к середине XXI века. Сток ледников в высокогорных районах Азии увеличится до середины XXI века (средний уровень уверенности), и последующий сток может уменьшиться из-за потери запасов ледника. Также прогнозируется высокий урон от повышения уровня моря прибрежным территориям Китая, Индии, Кореи, Японии и России.

Арктика. Арктика – уникальный регион, в котором изменение климата не только несет ощутимые риски, но и открывает пул возможностей – от экосистем и их функций до расширения логистических коридоров.

Российская Арктика демонстрирует самые высокие темпы потепления: до 0,81 °С за 10 лет в среднем (за последние 3 десятилетия). Изменение климата проявляется в повышении температуры во всех сезонах и изменении характера осадков.

Такие изменения подвергают риску инфраструктуру, установленную на многолетнемерзлых грунтах. Их деградация обеспечивает неравномерную просадку и угрожает целостности протяженных объектов, например, железнодорожных путей. В некоторых работах, например 15,2⁶,37,4⁸, продемонстрированы подходы к оценке рисков через индексы. Рисунок ниже (Рисунок 3) показывает относительные различия рисков для федеральной транспортной сети криолитозоны России в разных районах к середине XXI века.

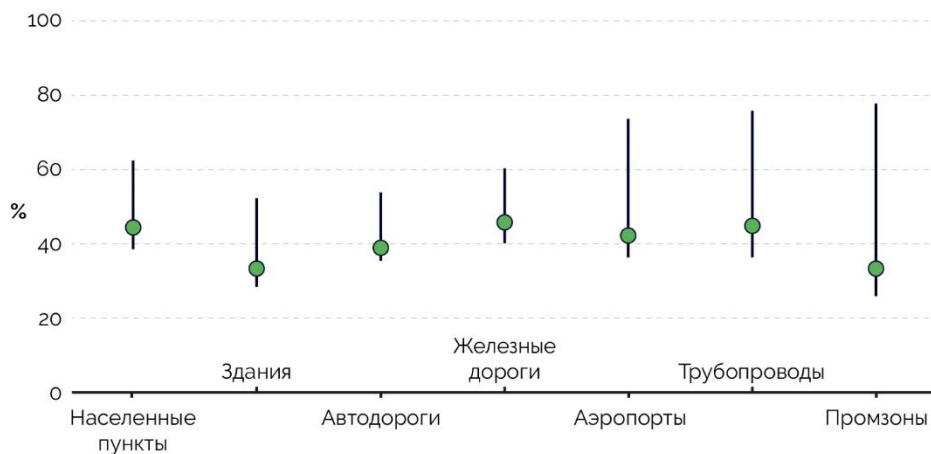
Рисунок 3 - Индекс геокриологического риска, рассчитанный по ансамблевой климатической проекции CMIP5 для середины XXI века.



Источник: Сценарные прогнозы на основе глобальных моделей CMIP5 / Климатический центр Росгидромета. // URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/klimat/izmenenie-klimata-rossii-v-21-veke>

При этом жилые и промышленные здания, построенные на свайных фундаментах и опорах, к середине века превысят пороговые значения запаса прочности по СНИПу повсеместно (Рисунок 4). В ближайшие годы он также будет превышен на большей части криолитозоны.

Рисунок 4 - Доли инфраструктуры в криолитозоне Евразии, подверженной высокому геокриологическому риску к середине XXI в. Вертикальными линиями обозначен диапазон изменения, обусловленный неопределенностями прогнозируемых по ансамблевому климатическому сценарию RC



Источник: Анисимов О., Бадина С., Белолуцкая М., Володин Е., Лавров С., Шерстюков Б., Стрелецкий Д., Кокорев В., Гайда И., Доброславский Н. Изменение климата в Российской Арктике: риски и новые возможности / ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, Март 2021 // URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/14cc56cf-8817-4a71-b9fb-6810b6d2adca/SKOLKOVO_EneC_RU_ClimateArktika.pdf

Последствия изменения климата в транспортном секторе связаны с экстремальными погодными и гидрологическими явлениями, в том числе ливневыми дождями, штормами и экстремальными ветрами, морскими приливами, наводнениями, тепловыми волнами⁹. Эти проявления изменения климата оказывают особое воздействие на транспортную инфраструктуру и, следовательно, на сам транспорт, его надежность и безопасность (Таблица 1). Изменение климата и, следовательно, изменение температуры воздуха и воды, осадков, ледяного покрова, уровня воды, скорости и направления ветра или состояния моря оказывают непосредственное воздействие на морское судоходство.

Таблица 1 - Ключевые последствия изменения климата для железнодорожного и морского транспорта

ЖД	Морской транспорт
Увеличение амплитуды осадков, повышение уровня моря	
<ul style="list-style-type: none"> оползни/подмывание насыпей, разрушение дорожного полотна периоды высокого и низкого уровня воды могут оказывать воздействие на железнодорожные перевозки риск затопления ж/д оборудования, особенно в тех местах, где разница в уровне ж/д путей и водных поверхностей незначительна размыв ж/д мостов, ослабление опор риск ухудшения работы систем световой сигнализации и силовой линии (при затоплении) риск повреждения волноотбойной стены, пролома, затопления или схода с рейсов состава железнодорожных дорог на побережье. 	<ul style="list-style-type: none"> некоторые порты подвержены последствиям наводнений (участившихся и усилившихся) штормовые нагоны, повышение уровня моря, сильные наводнения, экстремальный холод и ледостав затопление портовой инфраструктуры изменения в течениях, эрозии и седиментации в эстуарии¹⁰ развитие арктических маршрутов адаптация к уменьшению глубины морских путей для ряда морских маршрутов
Ураганы, увеличение скорости ветра	
<ul style="list-style-type: none"> физическое перекрытие дорог и ж/д путей, повреждение ЛЭП, боковое смещение контактного провода сети перехлестывающие волны, которые могут повредить или воздействовать на железнодорожные составы 	<ul style="list-style-type: none"> повышение штормливости, сильное волнение на море влияет на безопасность и скорость морского судоходства
Тепловые волны, экстремальные температуры	
<ul style="list-style-type: none"> снижение уровня комфорта для пассажиров и работников, повышенный спрос на кондиционирование воздуха рост аварийности из-за снижения концентрации персонала недостаточно изучен вопрос, насколько высокие температуры требуют новых технологий технического обслуживания, непрерывно приваренных рельс и систем кондиционирования транспортных средств и зданий перегрев рельсов, возможное искривление – снижает допустимую скорость передвижения и увеличивает риск схода подвижного состава с рельсов¹¹ угроза для оборудования ТС и инфраструктуры, служб сигнализации и связи (снижает надежность устройств автоблокировки, программного обеспечения и компонентов техники)¹² 	<ul style="list-style-type: none"> сильное волнение на море изменения морских течений снижение уровня комфорта для пассажиров и работников, повышенный спрос на кондиционирование воздуха рост аварийности из-за снижения концентрации персонала
Повышение риска лесных пожаров	
<ul style="list-style-type: none"> риски физического перекрытия дорожного полотна, а также другой транспортной инфраструктуры, в том числе складской для противодействия лесным пожарам, пожарам на насыпях и в непосредственной близости от железнодорожных объектов может потребоваться изменение растительного покрова с учетом изменения климата 	<ul style="list-style-type: none"> Риск для наземной складской и портовой инфраструктуры, перебои с цепочками поставок

Источник: анализ Лаборатории низкоуглеродной и циркулярной экономики Центра устойчивого развития Школы управления СКОЛКОВО, данные ЕЭК ООН¹³, German Strategy for Adaptation to Climate Change¹⁴

Климатическое регулирование и энергопереход являются крупнейшими драйверами изменений товарных потоков, создающими новые возможности развития для низкоуглеродной логистики. Системное изучение данных трендов только начинается и подлежит актуализации в свете происходящих в мире изменений.

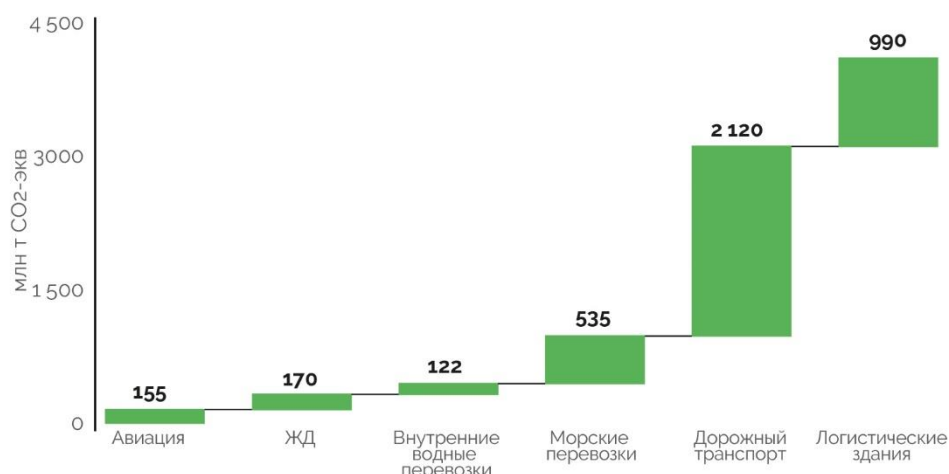
ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ЛОГИСТИКЕ

Ежегодно грузовиками, самолетами, кораблями и поездами по всему миру перевозятся миллиарды тонн грузов. Согласно оценкам ITF, выбросы CO₂ в 2020 г. составили 3 233 миллиона тонн.¹⁵ Доля эмиссии ПГ от перевозок автотранспортом была самой большой и в 2020 г. составила 68% (52% от суммы выбросов с учетом логистических зданий).

Морской транспорт доминирует в грузоперевозках с более чем 70% всех пройденных тонно-километров, в то время как выбросы от данного сегмента составляют только около 17% всех транспортных грузовых выбросов (и 13% от суммы выбросов с учетом логистических зданий). Такой результат достигается благодаря его высокой пропускной способности и низкой углеродоёмкости. Под данным ООН, морской транспорт обеспечивает 80% мировой торговли по объему и более 70% мировой торговли по стоимости.

Тем не менее, морские перевозки – это третий по величине источник выбросов после автомобильных перевозок (Рисунок 5). Мировой сектор морского транспорта составляет около 3% от глобальной антропогенной эмиссии ПГ. Выбросы между прочими сегментами распределяются следующим образом: 24% - логистические здания, авиация и железная дорога – по 4% и внутренний водный транспорт-3%.

Рисунок 5 - Выбросы CO₂-экв от грузовых перевозок по видам транспорта в 2020 г (эмиссия от бака до колес), а также логистические здания

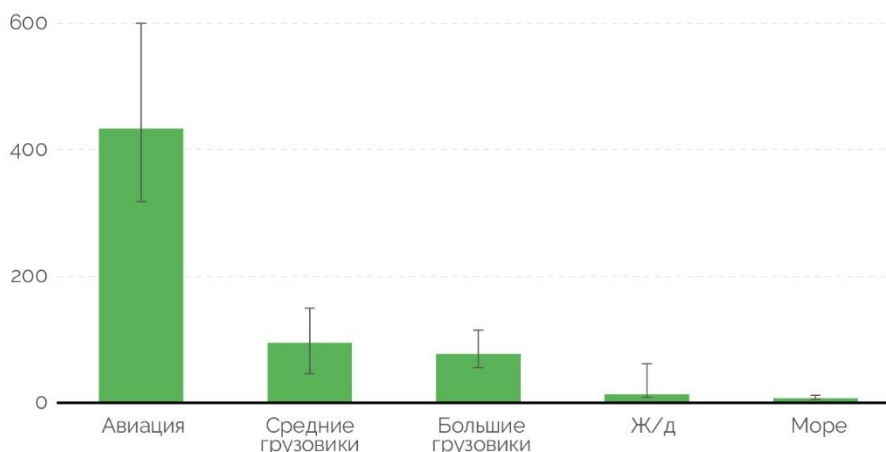


Источник: ITF Transport Outlook 2021 / International Transport Forum, May 2021 // URL: <https://www.itf-oecd.org/itf-transport-outlook-2021>

Удельные показатели выбросов ПГ от различных видов транспорта показывают, что наибольший уровень эмиссии от скважины до колес приходится на авиацию и дорожный транспорт (Рисунок 6). Железнодорожный и морской транспорт эмитируют на порядок меньше ПГ, чем дорожный

транспорт и авиация, и сами по себе могут являться низкоуглеродной альтернативой. Однако и в этом сегменте есть большой потенциал по снижению эмиссии.

Рисунок 6 - Средний объем выбросов CO₂ в разбивке по видам грузового транспорта (г.CO₂ на т/км)



Источник: Average CO₂ Emissions by Passenger and Freight Transport Mode / IEA, 2019 // URL: <https://transportgeography.org/contents/chapter4/transportation-and-environment/co2-emissions-passenger-freight-transport-mode/>

При сохранении текущего тренда развития отрасли к 2050 г. выбросы отрасли от грузовых перевозок будут не только не ниже, а на 22%¹⁶ выше по сравнению с 2015 г. Напротив же, принятие мер по декарбонизации может резко сократить выбросы от грузовых перевозок в течение следующих 30 лет.

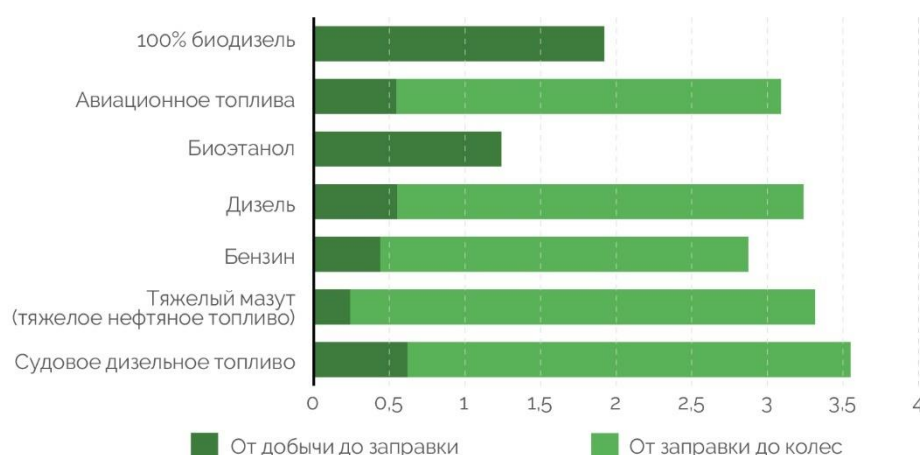
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТОПЛИВА

При подсчете эмиссии ПГ от сжигания топлива важно рассматривать эмиссию на протяжении всего жизненного цикла топлива (от скважины до колес или well-to-wheel (WTW)). Выбросы на всем жизненном цикле топлива состоят из двух компонент:

1. производство и дистрибуция (от скважины до заправки);
2. сжигание топлива (от заправки до колес)¹⁷.

Учет обеих компонент является крайне важным элементом контроля над углеродным следом компании, поскольку при подсчете полного жизненного цикла топлива для некоторых топлив картина меняется радикально. Так, например, при сжигании биодизеля и биоэтанола нет выбросов парниковых газов, однако на этапах его производства и транспортировки до заправки они есть (Рисунок 7).

Рисунок 7 - Сравнение выбросов «от добычи до заправки» и «от заправки до колес»



Источник: Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting Version 2.0 / Smart Freight Centre, GLEG, 2019 // URL: <https://www.feport.eu/images/downloads/glec-framework-20.pdf>

ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ЗДАНИЙ В ЛОГИСТИКЕ

Помимо транспортных средств в логистике, крупными эмитентами являются логистические здания (склады, порты, терминалы и т.п.), на них приходится около 3% от глобальных выбросов ПГ¹⁸ или 24% от выбросов в логистической отрасли. Ранее эмиссии от логистических зданий не уделялось пристального внимания, однако по мере развития оценки эмиссии в логистических компаниях, выяснилось, что выбросы с логистических объектов составляют около 10% от общего углеродного следа компании¹⁹. В основном это выбросы, связанные с энергоснабжением. В таблице ниже (Таблица 2) приведены средние удельные значения эмиссии ПГ для Европы.

Данные основаны на исследовании международных партнерах проекта GILA — Fraunhofer IML, Politecnico di Milano, Greenrouter и Universidad de los Andes, которые организовали исследование рынка для обновления базы данных о значениях интенсивности выбросов CO₂ на логистических площадках. В этом документе обобщаются подход и результаты исследования рынка в 2021 г. и предыдущей работы с акцентом на европейские площадки.

База данных охватывает 244 европейских логистических объекта, предлагающих перевалку и складирование. Их операторы ежегодно предоставляют информацию о потреблении энергии, заправке хладагентов и пропускной способности. Объем оценки, используемый для расчета средних значений интенсивности выбросов, соответствует «Руководству по учету выбросов парниковых газов на

объектах логистики» и учитывает требования стандарта ISO/DIS 14083. Из-за различной доступности и качества данных (например, полнота границ оценки, предоставление базовых единиц «тонны», «поддоны», «отгрузки»), для расчета значений интенсивности выбросов на каждом участке использовалось 173 участка.

Эта база данных использовалась для дальнейшего анализа, различая трех типов логистических площадок:

1. Объекты, где перевалка является основной услугой (>80 % объема)
2. Места, где как перевалка, так и складирование являются основными услугами, и
3. Объекты, где складирование является основной услугой (>80 % объема).

В качестве дополнительной категоризации использовались условия на объекте путем дифференциации между температурой окружающей среды, охлаждением, заморозкой или смешанными объектами.

Размеры площадок варьируются от 2 500 тонн до 90,0 млн тонн отгружаемых грузов со средним значением 115 000 тонн. Почти все объекты используют природный газ в качестве источника тепловой энергии, лишь немногие объекты используют мазут (13 ед.) или централизованное тепло-снабжение (10 ед.); использование геотермальной энергии или энергии на основе древесины встречается редко. Охлаждаемые или замороженные объекты заправляли следующими основными хладагентами: R-417C, R-717 или R-410A. Всего было указано 13 различных коэффициентов интенсивности выбросов хладагентов для типов логистических зданий. Для объектов, где операторы не указали средний вес обрабатываемых поддонов, был принят средний коэффициент пересчета 450 кг на поддон. В таблице приведены результаты 168 логистических площадок, которые можно отнести к одному из определенных типов площадок. Соответствующий размер выборки для каждого типа сайта указан в скобках.

Таблица 2 - Значения интенсивности выбросов логистических площадок для различных типов перевозки в Европе

Нормальная перевозка (температура совпадает с температурой окружающей среды)	Перевозка с охлаждением	Смешанный тип
	Перевалка	
3,4 кг CO ₂ э / т	11,1 кг CO ₂ э / т	3,8 кг CO ₂ э / т
	Хранение+перевалка	
1,7 кг CO ₂ э / т	7,3 кг CO ₂ э / т	12,3 кг CO ₂ э / т
	Склад	
1,9 кг CO ₂ э / т	8,2 кг CO ₂ э / т	8,9 кг CO ₂ э / т

Источник: Dobers, Kerstin & Perotti, Sara & Fossa, Andrea. (2022). Emission intensity factors for logistics buildings. 10.13140/RG.2.2.12400.33283., GLEC Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting Version 2.0, 2019

ЦЕПОЧКА ПОСТАВОК И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВЫБРОСОВ ПГ И ИХ СФЕРЫ ОХВАТА В ЛОГИСТИКЕ

Логистика имеет важную роль в современной цепочке поставок. На рисунке ниже показана цепочка поставок и распределение Сфер охвата выбросов ПГ с точки зрения логистической компании.

С точки зрения логистической отрасли, объем выбросов цепочки поставок состоит из этапов от закупки сырья для логистических услуг до оказания логистических услуг логистической компанией, а после оказания услуг также включает использование и утилизацию упаковочных материалов, добавленных логистической компанией (Рисунок 8).

Рисунок 8 - Выбросы цепочки поставок логистической отрасли



Источник: Explanations by Industry (Logistics Industry) for the Basic Guidelines on Accounting for Greenhouse Gas Emissions Throughout the Supply Chain, Ver. 1.0 (Draft), Ministry of the Environment, Japan 2013

Важно понимать весь спектр того, что требуется для измерения выбросов и инициатив в области устойчивой логистики. Но одна из проблем учета эмиссии в «зеленой» логистике — обеспечение учета косвенных выбросов по всей цепочке поставок. Чтобы стандартизировать понимание различных категорий выбросов, существует глобальный набор стандартов и требований, установленных Протоколом по парниковым газам²⁰.

Согласно Протоколу, выбросы парниковых газов компании подразделяются на прямые и косвенные и классифицируются по трем категориям (Охваты 1–3).

Прямые выбросы – это выбросы парниковых газов от источников, которые находятся в собственности и (или) на которых осуществляется хозяйственная деятельность отчитывающейся компании (Score 1, или Сфера охвата 1).

Сфера охвата 1 — прямые выбросы: выбросы ПГ из источников, находящихся в собственности или в управлении компании.

К ним относятся, например, выбросы при сжигании топлива или технологические выбросы, не связанные со сжиганием.

Косвенные (непрямые) выбросы – это выбросы, которые являются следствием деятельности отчитывающейся компании, но поступают в атмосферу из источников, принадлежащих и (или) контролируемых другой компанией (Scope 2,3 или Сфера охвата 2 и 3).

Сфера охвата 2 — косвенные энергетические выбросы: выбросы при производстве электрической или тепловой энергии, используемой в производственных процессах компании и поставляемой со стороны.

Сфера охвата 3 — прочие косвенные выбросы: это выбросы, связанные с деятельностью компании, но происходят из источников, принадлежащих или контролируемых другими организациями. К таким источникам выбросов относятся, например, производство потребляемого сырья и топлива, транспортировка грузов и использование производимой продукции потребителями²¹. Другими словами, эмиссия ПГ от Сферы охвата 3 включает косвенные выбросы в результате функционирования цепочки создания стоимости, не включенные в Сферы охвата 1 и 2²².

Разделение по Сферам охвата с поправками для логистической компании выглядит следующим образом (Таблица 3):

Таблица 3- Сферы охвата эмиссии CO₂ для логистической отрасли

СФЕРА ОХВАТА 1	Возможность управлять эмиссией
Прямые выбросы от использования топлива в транспортных средствах и логистических базах, принадлежащих компании	1
Косвенные выбросы от использования электроэнергии и тепла, приобретаемых на логистических базах и в офисах отчитывающейся компании и утечки охлаждающей жидкости на складах	1
СФЕРА ОХВАТА 2	
Косвенные выбросы от использования электроэнергии и тепла, приобретаемых на логистических базах и в офисах отчитывающейся компании	1
ВЫБРОСЫ СФЕРЫ ОХВАТА 3 ВВЕРХ ПО ЦЕПОЧКЕ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ:	
1. Приобретенные товары и услуги Выбросы от деятельности до предоставления услуг, таких как договорные перевозки с услугами грузового перевозчика, приобретенные отчитывающейся компанией, или производство товаров, таких как упаковочные материалы и канцелярские товары	2
2. Средства производства Выбросы от строительства и производства основных средств отчитывающейся компании (транспортные средства, логистические базы, а также помещения и оборудование в них)	3
3. Топливо-энергетическая деятельность (не входит в Scope 1, 2) Выбросы от закупки топлива, используемого в производстве электроэнергии и т.д., для электроэнергии и тепла, закупаемых у других компаний (исключая косвенные выбросы от топлива, включенные в Сферы охвата 1 и 2, и косвенные выбросы от топлива на электростанциях в связи с использованием электроэнергии)	3
4. Upstream транспортировка и распределение Выбросы от распространения упаковочных материалов, канцелярских товаров и т. д. до доставки отчитывающейся компании	3
5. Отходы, образующиеся в процессе эксплуатации Выбросы от транспортировки и переработки отходов, образующиеся логистическими базами отчитывающейся компании и т. д.	3
6. Деловые поездки Выбросы от деловых поездок сотрудников	4
7. Поездки сотрудников на работу Перевозка сотрудников между их домами и рабочими местами	4
8. Активы, переданные в лизинг Выбросы от эксплуатации активов (таких, как транспортные средства и вилочные погрузчики), сдаваемых в аренду отчитывающейся компании (исключаются, если они рассчитаны в категориях 1 или 2)	4
ВЫБРОСЫ СФЕРЫ ОХВАТА 3 ВНИЗ ПО ЦЕПОЧКЕ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ:	
9. Транспортировка и распределение товара вниз по цепочке создания стоимости Выбросы от транспорта, хранения, погрузочно-разгрузочных работ и розничной реализации реализованной продукции (за исключением случаев, когда транспортировка и т.п. такой продукции осуществляется отчитывающейся организацией)	-
10. Переработка реализованной продукции Обработка третьими сторонами промежуточных продуктов, реализуемых отчитывающейся компанией	-
11. Использование реализованной продукции Прямые выбросы в результате конечного использования товаров и услуг, продаваемых компанией	-
12. Окончание срока службы проданных продуктов Выбросы, когда стороны, получившие поставки, осуществляют транспортировку и переработку упаковочных материалов, закупленных отчитывающейся компанией	3
13. Downstream арендованные активы В этом случае термин «downstream» относится к выбросам в результате деятельности активов, принадлежащих компании и сданных в аренду другим организациям, не включенных в Scope 1, 2.	-
14. Франшизы Выбросы категорий 1 и 2 от участников франшизы (например, предприятия по обработке грузов, работающие в сетях франчайзинга)	-
15. Инвестиции Операции с инвестициями в отчетном году, не входящие в Scope 1, 2.	-
1: Наивысший уровень приоритета в учете логистических компаний.	
2: Категория, должна быть приоритетом в учете, поскольку существует значительный потенциал для активных мер по сокращению выбросов.	
3: желательнее включить в учет, хотя определение может быть затруднено, поскольку существует значительный потенциал для будущих усилий по определению и сокращению на основе дальнейшего изучения методов учета; или категория, которая может быть определена, но не имеет высокого приоритета для учета, поскольку вероятность ее сокращения незначительна.	
4: Категория с низким приоритетом для бухгалтерского учета, поскольку определение и управление в настоящее время затруднены.	
-: Подходящих видов деятельности не существует.	

Источник: Explanations by Industry (Logistics Industry) for the Basic Guidelines on Accounting for Greenhouse Gas Emissions Throughout the Supply Chain, Ver. 1.0 (Draft), Ministry of the Environment, Japan 2013

Для логистической компании, ее главными контролируемыми источниками эмиссии ПГ, которые входят в Сферу охвата 1 и 2 будут:

- Прямые выбросы от использования топлива в транспортных средствах и логистических зданиях, принадлежащих компании;
- Косвенные выбросы от использования электроэнергии и тепла, приобретаемых для логистических зданий и офисов отчитывающейся компании, а также утечки охлаждающей жидкости в помещениях.

Сферу охвата 3 легче всего упустить из виду и сложнее всего измерить. Это потому, что она включает в себя «все косвенные выбросы, генерируемые ресурсами, не принадлежащими компании или не контролируемые ею, но на которые компания косвенно влияет в своей цепочке создания стоимости»²³. Тем не менее компания может влиять и на эмиссию в Сфере охвата 3, но в разной степени.

Например, наибольшую степень влияния компания имеет на категорию «Выбросы от деятельности до предоставления услуг, таких как договорные перевозки с услугами грузового перевозчика, приобретенные отчитывающейся компанией, или производство товаров, таких как упаковочные материалы и канцелярские товары». Выбросы подрядчиков и поставщиков отчитывающаяся компания может снизить, за счет выбора контрагентов с меньшим уровнем выбросов.

Похожая ситуация и в категориях «Средства производства» и «Транспортировка и распределение Upstream», где логистическая компания может, к примеру, выбрать более «зеленый» вид транспорта в качестве средства производства, или же компания может оптимизировать методы заказа упаковочного материала, а также выбрать подходящую транспортную компанию и т. д. Однако в силу высоких затрат в этой категории компания имеет меньшую гибкость в выборе решения по декарбонизации.

Другими словами, компания может повлиять на эмиссию в Сфере охвата 3 в тех случаях, когда она может выбирать поставщиков или предприятия, оказывающие другие услуги (например, переработку отходов).

ТЕХНОЛОГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Как и во многих других отраслях мировой экономики в ж/д и морской логистике могут применяться различные технологические методы декарбонизации. Данные методы отличаются по степени технологической готовности, по их стоимости и эффективности применения. Тем не менее, можно выделить следующие ключевые направления в этой области: энергоэффективность (в том числе за счет конструктивных изменений и режима эксплуатации), электрификация, переход на возобновляемые источники энергии в энергоснабжении, использование альтернативных видов топлива с более низким углеродным следом и цифровизация.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СУДОХОДСТВА

Повышение стоимости топлива и ужесточение норм по выбросам - основные проблемы, с которыми сталкивается сегодня судоходство. Технологии и методы повышения эффективности необходимы для обеспечения долгосрочной прибыльности и устойчивости этого сектора. Чтобы оставаться конкурентоспособными, необходимо поддерживать эксплуатационные расходы на как можно более низком уровне - включая стоимость топлива, которая представляет собой одну из наиболее актуальных проблем для судов. Это означает использование технологий, которые помогают судам использовать меньше топлива и сократить потребление энергии в целом.

В то же время отрасль должна соответствовать всем существующим и будущим нормам, чтобы снизить воздействие на окружающую среду, вызванное парниковыми газами и загрязняющими веществами. Новые суда должны соответствовать критериям, определенным в Индексе энергоэффективности конструкции (EEDI), который поощряет использование энергоэффективного оборудования и двигателей, создающих меньше загрязняющих веществ. Грузоотправители заинтересованы в высокоэффективных судах, которые производят меньше выбросов ПГ и минимизируют свой CO₂-след.

Многие меры повышают эффективность до 5%. Полученный перечень представлен в следующей таблице (Таблица 4). Для

структурирования предлагается рассмотреть основные категории энергоэффективных технологий:

- Изменение корпуса (обводов) судна;
- Главный двигатель;
- Вспомогательные двигатели;
- Винты и руль;
- Системы управления судна.

Поскольку вспомогательные двигатели обычно потребляют лишь малую часть энергии, идущей на основные двигатели, результаты их оценки энергоэффективности не показаны в приведенном ниже кратком списке. Более подробно эти меры описаны в следующих параграфах. Из мер, приведенных в таблице ясно, что для достижения высокой эффективности доступны обычные технологии. Если суммировать максимальный прирост по каждой категории (для всех, кроме паромных и круизных судов), то общее повышение эффективности может составить в среднем 35% даже без учета двух экспериментальных технологий с потенциально высоким приростом эффективности (ветроэнергетика и систем воздушной смазки)²⁴.

Возможные инвестиции в новые технологии оцениваются от «очень низких» до «высоких». Одно и то же мероприятие на более крупном судне, очевидно, обойдется дороже.

Таблица 4 - Перечень/ранжирование технологий по повышению энергоэффективности

КАТЕГОРИЯ / Измерение	Расчетная эффективность (диапазон), %	Простота установки	Срок окупаемости	Инвестиции	Реализация
ИЗМЕНЕНИЕ КОРПУСА (ОБВОДОВ) СУДНА					
Носовая часть оптимизация	2,5 - 20	Все типы судов	Короткий (<3 лет)	Средние	Традиционная технология
Покрытие корпуса	1 - 9	Все типы судов	Короткий (<3 лет)	Низкий	Традиционная технология
Системы воздушной смазки (ALS)	5 - 15	Только новые суда	Средний (4-15 лет)	Средний	Экспериментальная технология
ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ					
Энергия ветра	5 - 44	Только специальные типы кораблей	Длинный (>15 лет)	Высокие	Экспериментальная технология
Снижение оборотов главного двигателя	2 - 4	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Средний (4-15 лет)	Низкий	Традиционная технология
Модернизация системы впрыска топлива	0,1 - 0,5	Все типы судов	Средний (4-15 лет)	Очень низкий	Традиционная технология
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ					
Модернизация системы впрыска топлива	н/д	Все типы судов	Средний (4-15 лет)	Очень низкий	Традиционная технология
ВИНТЫ И РУЛЬ					
Плавники на крышке гребного винта	1 - 20	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Средний (4-15 лет)	Средние	Традиционная технология
Винты противоположного вращения	6 - 20	Только специальные типы судов	Длинные (>15 лет)	Высокий	Традиционная технология
Колесо Грима	10	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Короткий (<3 лет)	Медленные	Традиционная технология
Колба руля	2 - 5	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Средний (4-15 лет)	Низкий	Традиционная технология
Плавник судна	2 - 5	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Короткий (<3 лет)	Низкий	Традиционная технология
Витый руль	2 - 4	Все типы судов, кроме паромов и круизных лайнеров	Средний (4-15 лет)	Низкий	Традиционная технология
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДНА					
Рекуперация отработанного тепла	6-20	Только новые суда	Средний (4-15 лет)	Средний	Традиционная технология

Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Анализ показал, что для достижения высокого уровня эффективности доступны традиционные технологии. Можно сэкономить достаточное количество топлива с помощью всего нескольких усовершенствований, требующих первоначальных инвестиций, которые могут быть возвращены в течение 15 лет. Высокие инвестиции, такие как системы воздушной смазки корпуса и энергия ветра (установка парусов на судно), приносят наибольшую экономию (13 - 20%). Средние инвестиции занимают промежуточное положение (5-10%), а низкие инвестиции приносят лишь относительно небольшое повышение энергоэффективности (<5%). Когда у судовладельца слишком мало возможностей разделить инвестиции с фрахтователями, это приводит к разделению стимулов: судовладелец может вложить первоначальный капитал для внедрения энергоэффективной технологии, но не получить выгоды. Как правило, это проблема для инвестиций с высоким сроком окупаемости, например, установка парусов и гребные винты противоположного вращения.

В таблице (Таблица 5) приведен список основных барьеров по внедрению энергоэффективных технологий и возможные меры, которые могут помочь преодолеть эти барьеры. (Подробнее в [Приложении 1](#))

Таблица 5 - Краткое описание основных барьеров при использовании энергоэффективных технологий

Барьер	Меры для преодоления
Заинтересованные стороны: Судовладельцы, Инвесторы	
Технологические проблемы	Расширение сотрудничества в области проектирования и строительства судов
a. Отсутствие или ограниченные цепочки поставок технологий в некоторых государствах	Расширение взаимодействия между промышленностью и образовательными/исследовательскими институтами
b. Отсутствие технологической базы для НИОКР в некоторых государствах	Создание платформы для обмена знаниями/опытом
Заинтересованные стороны: на государственном уровне	
Институциональные проблемы	Содействие расширению сотрудничества и коммуникации между государством, научным сообществом и бизнесом
a. Увеличение административного бремени (пересмотр и внесение изменений в действующее законодательство)	Создать платформу для обмена опытом в области регулирования
b. Ограниченный технический потенциал государственных учреждений для реализации	
c. Недостаток финансовых ресурсов для проведения дополнительных мероприятий по соблюдению и исполнению законодательства	
Заинтересованные стороны: Судовладельцы	
Коммерческий	Государственная поддержка
a. Увеличение затрат судовладельцев на освоение энергоэффективных технологий	
b. Отсутствие мотивации у судовладельцев к внедрению энергоэффективных технологий	

Источник: Лаборатория низкоуглеродной и циркулярной экономики Центра устойчивого развития Школы управления СКОЛКОВО

Энергоэффективность является одним из действенных методов по сокращению выбросов ПГ в портах. Если в 2009 г. потребление энергии заняло только седьмое место в десятке экологических приоритетов европейского портового сектора, в последние годы энергопотреблению уделяется все больше внимания. Так, за последние три года европейские порты признали потребление энергии вторым по важности экологическим приоритетом после качества воздуха²⁵.

Для успешного решения такой серьезной экологической проблемы портовые власти в Европе интенсивно работают над созданием соответствующей политики, разработкой целевых планов действий и созданием надлежащих структур и систем управления. В частности, применяются различные меры и стандарты по энергоменеджменту, например, ISO 50001, Планы управления энергопотреблением порта (PeMP). Принимаются технологические и эксплуатационные меры для повышения энергоэффективности²⁶.

Не менее важной мерой становится повышение операционной эффективности. В краткосрочной перспективе повышение эффективности эксплуатации контейнеров - например, замедление скорости судов, более широкое использование доставки "точно в срок" (JIT), оптимизация загрузки судов и маршрутов, а также применение энергоэффективных технологий – важные шаги к достижению установленных IMO целей по декарбонизации.

По данным Carbon Disclosure Project, снижение скорости судна минимизирует количество топлива, сжигаемого в пути, тем самым сокращая выбросы ПГ в расчете на рейс на 30%.²⁷

Контейнерные перевозчики, с другой стороны, считают обязательные ограничения скорости контрпродуктивными для достижения глобальных целей по декарбонизации. Подчеркивая необходимость введения дополнительных судов для поддержания графиков поставок.

Согласно отчету Американского бюро судоходства (ABS),²⁸ более широкое использование JIT-доставки - стратегии управления запасами, при которой материалы доставляются производителям именно тогда, когда они необходимы - позволит снизить скорость судов без введения обязательных ограничений скорости, что сэкономит от 10 до 11% выбросов CO₂.

Еще одной опцией являются складные контейнеры. Так, 40% контейнерных перевозок по суше везут порожние контейнеры, в море – 20%. Складной контейнер экономит до 37% затрат и выбросов CO₂²⁹. Другим вариантом может быть схема, где владелец контейнера сдает его в аренду как

в точке начальной отправки, так и в точке доставки, таким образом контейнер не будет перемещаться порожним.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Одним из важнейших показателей качества выполнения поездной работы на железных дорогах является удельный расход топлива и энергии на тягу поездов. Эти величины в значительной степени определяются потерями в оборудовании тягового подвижного состава и режимами управления движением поездов.

Вопросы создания экономичных локомотивов и электропоездов решаются на стадиях разработки нового и модернизации эксплуатирующегося подвижного состава. При этом, однако, остаются вопросы выбора рациональных режимов управления движением поездов с учётом их масс и длин, плана и профиля пути, условий пропуска поездопотока, тяговых и тормозных характеристик локомотивов, данных о сопротивлении движению вагонов и, что особенно важно, заданного времени хода на перегоне, участке или направлении железной дороги.

К ресурсосберегающим технологиям на тяговом подвижном составе также относится применение рекуперативного и реостатного торможения, систем ослабления поля, которые позволяют экономить электроэнергию и тормозные колодки подвижного состава. В данном случае кинетическая и потенциальная энергия, запасённые в поезде, преобразуются в электрическую и передаются в контактную сеть. Этот процесс называется рекуперацией электрической энергии. Рекуперация используется для электрического торможения поезда. На части электровозов электрическая энергия, вырабатываемая в генераторном режиме, поглощается в резисторах, превращаясь в тепловую. Данный способ электрического торможения называют реостатным. Для осуществления рекуперации на электровозах постоянного тока устанавливают специальные мотор-генераторы для возбуждения тяговых двигателей, без которых они не могут устойчиво работать как генераторы³⁰.

Одним из направлений, которое обеспечивает положительную динамику энергосбережения, является использование интеллектуальных систем управления и контроля для железнодорожного транспорта. Система автоведения поездов «Автомашинист» (рассматривается подробнее в разделе по цифровым технологиям) внедряется на электропоездах, пассажирских и грузовых электровозах постоянного и переменного тока. Сложный аппаратно-программный комплекс обеспечивает автоматизированное

энергооптимальное управление режимами движения поезда (тяга, переход на выбег, торможение и т.д.). Высокая точность выполнения графика движения, выбор рациональных (с позиции экономии электроэнергии и выполнения требований безопасности движения) режимов ведения поезда позволяют эффективно использовать энергию на тягу поездов.

В процессе эксплуатации вагонов и специального подвижного состава основная часть энергозатрат приходится на преодоление сопротивления движению. Поэтому в дальнейшем подробно рассматриваются основные компоненты сопротивления движению одиночного вагона, зависящего от его устройства, и на этом основании намечаются общие пути повышения энергоэффективности не тягового подвижного состава. Основное сопротивление движению обычно разделяют на несколько групп.

Сопротивление от трения в буксах. При вращении колёс в подшипниках возникают силы трения, которые зависят от типа подшипников, количества и качества смазки, температуры воздуха, скорости движения вагона. В современных буксах применяются роликовые цилиндрические или конические подшипники, которые обеспечивают существенное уменьшение сопротивления в сравнении с подшипниками скольжения.

Сопротивление от качения колёс по рельсам. Величина сопротивления от качения колёс по рельсам зависит от типа и нагрузки подвижного состава, типа рельсов, шпал и количества их на 1 км пути, а также от рода и состояния балласта. Чем лучше качество и техническое состояние рельсового пути, тем меньше сопротивление качения колёс по рельсам.

Сопротивление от проскальзывания в зоне контакта с рельсом. При качении колеса помимо трения качения происходит упругое скольжение колеса по рельсу. Безразмерный коэффициент упругого скольжения одного тела по-другому, или крип, определяется как отклонение от условий чистого качения. Различают продольный, поперечный и поворотный крип. Силы крипа являются неконсервативными и вызывают влияние железнодорожных экипажей. При этом сила тяги локомотива расходуется на извилистое движение тележек и вагонов. Скольжение увеличивается при перекосе колёсных пар, разном диаметре колёс и увеличении конусности поверхности катания. Это сопротивление при низких скоростях движения играет основную роль.

Потери энергии при ударах и колебаниях. При движении поезда по рельсам возникают удары на стыках вследствие неровностей пути, наличия выбоин на колёсах и др. Удары

вызывают уменьшение кинетической энергии вагона вследствие того, что часть этой силы затрачивается на механическую работу удара. При движении по неровностям рельсового пути возникают колебания вагонов. Для ограничения этих колебаний в вагонах устанавливаются специальные гасители колебаний. В них энергия колебаний превращается в тепловую энергию и рассеивается в окружающую среду. Сопротивление от ударов и колебаний зависит главным образом от скорости движения и состояния пути. Это сопротивление может быть уменьшено путем увеличения длины рельсов, уменьшения зазоров в стыках, содержания в хорошем состоянии пути и поверхности катания колёс.

Сопротивление в кривых. При движении по криволинейному участку проявляется особое сопротивление, являющееся следствием поперечного скольжения колёс по рельсам, трения гребней о рельсы, трения роликов о торцы бортов подшипников, увеличения продольного скольжения колёс из-за неравенства кругов катания колёс одной и той же оси. Кроме того, при входе в кривую и выходе из неё происходит поворачивание тележек и трение шкворней, пятников и скользунов. Уменьшение сил трения, препятствующих повороту тележек, снижает силы сопротивления. Но силы трения, препятствующие повороту тележек, необходимы для гашения колебаний виляния тележек на прямых участках пути. Основным направлением снижения энергозатрат при движении в кривых стало применение так называемых радиальных тележек, оборудованных устройствами, устанавливающими колёсные пары по радиусу кривой.

Сопротивление воздушной среды. имеет две основные компоненты: пропорциональную скоростному напору воздуха, т.е. величине скорости в квадрате, и пропорциональную трению поверхностей поезда о воздух, т.е. значению скорости в первой степени. Первая составляющая определяется формой головной части первого вагона (локомотива), а вторая – суммарной площадью поверхности состава, гладкостью обшивки вагонов, количеством и конструктивным оформлением межвагонных соединений и переходов. Так как поезда имеют длину, во много раз превышающую величину поперечного сечения, основным для железнодорожного подвижного состава является сопротивление трения о воздух. Аэродинамическое сопротивление вагона в поезде определяется состоянием его наружной поверхности. Различного рода гофры, стойки, раскосы и другие элементы конструкций кузова на внешней поверхности увеличивают воздушное сопротивление. На аэродинамическое сопротивление поезда оказывают существенное влияние ходовые части, межтележечное

и межкузовное пространство, расположение груза на открытом подвижном составе. При малых скоростях движения величина воздушного сопротивления мала. Но для скоростного и высокоскоростного подвижного состава сопротивление воздушной среды приобретает решающее значение.

Самоустанавливающиеся тележки вагонов. Существенно снизить энергозатраты на преодоление сопротивления движению позволяет использование самоустанавливающихся тележек. Энергозатраты на перемещение вагонов снижаются при обеспечении устойчивости против виляния тележек. Эта устойчивость, прежде всего, зависит от изгибной (сопротивление угловому повороту колёсных пар) и сдвиговой жёсткости тележек (сопротивление взаимному поперечному перемещению колёсных пар). Высокая сдвиговая жёсткость обеспечивает устойчивое движение на прямых, а малая изгибная жёсткость обеспечивает прохождение на криволинейных участках без направления гребнем. Нахождение рационального сочетания этих жёсткостей обеспечивает снижение энергозатрат на перемещение вагонов как на прямолинейных, так и на криволинейных участках. Хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации связи между колёсными парами и боковыми рамами. Широкое распространение таких конструкций сдерживается высокой первоначальной стоимостью.

Также в перспективных тепловозах предусматривается снижение удельного расхода топлива на 8-10 % за счёт совершенствования конструкции дизелей; применения электрической передачи переменного тока, обеспечивающей поосное регулирование силы тяги; понижения расхода мощности на вспомогательные нужды. На тепловозах применяются высокоэкономичные силовые установки, унифицированные для пассажирских и грузовых тепловозов, в том числе допускающие работу на альтернативных видах топлива (природном газе и др.), вследствие чего снижаются выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Конструкция силовых установок предусматривает применение регулируемого наддува, топливной аппаратуры повышенного давления, электронной системы регулирования частоты вращения коленчатого вала и мощности двигателя, электронного регулирования параметров подачи топлива для оптимизации рабочего процесса во всех эксплуатационных режимах работы двигателя, использование неохлаждаемых выпускных коллекторов, осушаемых секций радиатора.

Основные операционные методы снижения углеродного следа железнодорожного транспорта:

- Энергоэффективное управление скоростью движения. Снижение и выравнивание скорости движения обеспечивает снижение сопротивления воздуха. Сопротивление увеличивается тем быстрее, чем быстрее движется поезд. Более низкие скорости означают меньшее потребление энергии, что снижает потребление энергии и выбросы. Кроме того, при увеличении скорости движения, расход топлива возрастает быстрее, чем скорость. При сохранении одной средней скорости движения расход электроэнергии или топлива может быть уменьшен (если фактическая скорость близка к средней). Управление скоростью движения при прохождении подъемов и спусков, радиуса и длины кривой, режима ведения поезда и использования рекуперативного торможения.
- Корректировка степени загрузки составов и вагонов. Перевозка грузов в неполновесных составах и не полностью загруженных вагонах способствует увеличению удельного сопротивления движению.
- Уменьшение количества остановок на пути следования за счет – каждый раз, когда поезд должен снова тронуться с места, расходуется больше энергии.
- Управление техническим состоянием подвижного состава – напрямую влияет на расход топлива.

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

Электрификация является одним из важных методов декарбонизации экономики. Как правило, для электрификации требуются высокие капитальные инвестиции (в подстанции, трансформаторы, контактная линия и т.д.), а также увеличиваются эксплуатационные расходы.

Корабли и лодки обычно доступны в дизельно-электрических, гибридных и полностью электрических вариантах привода. Дизель-электрические суда состоят из дизель-генераторов для производства электроэнергии, суда с гибридным приводом состоят из бортовых батарей, которые работают с двигателем внутреннего сгорания, а корабли с полностью электрическим приводом состоят только из батарей в качестве основного источника энергии.

На текущий момент использование полностью электрических судов ограничено. Полностью электрическими двигателями оснащаются паромы и суда, работающие на коротких дистанциях. Тем не менее, в 2021 г. был сконструирован первый в мире полностью электрический и автономный контейнеровоз с нулевым уровнем выбросов Yara Birkeland³¹.

Отметим, что масштабной установке электродвигателей на крупные суда, пока препятствует размер батарей или их стоимость.

Для железнодорожного транспорта можно выделить решения с батареями (накопителями, гибридные поезда) и электрические локомотивы, питающиеся от контактной сети. Гибриды, в свою очередь делятся на локомотивы, вагоны или поезда, использующий бортовую аккумуляторную систему накопления энергии, размещенную между двигателями и системой передачи тяги, соединенной с колесами, совмещенную с дизельным модулем или питанием от контактной сети.

Компания Alstom и французский оператор пассажирских перевозок SNCF Voyageurs представили в 2022 году гибридный поезд, предназначенный для регионов Окситания, Гранд-Эст, Новая Аквитания и Центр-Долина Луары на базе линейки Coradia Polyvalent. Четырехвагонные гибридные пассажирские поезда длиной 72 м с 218 местами могут проезжать до 600 км по участкам, не оборудованным контактной сетью. Первые несколько месяцев испытаний поезда продемонстрировали возможность снижения энергопотребления поезда на 20% за счет рекуперативного торможения. Коммерческое обслуживание планируется во втором квартале 2023 года³².

Федеральные железные дороги Австрии (ÖBB) и компания Siemens в 2018 г. в Вене представили опытный образец гибридного электропоезда Desiro ML семейства Cityjet eco. Он может использоваться как на участках, электрифицированных, так и на неэлектрифицированных участках. Трехвагонный поезд оборудован моторными головным и хвостовыми вагонами, т. е. обмоторены 8 осей поезда из 12. Siemens планирует передать поезда ÖBB с конца 2022 г. по середину 2023 г.³³

Перевод дизельных локомотивов на электрические, соединенные с контактной сетью – еще один из вариантов мер по электрификации ж/д транспорта. Доступ к электроэнергии без необходимости хранения обеспечивает меньший вес по сравнению с поездами на дизельном топливе или с цистерной водорода. Стоит отметить, что успех электрификации тягового состава во многом зависит от предсказуемости цен на электроэнергию. Так, в 2021 году Британская железнодорожная компания была вынуждена принять меры по переходу на дизельные локомотивы из-за роста цен на электроэнергию (в три раза)³⁴.

По данным Network Rail³⁵, перевод с дизельных на электрические локомотивы позволяет сократить выбросы CO₂ на 19-33%.

Электрификация доков и портовых транспортных средств

Перевод на электроэнергию транспортных средств, погрузочно-разгрузочной техники и другие технологических элементов порта может стать важным элементом стратегии декарбонизации отрасли. По данным DNV, из-за своего статуса крупных логистических центров на порты сильно влияет электрификация других секторов, таких как промышленность и наземный транспорт.

Барселонский порт инвестирует до €110 млн. в проект Nexigen по декарбонизации портов и улучшению качества воздуха. €90 млн. из этих средств будут направлены на системы энергоснабжения на суше и позволят запитывать суда во время стоянки сертифицированной возобновляемой электроэнергией. Таким образом, порт снизит выбросы NOx и CO₂ на 38%. Еще 20 млн. потребуются для развертывания сети по всему портовому участку и электрификация доков, которая станет ключевым действием в плане по достижению климатической нейтральности порта к 2050 году³⁶.

Еще одно важное направление – электрификация погрузчиков, кранов, ричстакеров и другой техники, используемой в портовой и складской инфраструктуре. Так, терминалы Гамбургского портового управления (ГПУ) также приняли меры по достижению своих собственных целевых показателей по снижению выбросов за счет электрификации контейнерных кранов, грузовые прицепов и полуприцепов³⁷.

ПЕРЕХОД НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Переход на возобновляемые источники энергии – один из наиболее часто используемых методов декарбонизации компаний. Таким образом, предприятия отрасли могут обеспечить снижение выбросов ПГ сфер охвата 1 и 2. Компании отрасли могут обеспечивать такие решения за счет подписания прямых договоров поставки с производителями энергии, покупать «чистую энергию» по специализированным тарифам или пользоваться сертификатами (например, I-REC), или переводить на ВИЭ свои электростанции.

Более 50%³⁸ (до 58%) всех выбросов в портах приходится на пришвартованные суда, маневрирование и погрузо-разгрузочные работы. Поэтому обеспечение порта энергией из возобновляемых источников – один из возможных способов снижения углеродного следа.

Так, использование офшорной ветроэнергетики для поставок портовой сети может оказать серьезное влияние на уровень выбросов энергетической системы портов. Особенно в тех регионах, где присутствуют сильные и стабильные ветра, например, в Северном море³⁹. Портовая инфраструктура расположена в непосредственной близости к морю, и, в случае наличия офшорного ветропарка рядом, может использовать свое расположение для получения поставок чистой ветровой энергии⁴⁰.

Гамбургское портовое управление (ГПУ) поставило цели⁴¹ по снижению на 50% объема выбросов в Сферы охвата 1 по сравнению с уровнями 2012 года к 2025 году, и достижению углеродной нейтральности к 2050 году. Терминалы используют зеленую электроэнергию, частично солнечную и ветровую, а также заменили существующее освещение светодиодами.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА

Одним из важных методов декарбонизации железнодорожной и морской логистики является переход на альтернативные виды топлив.

Многие альтернативные виды топлива требуют много энергии для ее производства, будут дорогими и имеют высокие выбросы ПГ в течение жизненного цикла. На их стоимость и будущий спрос также могут существенно повлиять будущие нормы по выбросам ПГ и охране окружающей среды. Такие энергоемкие виды топлива потребуют доступа к недорогим ВИЭ, чтобы быть конкурентоспособными.

То, что, называют углеродно-нейтральным топливом, должно производиться за счет ВИЭ или из ископаемых источников с использованием CCS (улавливание и хранение углерода). Судходство также должно тщательно учитывать общее воздействие на протяжении всего жизненного цикла и влияние на климат будущих видов топлива, которые должны быть углеродно-нейтральными. Текущие правила ИМО касаются только бортовых выбросов CO₂ от бака к гребному винту. Тем не менее, ИМО работает над рекомендациями по определению коэффициентов выбросов CO₂ и ПГ в течение жизненного цикла для всех видов топлива, включая биотопливо.

Большинство видов топлива имеют очень низкие выбросы CO₂ в течение всего жизненного цикла и могут иметь потенциал стать топливом с нулевыми выбросами CO₂, хотя в некоторых случаях биотопливо, в зависимости от используемого

биосырья, имеет такие же углеродные показатели, как и ископаемое топливо.

СПГ

По данным DNV GL, при использовании СПГ выделяется меньше ПГ, чем при сжигании нефтеоснованного топлива. Однако при утечке несгоревший метан, являющийся основной составляющей СПГ, создает выбросы с 20 раз более мощным парниковым эффектом, чем углекислый газ. Морской транспорт на СПГ-топливе хоть и вписывается в экологические правила, все же имеет ряд недостатков, как правило, связанных с проблемой экономической целесообразности его применения⁴²:

- цена на СПГ имеет высокую волатильность, поэтому трудно прогнозировать, насколько выгодным (или не выгодным) такое судно окажется эксплуатации через месяц, год или 5 лет по сравнению с его аналогом на традиционном топливе;
- капитальные затраты для СПГ-судов выше, чем для судов на обычном топливе;
- суда на СПГ нуждаются в большом пространстве для криогенных емкостей. В сравнении с нефтяным топливом равное по энергетическому содержанию количество СПГ требует примерно в 1,9 раза большего объема, а если емкость хранения расположена внутри корпуса, то в 4 раза;
- Есть вероятность утечки с испарением метана в атмосферу во время бункеровки судов, что лишает смысла всю экологичность СПГ-топлива.

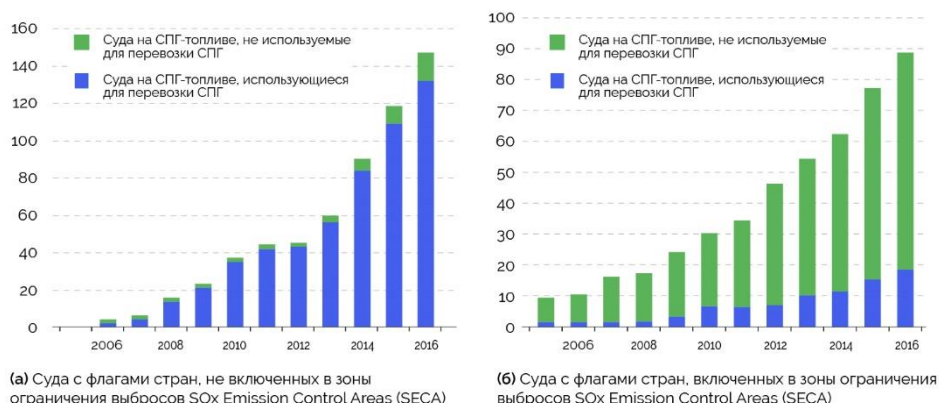
При этом, стоит отметить, что у использования СПГ в качестве топлива есть ряд преимуществ:

- соответствие экологическим стандартам;
- низкая себестоимость топлива;
- степень амортизации СПГ двигателей значительно ниже, чем у традиционных двигателей;
- возможность реализации больших объемов данного топлива.

В ближайшие годы СПГ может стать доминирующим видом топлива, особенно для больших океанских судов. Преимущество будет заключаться в значительном сокращении выбросов ПГ по сравнению с традиционным судовым топливом. Успешное внедрение альтернативных видов топлива зависит от разработки эффективных правил безопасности и способности внедрить культуру их выполнения, при которой все заинтересованные стороны

берут на себя ответственность за решение новых проблем, связанных с новыми видами топлива⁴³.

Рисунок 9 Количество судов на СПГ по типу судов, шт



В локомотивах СПГ используется в сочетании со специально разработанными двигателями, производится гораздо меньше выбросов в атмосферу, чем при использовании дизельного топлива. СПГ является условно «чистым» топливом, а также требует больших капитальных затрат на строительство инфраструктуры и модернизации локомотивов⁴⁴.

БИОТОПЛИВО

Некоторые из наиболее перспективных возобновляемых видов топлива, доступных в настоящее время, — это биотопливо, такое как биодизель, биометан, биометанол и гидрогенизированное растительное масло. Их получают из биологических отходов, производимых в других отраслях, таких как сельское хозяйство, лесное хозяйство или из специально предназначенных для производства биотоплива культур. Аналитики говорят, что в зависимости от типа используемого биотоплива они могут добиться сокращения выбросов CO₂ на 80-90%⁴⁵. Но спустя годы после того, как биотопливо было впервые предложено в качестве варианта для судоходной отрасли, его использование остается ограниченным. Основной проблемой остается стоимость биотоплива, практически полное отсутствие соответствующей бункеровочной инфраструктуры, отсутствие инфраструктуры снабжения, высокая стоимость модернизации двигателей под данный вид топлива⁴⁶.

Биотоплива используются в смеси с дизельным топливом на железных дорогах уже давно. Например, в Индии первый успешный пробный запуск пассажирского поезда на биотопливе был проведен 31 декабря 2002 г., когда экспресс Дели-Амритсар Шатабди использовал пятипроцентное биодизельное топливо⁴⁷.

АММИАК

Аммиак является топливом, не содержащим углерода и серы. Зеленый аммиак полностью производится из возобновляемой электроэнергии, воды и воздуха. В отличие от устойчивого углеродного топлива, запасы зеленого аммиака не ограничены. Аммиак может сгорать в двигателе внутреннего сгорания без выбросов SO_x, CO₂ или твердых частиц. Установка каталитической (SCR) технологии устраняет выбросы N₂O/NO_x до очень низкого уровня. Аммиак метаболизируется в окружающей среде и не накапливается.

Основная проблема использования – высокая стоимость. С другими видами топлива аммиаку конкурировать пока сложно. Даже с учетом дополнительных налогов и штрафов за выбросы углекислого газа мазут более конкурентоспособен⁴⁸.

Запуск судов на аммиаке ожидается к 2024 г. Так, в рамках совместного проекта разработки AEngine (JDP) компании MAN Energy Solutions, Eltronic FuelTech, Датский технический университет и DNV работают над созданием первых двухтопливных двигателей внутреннего сгорания, работающих на аммиаке. Проект AEngine финансируется Инновационным фондом Дании. Ожидается, что двухтактная модель MAN поступит на рынок в 2024 г.⁴⁹

В феврале 2022 г. первый танкер типоразмера Suezmax с возможностью перехода на аммиачное топливо, построенный китайской компанией New Times Shipbuilding, сдан заказчику Avin International. На сегодняшний день это первое судно, отвечающее требованиям класса ABS Ammonia Ready Level⁵⁰.

Уже разрабатывается нефтяной танкер класса Aframax с аммиачным двигателем. Судно строится в рамках многонационального проекта, возглавляемого Samsung Heavy Industries. Оно уже получило базовую сертификацию от Lloyd's Register, морского классификационного общества (Лондон). Дедвейт танкера Aframax составляет от 80 000 до 120 000 т⁵¹. Samsung Heavy Industries планирует коммерциализировать технологию к 2025 г.

Аналогичной разработкой занимается Hyundai Mipo Dockyard. Судостроитель работает над проектом создания силовой установки на основе аммиака вместе с Lloyd's Register и немецким производителем двигателей MAN Energy Solutions с октября 2021 г. В рамках проекта Hyundai Mipo Dockyard отвечает за базовую конструкцию, а MAN Energy Solutions — за разработку и технические характеристики двухтопливного аммиачного двигателя. Коммерциализация судна также планируется на 2025 г.⁵²

МЕТАНОЛ

Метанол может храниться во встроенных топливных баках для жидкого топлива, если в него внесены модификации, обеспечивающие его свойства с низкой температурой воспламенения. Двухтактные двигатели на метаноле коммерчески доступны. Четырехтактные двигатели находятся в стадии разработки. Метанол вызывает интерес как альтернативное низкоуглеродное топливо, поскольку его также можно производить из возобновляемого сырья, такого как муниципальные и промышленные отходы, биоэнергия, а также из CO₂ и водорода.

В ноябре 2020 г., ИМО одобрила рекомендации по использованию метанола в качестве безопасного судового топлива⁵³. Метанол имеет ту же характеристику низкой температуры вспышки, что и СПГ, но, в отличие от СПГ, (который требует охлаждения и высокого давления) его можно хранить в обычном резервуаре с небольшими модификациями. Судходная отрасль имеет достаточный опыт работы с метанолом, и стоимость переоборудования существующих двигателей для работы на метаноле также значительно ниже, чем у других альтернативных видов топлива⁵⁴.

Метанол, в отличие от водорода и аммиака, уже начинает распространяться в судходстве. В 2016 г. Waterfront Shipping Ltd., Mitsui OSK Lines, Ltd., Marinvest/Skagerack Invest и Westfal-Larsen Management запустили первые в мире 7 новых инновационных, зеленых судов. Эти 7 судов дедевейтом 50 000 тонн построены с первыми в своем роде двухтактными двухтопливными двигателями MAN B&W ME-LGI, которые могут работать на метаноле, мазуте, судовом дизельном топливе или газойле⁵⁵.

В 2018 г. Waterfront Shipping Ltd, Marinvest/Skagerack Invest, IINO Kaiun Kaisha, Ltd., Mitsui & Co., Ltd. и NYK Group объявили о своих инвестициях в еще 4 двухтопливных судна, оснащенных новым двухтопливным двигателем MAN второго поколения. Эти суда были поставлены в 2019 г. и могут соответствовать стандартам Tier III NO_x без дополнительной обработки⁵⁶.

АТОМ

Применение атомной энергии на судах дает такие преимущества, как автономность, мощность, компактность и экологичность.

Для нужд коммерческого флота наиболее подходящими технологиями являются малые ядерные реакторы и реакторы на расплавах солей.

Малые модульные реакторы (SMR) представляют собой, как правило, водо-водяные ядерные реакторы малого масштаба от ~5 МВт до 450 МВт, и являются предметом исследований и разработок. МАГАТЭ относит 6 из 70 конструкций SMR на разных уровнях готовности специализированными для применения на море.

Другой тип - реактор на расплавах солей, подходит для тяжелого транспорта и промышленности. Ожидается, что коммерчески доступные реакторы этого типа станут доступны в конце 2020-х годов⁵⁷. Реактор работает под нормальным давлением, и более прост в дозаправке. Согласно аналитике DNV⁵⁸, в перспективе ядерная энергия может стать важной низкоуглеродной альтернативой для крупнотоннажных судов.

Главным ограничением широкого распространения атомных судов остается отсутствие общепризнанного международного законодательства по их проектированию, постройке и эксплуатации⁵⁹. Общественное давление и опасения относительно безопасности привели к запретам входа в многие иностранные порты судов на ядерном топливе. Так, Администрация Суэцкого канала только в редких случаях разрешала такому судну пройти через канал в рамках межправительственных переговоров⁶⁰. Также стоит отметить высокие капитальные затраты при строительстве атомных судов⁶¹.

ВОДОРОД И ВОДОРОДНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Низкоуглеродный водород может сыграть решающую роль в движении экономики к декарбонизации.

Водород в ж/д и морской логистике может использоваться либо в качестве топлива для ДВС, либо на топливных элементах (ТЭ, ВТЭ). Сегодня особый интерес представляет применение водородных ТЭ как технологии, которая имеет более высокую энергоэффективность, проще в эксплуатации и не приводит к выбросам загрязняющих веществ. Однако на нынешнем этапе они достаточно дорогостоящие, а также нуждаются в эффективном охлаждении, чтобы предотвратить их саморазрушение. С точки зрения выбросов при обеспечении ДВС водородным топливом в выхлопных газах образуются оксиды азота (при сгорании смеси воздуха и водорода), а также продукты сгорания моторного масла, необходимого для смазки двигателя. Водород используется в ДВС с малым объемом и мощностью, что в настоящее время не позволяет использовать его для железнодорожного транспорта. Препятствием для использования грузовыми судами водорода является вопрос его хранения – в сниженном виде он занимает в 4 раза больше места, чем судовое топливо.

Топливные элементы в сочетании с альтернативными видами топлива, такими как водород и аммиак, могут эффективно снижать выбросы, при этом энергоэффективность может быть выше, чем у обычных двигателей внутреннего сгорания. Топливные элементы имеют и другие потенциальные преимущества, такие как сокращение объема технического обслуживания, модульная и гибкая конструкция, а также повышенная эффективность работы при частичной нагрузке. Однако топливные элементы имеют существенные недостатки, связанные со стоимостью и долговечностью⁶².

Для применения на крупных кораблях, которые могут быть легче приспособлены к решениям по рекуперации отходящего тепла, могут быть применены высокотемпературные системы топливных элементов, такие как топливный элемент с расплавленным карбонатом (MCFC) и топливный элемент с твердым оксидом (SOFC). Для больших океанских кораблей значительная часть потребляемой ими энергии связана с движением корабля с постоянной скоростью на большие расстояния. Комбинация высокотемпературных топливных элементов с гибкой подачей топлива (или другими гибридными конфигурациями) и решениями по рекуперации отходящего тепла снизит тепловую нагрузку на топливный элемент и повысит энергоэффективность системы⁶³.

Пока не идет речи о запуске водородных контейнеровозов или танкеров. Однако есть новости об их разработке, так, например, Южнокорейская судостроительная компания Samsung Heavy Industries и американский производитель твердооксидных топливных элементов Bloom Energy подписали соглашение о совместной разработке судов на топливных элементах⁶⁴.

В 2022 г. совместный проект компаний Samskip и Ocean Infinity по строительству к 2025 г. двух контейнеровозов на ВТЭ (мощностью 3,2 МВт) SeaShuttle, оборудованных функцией дистанционного управления судовым и погрузо-разгрузочном оборудовании и системой автоведения, получил финансирование в размере \$15,8 млн от норвежского государственного предприятия ENOVA. На два судна вместимостью 500 TEU помимо основной силовой установки планируют разместить резервную дизель-электрическую установку. В 2022 г. французский проект Energy Observer 2 представил концепт многоцелевого грузового судна на жидком водороде (мощность ТЭ 2,5 МВт), при этом оно будет оснащено парусами-крыльями Oceanwings и солнечными батареями (дедвейт - 5000 т, 240 TEU). Классификационное сообщество RINA одобрила проект водородного танкера MR на высокопроизводительных ВТЭ, разработанный шведским FKAB Marine Design. Согласно проекту, водород, вырабатываемый в газовом риформере Helbio (в результате

взаимодействия СПГ и пара), используется для питания как главного двигателя, так и ТЭ в энергетической системе от АВВ. Выделяющийся при риформинге CO₂ улавливается непосредственно в процессе риформинга и хранится в сжиженном виде на борту. Сжижается CO₂ под воздействием криогенного пара СПГ и может использоваться в качестве инертного газа для танкера. При этом не требуется никакой дополнительной бункеровки, помимо обычного СПГ.

В железнодорожном транспорте преимущественно используется решение на основе топливных элементов. В большинстве ж/д приводов они используются вместе с батареями, которые помогают сглаживать нагрузку на элементы⁶⁵. В 2015 г. французская компания Alstom и канадский производитель водородных генераторов и топливных элементов Hydrogenics создали партнерство для разработки пассажирского водородного поезда⁶⁶. В 2018 г. завершились успешные испытания, и два поезда Coradia iLint начали движение в Германии. С тех пор все больше стран начали их тестировать и внедрять. В 2020 г. проведены испытания в Нидерландах, в Австрии одобрили их эксплуатацию. А также Alstom подписала пятилетнее соглашение с крупнейшей европейской газотранспортной группой Snam о разработке водородных линий в Италии. В 2021 г. поезд был представлен в Швеции, Франции (опытная эксплуатация начнется в 2022 г.), Польше. В целом, на сегодня Alstom поставила 41 такой поезд в Германию, заказы на 6 и 12 поездов сделали итальянская Ferrovie Nord Milano и французская SNCF Voyageurs.^{67. 68. 69.}

В 2020 г. в Великобритании запущен первый в стране гибридный поезд HydroFLEX, произведенный Porterbrook, с использованием водородного топлива и аккумуляторных батарей, к 2023 г. в Министерстве транспорта Великобритании намерены перевести на водород все действующие пассажирские поезда⁷⁰. В 2022 г. начались испытания первого японского водородного поезда Hybari, разработанного East Japan Railway совместно с Toyota Motor и японским конгломератом Hitachi⁷¹.

В 2021 году Правительство Кореи выделило финансирование (13 млн. долл. США) Корейскому железнодорожному научно-исследовательскому институту (KRRRI) на разработку первого в мире локомотива на основе сжиженного водорода, испытания которого планируется провести в конце 2022 г.⁷². В Китае в 2021 г. CRRC Datong выпустила первый гибридный локомотив, работающий на водородном топливе и литиевых батареях большой мощности⁷³.

Согласно отчету МЭА «The Future of Hydrogen»⁷⁴, порты и прибрежные промышленные центры (где сосредоточена

большая часть нефтеперерабатывающего и химического производства, в котором в настоящее время используется водород) рассматриваются как наиболее перспективные места для поддержки краткосрочного расширения производства и использования низкоуглеродного водорода. Переход отраслей этих кластеров с ископаемого топлива на низкоуглеродный водород повысит спрос на водородное топливо со стороны судов и грузовиков, обслуживающих порты, а также близлежащих промышленных объектов, что приведет к снижению затрат.

Созданная в 2021 г. в рамках усилий по реализации водородной инициативы H2I, Водородная коалиция SEM Global Ports⁷⁵ направлена на укрепление сотрудничества между правительственными политиками и представителями портов в целях расширения использования низкоуглеродного водорода. Чтобы расширить диалог о водородном потенциале для портовых операций, Коалиция собирает многочисленные порты и заинтересованные стороны, в том числе Международная ассоциация портов и гаваней (International Association of Ports and Harbours - IAPH) и Всемирная программа действий по климату в портах (World Ports Climate Action Program - WPCAP) и Hydrogen Council.

Также, согласно МЭА, использование водорода в логистике может сочетаться с его применением для вилочных погрузчиков, грузовиков и другого оборудования на складах и в логистических центрах для снижения затрат и повышения гибкости.

Так, в Японии водород начали использовать на крупных объектах железнодорожной инфраструктуры. Компания Toshiba оборудовала на станции в Кавасаки автономную водородную энергетическую систему H2One⁷⁶, которая для выработки энергии применяет водород, вырабатываемый путем электролиза с использованием ВИЭ. Система предназначена как для регулярных операций ж/д станции, так и в качестве резервного источника в чрезвычайных ситуациях.

Будущее внедрение технологий топливных элементов трудно спрогнозировать из-за высокой рыночной неопределенности, а также неуверенности в ожидаемом снижении инвестиционных затрат на установку систем топливных элементов на борту судов. Наиболее многообещающим применением в краткосрочной перспективе является каботажное судоходство. С учетом того, что данные суда ходят на небольшие расстояния, то электрические или гибридно-электрические силовые установки (включая дизельные/газоэлектрические) более эффективны, чем традиционные механические приводы. Использование сжатого или сжиженного водорода в топливных элементах —

реальный вариант для сегмента каботажного судоходства в среднесрочной перспективе. Масштабная коммерциализация сдерживается значительными препятствиями и не ожидается раньше 2030 г.

Стоит отметить, что барьеры для внедрения водородной технологии достаточно значительны:

- отсутствие требований безопасности;
- низкая зрелость технологии;
- требуется место для хранения на борту судна;
- высокие инвестиционные затраты⁷⁷;
- недостаточная изученность климатических последствий от утечек водорода⁷⁸.

УЛАВЛИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ УГЛЕРОДА (CCS)

Выбросы углекислого газа также можно уменьшить, применяя улавливание и хранение углерода на борту (CCS). Хотя CCS в первую очередь разрабатывается для крупных стационарных точек выбросов, таких как фабрики, нефтеперерабатывающие заводы или электростанции, также рассматривается возможность использования технологии для улавливания и временного хранения углерода на борту крупных океанских судов. Бортовой CCS является потенциальным вариантом декарбонизации крупнотоннажного флота. Тем не менее, пока еще не было проведено какой-либо крупномасштабной демонстрации или внедрения бортовых систем CCS на торговых судах.

В настоящее время возрождается интерес к морским CCS. Однако внедрению этих систем препятствует их сложность, требования к пространству на судне, стоимость и отсутствие применимых законодательных правил. Отрасли нужны финансовые стимулы для субсидирования части затрат на технологию CCS. Дополнительным ключевым препятствием для этой технологии является то, что должна быть создана инфраструктура для всей цепочки создания стоимости CO₂. Другими словами, должны быть готовые решения для обработки улавливаемого CO₂ в соответствующих местах⁷⁹.

Одной из возможностей для декарбонизации портов является использование их инфраструктуры для улавливания, хранения и последующего использования углерода. Одним из примеров является порт Антверпена, который в настоящее время реализует проект по улавливанию половины выбросов CO₂ порта (18,65 млн тонн выбросов ПГ в 2017 г.) к 2030 году⁸⁰. В долгосрочной перспективе цель состоит в том, чтобы использовать этот углерод в качестве сырья для различных промышленных процессов или для экспорта в другие страны.

ПЕРСПЕКТИВЫ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ СУДОХОДСТВА И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ПЕРСПЕКТИВЫ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА ДЛЯ СУДОХОДСТВА

Использование альтернативных видов топлива в мировом флоте растет с появлением метанола, водорода и аммиака. При этом на сегодняшний день достаточно маленький процент эксплуатируемых судов работают на альтернативных видах топлива. В основном альтернативные виды топлива используют каботажные и не грузовые суда, поэтому это мало влияет на суммарные морские выбросы. Но стоит отметить, что последнее время все больше идет заказов на строительство больших океанских судов, использующих альтернативные виды топлива. За исключением электрификации каботажного сегмента альтернативные виды топлива в настоящее время по-прежнему преимущественно основаны на ископаемом топливе.

Глубоководные суда сегодня используют в основном СПГ и СУГ, которые не являются углероднейтральными. СПГ и СУГ в настоящее время являются единственными альтернативными видами топлива, которые можно масштабировать в коммерческом и глобальном масштабе для дальних морских перевозок. Таким образом, сейчас важно найти технически осуществимые и рентабельные решения для крупномасштабного внедрения водорода, аммиака и метанола в глубоководном сегменте, на долю которого приходится более 85% выбросов CO₂ мирового флота.

Аммиак, метанол являются более многообещающими углеродно-нейтральными видами топлива в долгосрочной перспективе.

Отраслевые инициативы, такие как «Коалиция по достижению нулевого уровня»⁸¹, обязуются разработать конкурентоспособные суда с нулевым уровнем выбросов к 2030 г. Клайдбанкская декларация⁸², принятая после Конференции ООН по изменению климата в 2021 г. (COP26), направлена на создание так называемых "зеленых коридоров", а Всемирный совет судоходства⁸³ рассматривает развитие топливных поставок как важнейший путь к низкоуглеродному судоходству.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОСТУПНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Декарбонизация судоходства потребует как замены ископаемого топлива, так и изменений бортовых технологий для использования альтернативных видов топлива. Ниже (Рисунок 10-11) рассмотрена технологическая готовность

низкоуглеродного топлива и его использование с точки зрения бортовых процедур bunkеровки, хранения, переработки, переработки на борту и движения.

Рисунок 10 - Определения и описания EARTO TRL

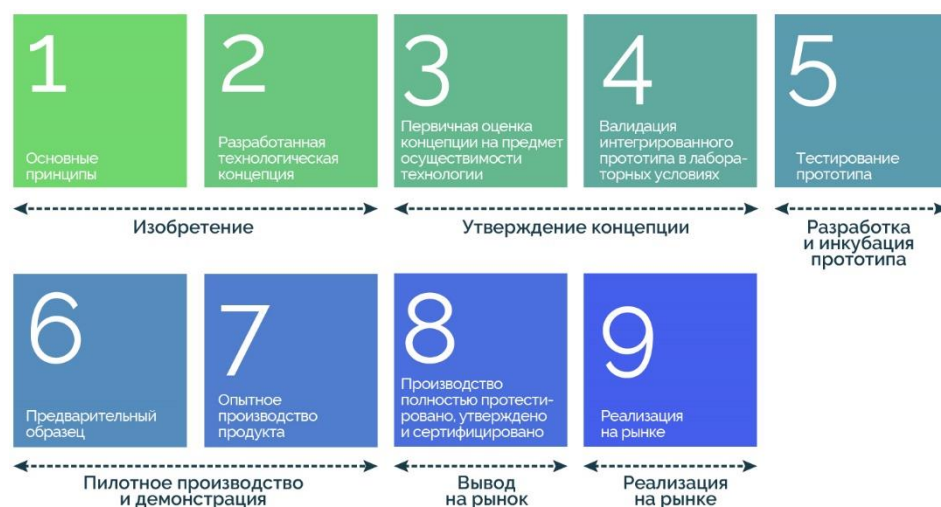


Рисунок 11 - Оценка готовности технологий использования альтернативных видов топлив для судоходства

TRL	Бункеровка			Хранение на борту				Обработка и преобразование			Движение				
	Оборудование	Процедуры	Стандарты качества топлива	Структурный резервуар	Мембранная защитная оболочка системы	Резервуар IMO типа A	Резервуар IMO типа B	Резервуар IMO типа C	Система вентиляции	Система подачи топлива	Реформер	2-тактный ДВС	4-тактный ДВС	FC	Котел
LSHFO ICE reference ship	9	9	9	9					9	9		9	9		9
Bio-diesel ICE	9	9	9	9					9	9		9	9		9
E-diesel ICE	9	9	9	9					9	9		9	9		9
Bio-metanol ICE	7	6	3	7					7	7		7	6		2
E-metanol ICE	7	6	3	7					7	7		7	6		2
Bio-metanol FC	7	6	3	7					7	7	3		6	7	2
E-metanol FC	7	6	3	7					7	7	3		6	7	2
Bio-LNG ICE	9	9	9		8		9	9	9	9		9	9		9
E-LNG ICE	9	9	9		8		9	9	9	9		9	9		9
Bio-LNG FC	9	9	9		8		9	9	9	9	4			7	
E-LNG FC	9	9	9		8		9	9	9	9	4			7	
E-ammonia ICE	7	2	2			7	7	7	3	7		3	2		2
NG-ammonia ICE	7	2	2			7	7	7	3	7		3	2		2
E-ammonia FC	7	2	2			7	7	7	3	7	2		2	7	2
NG-ammonia FC	7	2	2			7	7	7	3	7	2		2	7	2
E-hydrogen ICE	4	2	3				3	6	2	2		2	5		2
NG-hydrogen ICE	4	2	3				3	6	2	2		2	5		2
E-hydrogen FC	4	2	3				3	6	2	2			5	7	2
NG-hydrogen FC	4	2	3				3	6	2	2			5	7	2
Batteries	4	2	3				3	6	2	2			5	7	

Источник рисунка 10 и 11: Lloyd's Register

Процесс отбора и оценки не зависит от вида топлива и в итоге присваивает TRL для обозначения статуса развития технологии по шкале от «соблюдения основных принципов» до «полностью готового к эксплуатации продукта и производства». Присвоение TRL определяется по шкале Research & Innovation Policy Tool «EARTO»⁸⁴, которая предназначена для планирования управления инновациями.

С точки зрения готовности технологий, аммиак, метанол, СПГ и дизельное топливо являются более зрелыми, чем водород, и уже есть суда, использующие эти виды топлива. С точки зрения бортовых технологий, различия между использованием био-метанола, Е-метанола или газомоторного метанола минимальны; то же самое относится к СПГ (био-СПГ, ископаемый СПГ и Е-СПГ). Основным техническим барьером для новых видов топлива, таких как водород, является инфраструктура хранения и бункеровки. Сумма дополнительных затрат на новые топливные баки и модифицированные двигатели и системы подачи топлива при строительстве судна сравнительно невелика по сравнению с эталонным судном с точки зрения затрат на всем жизненном цикле судна⁸⁵.

Конструкция должна быть достаточно гибкой, чтобы сегодня работать на одном топливе, быть приспособленной для модернизации в течение жизни для работы на альтернативных видах топлива и обеспечивать устойчивость для дальнейшей адаптации, если что-то повлияет на цепочку поставок. Хотя суда и двигатели должны быть адаптируемыми, эта часть проблемы незначительна по сравнению с обеспечением готовности нужного топлива, а также необходимой вспомогательной инфраструктуры на суше. Таким образом, основная часть технологических проблем приходится на наземную инфраструктуру и энергетический сектор.

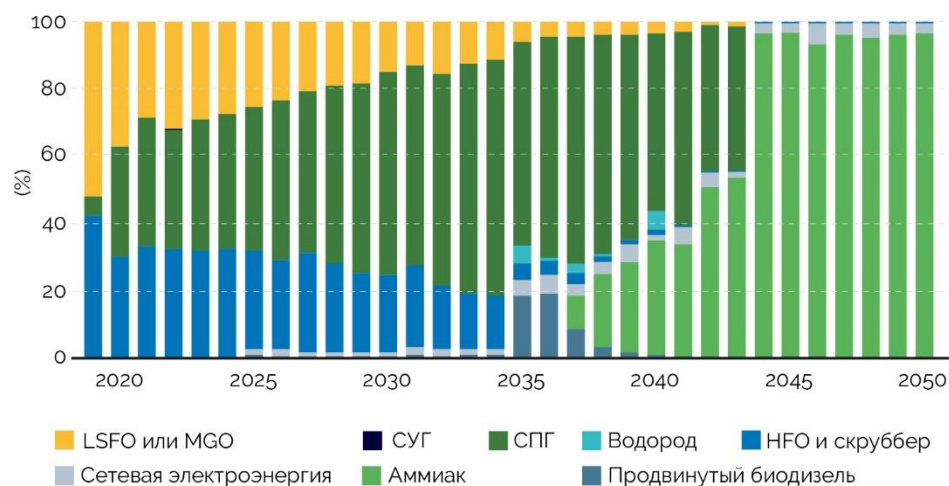
Эти неопределенности играют роль при рассмотрении готовности технологий с точки зрения гибкости, чтобы обеспечить устойчивость, если что-то повлияет на цепочку поставок.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА МИРОВОГО ФЛОТА

Прогнозируется, что общее потребление энергии в международном судоходстве вырастет примерно с 10,6 эксаджоулей (ЭДж) в 2018 г. до пикового значения в 11,6 ЭДж (около 210 Мт нефтяного эквивалента) в 2025 г. Затем оно снизится до 9,0–9,5 ЭДж в 2050 г. при этом наибольшие доли приходятся на контейнерный (23%), навалочный (16%) и танкерный (13%) сегменты.

Во всех вариантах сжиженный метан будет иметь доминирующую долю – от 40 до 80% топливного баланса в 2050 г. (Рисунок 12). Первичный источник энергии метана варьируется между ископаемыми, биомассой и другими возобновляемыми источниками энергии.

Рисунок 12 - Доля топлив среди новых судов в сценарии достижения целей ИМО (2018-2050 гг.)

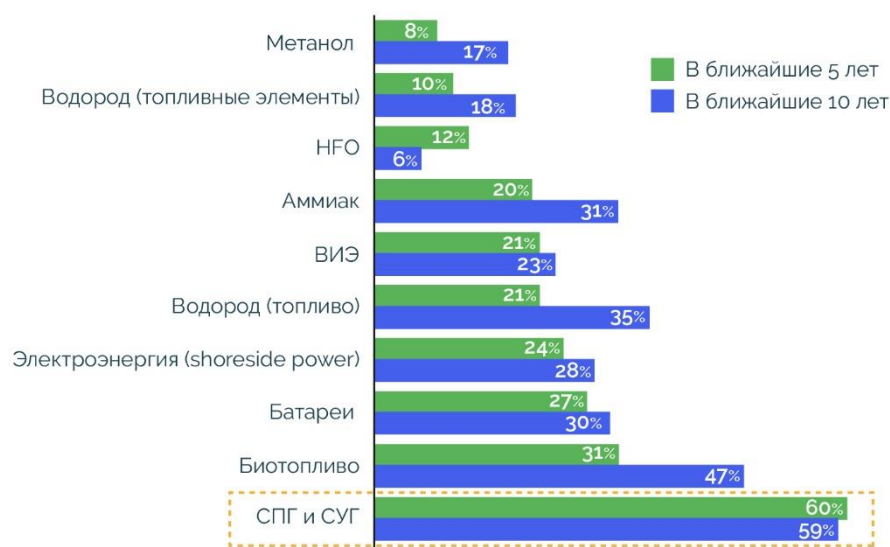


Источник: Forecasting the effects of world fleet decarbonization options / DNV, September 2019 // URL: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Forecasting-the-effects-of-world-fleet-decarbonization-options.html>

Аммиак является наиболее многообещающим топливом с нулевым выбросом углерода для новых судов. Другой альтернативой может быть постепенный перевод существующих судов на альтернативные виды топлива, совместимые с текущими двигателями, такими как биодизельное топливо, заменяющее жидкое топливо, или биометан, заменяющий СПГ. Предпочтение аммиаку обусловлено более низкой стоимостью конвертера, хранения и самого топлива по сравнению с водородом и сжиженным биогазом (СБГ)/синтетическим метаном. К середине века углеродно-нейтральные виды топлива должны обеспечивать от 30 до 40% всей энергии для международного судоходства, если амбиции ИМО по выбросам ПГ будут достигнуты.

Что касается варианта «текущей политики» в расчетах DNV, модель предполагает частичный переход на другие виды топлива, при этом структура энергопотребления в 2050 г. будет состоять из 93% ископаемого топлива, в частности, из 50% сжиженного природного газа (СПГ) и 43% жидкого топлива. Высокий уровень потребления СПГ, наблюдаемый во всех смоделированных сценариях, в основном обусловлен ценами на газовое топливо, которые, как ожидается, снизятся к середине века.

Рисунок 13 - Перспективы использования альтернативных видов топлива для судоходства



Источник: Watson Farley & Williams

В 2021 г. Watson Farley & Williams проводил опрос судовладельцев про перспективы использования альтернативных видов топлив на ближайшие 10 лет (Рисунок 13). Судовладельцы планируют переводить флот преимущественно на СПГ и СУГ.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДОСТУПНОСТИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Сегодня ж/д транспорт приводится в движение с помощью либо электрической, либо дизельной тяги. Строительство линий, пригодных только для дизельной тяги, обходится гораздо дешевле, однако с учетом затрат на весь срок службы (включая социальные и экологические затраты) получается, что более желательным вариантом – при наличии необходимых ресурсов – является строительство электрифицированных железнодорожных линий. При том, что железная дорога – это самый экологически чистый вид транспорта, даже в этом секторе всегда есть возможности для снижения углеродного следа и повышения эффективности. Поэтому многие операторы ведут исследовательскую деятельность и финансируют программы, ориентированные на внедрение будущих альтернативных видов топлива с тем, чтобы в конечном счете избавиться от использования дизельного топлива на железной дороге. В настоящее время в мире рассматриваются следующие основные альтернативные виды топлива для железнодорожного транспорта (Рисунок 14):

- сжиженные природные газы (СПГ), которые могут служить краткосрочным решением и обладают в целом

меньшей эффективностью по сравнению с другими альтернативными решениями, но в настоящее время являются более экономичным видом топлива;

- электропоезда на аккумуляторных батареях (ЭПАБ), которые являются среднесрочным решением и не требуют значительных инфраструктурных инвестиций;
- топливные элементы и энергогенерация из водородного топлива (ВТЭ), которая обеспечивает снижение выбросов парниковых газов, однако требует больших инвестиций как с технологической, так и с финансовой точек зрения ввиду необходимости создания совершенно иной инфраструктуры для зарядки/загрузки топливных элементов.

Основными центрами инноваций в области альтернативных видов топлива для ж/д транспорта являются ЕС, США, Канада и РФ. США, Канада и РФ основное внимание уделяют технологиям СПГ и КППГ (компримированный природный газ) с учетом доступа этих стран к запасам газа и более низкой себестоимости последнего.

Германия и Австрия существенное внимание уделяют ЭПАБ. Внедрение таких поездов рассматривается также и другими странами, такими как Индия, Австралия и Новая Зеландия.

Самая активная работа по внедрению водородных поездов ведется в ЕС, однако за его пределами водородные технологии также разрабатываются в Японии, Соединенном Королевстве, Корее и Китае. Такие страны, как Канада и США также проявляют интерес к водородным поездам.

Рисунок 14- Сравнение альтернативных видов для железнодорожного транспорта

Вид топлива	Масштабируемость	Технологическая готовность	Безопасность топлива	Доступность заправки	Капитальные затраты	Выбросы ПГ
Дизель	●	●	●	●	●	●
Водород (топливо)	●	●	●	●	●	●
Биотопливо	●	●	●	●	●	●
Метан	●	●	●	●	●	●
Гибрид	●	●	●	●	●	●
Электричество	●	●	●	●	●	●
ВИЭ	●	●	●	●	●	●
Батареи	●	●	●	●	●	●

● Хороший ● Средний ● Низкий

Источник: Лаборатория низкоуглеродной и циркулярной экономики Центра устойчивого развития Школы управления СКОЛКОВО

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

С технологической точки зрения переход от использования преимущественно ископаемых видов топлива к ВИЭ, обеспечивается 4 технологическими направлениями: непосредственно технологиями декарбонизации, технологиями децентрализации, энергоэффективности и цифровыми технологиями. При этом цифровые технологии становятся важным связующим звеном, позволяющим активно внедрять как энергоэффективные технологии, так и «подключать» децентрализованные активы, управлять сложными системами на основе возобновляемых ресурсов, и достигать максимальной эффективности, снижая потребность в ресурсах (энергетических, денежных, водных, человеческих и других).

В логистической отрасли активно используются облачные технологии, технологии беспроводной связи (не включая 5G), большие данные и продвинутая аналитика, социальные сети. При этом активно осваиваются искусственный интеллект, IoT, роботизация, БПЛА (беспилотные летательные аппараты) и блокчейн⁸⁶.

Рынок цифровой логистики активно растет: если в 2018 году он оценивался в \$14,5 млрд, то, по прогнозам⁸⁷, к 2026 году он составит \$82,1 млрд, продемонстрировав, таким образом, годовые темпы роста в крайне высокие 24,7%.

Среди ключевых направлений применения цифровых технологий в морском и ж/д транспорте оказываются решения для повышения эффективности работы (роста пропускной способности инфраструктуры и парка ТС, маршрутизация транспортных потоков, повышение энерго- и ресурсоэффективности, повышение безопасности производства и автоматизации бизнес-процессов), повышения прозрачности (в том числе и с точки зрения выбросов), а также развития интермодальных перевозок.

Интермодальной считается перевозка грузов в одной и той же грузовой единице (например, контейнере) или ТС, которое последовательно использует два или более видов без перегруза самого груза при смене вида транспорта (Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), 2001 год). Интермодальные перевозки ж/д транспортом зачастую становятся частью транспортной цепочки с морскими и континентальными перевозками. При этом морские интермодальные перевозки предполагают использование 20', 40' контейнеров по классификации Международной организации по стандартизации (ИСО), т.е. контейнеры, которые могут вмещаться

в контейнеровозы, грузовые автомобили или тягачи с полуприцепами.

Ключевые организации в сфере ж/д транспорта CER, CIT, EIM и UIC, выделяют ключевые сферы использования цифровых технологий в грузовом ж/д транспорте⁸⁸: «подключенные» транспорт и инфраструктура, повышение пропускной способности инфраструктуры, максимальное использование данных. Эти эффекты также наиболее привлекательны и в сфере морского транспорта.

Переход к т.н. «подключенным» железным дорогам, то есть обеспечение железных дорог надежной связью для обеспечения безопасности, эффективности и развития пассажиро- и грузопотока на железных дорогах. Помимо развертывания высокоскоростных сетей связи на ж/д линиях, ассоциации рассматривают важность развития кибербезопасности и отказоустойчивость радиосвязи, в том числе стандарта Европейской системы управления движением поездов GSM-R (Global System for Mobile communications — Railway) и установок ERTMS.

Система маршрутизации транспорта (Европейская единая система железнодорожного транспорта ERTMS) – единая система управления и контроля за движением поездов и железнодорожных телекоммуникационных систем. Она позволяет создать интегрированную европейскую ж/д сеть и обеспечить согласованное развитие ж/д транспорта и внедрения инноваций в секторе. Несмотря на первоначальные планы, из-за медленного переоснащения системами ERTMS сроки внедрения были перенесены с 2020 года на 2023 (50% из девяти основных грузовых коридоров вместо 6) и 2030 год (для остальных)⁸⁹. Развертывание систем 5G в портовой инфраструктуре позволяет использовать технологии Индустрии 4.0 и повысить степень автоматизации процессов.

Создание дополнительной ценности через использование цифровых технологий для клиентов, повышение качества обслуживания, прозрачности операций и возможностей по планированию и отслеживанию.

Так, альянс Xrail⁹⁰ объединил 7 компаний-партнеров (CFL cargo, DB Schenker Rail, Green Cargo, Rail Cargo Group, SBB Cargo, LINEAS и FRET SNCF) для создания европейского стандарта конкурентоспособных и устойчивых вагонных перевозок. Единая система позволяет получать полную информацию о движении вагонов до (расчетное время прибытия, доступность вагонов, и проч.) вовремя (трекинг составов) и после перевозки. Xrail включают в себя международные графики перевозок, уведомления о задержках и сообщения о прибытии.

Цифровые технологии способствуют повышению пропускной способности инфраструктуры за счет лучшего планирования и использования ограниченных ресурсов системы. Современные технологии позволят применить предиктивное техническое обслуживание оборудования, усилить оперативный контроль за функционированием сети и мониторинг оборудования.

Повышение пропускной способности портов и ж/д инфраструктуры достигается в том числе за счет повышения уровня автоматизации.

В соответствии с железнодорожным стандартом 62290-1 Международной электротехнической комиссии (МЭК)⁹¹, выделяют следующие 4 степени автоматизации (Grades of Automation (GoA)):

- 1 уровень: машинист присутствует в транспортном средстве (сюда относятся системы автоблокировки, и систем помощи водителю/машинисту).
- 2 уровень: системы автоведения (частичного или полного автоматического управления транспортным средством, Automatic Train Operation). Внедрение систем автоматических железнодорожных операций способствует повышению пропускной способности сети, повышению точности расчета времени прибытия, экономии энергии, снижению издержек и повышению безопасности.
- 3 уровень и 4 уровень: системы автоматизированного управления (где в случае с 3-им уровнем член команды находится в поезде, а в 4-ом уровне – полностью безлюдная технология)

Системы автоматических ж/д операций активно развиваются в ж/д транспорте ЕС, а 4-ый уровень автоматизации применяется в основном в метрополитене⁹²: На 2018 год насчитывалось более 60 автоматизированных линий, в том числе 9 линия Барселонского метро (2009), 1 линия Парижского метро (2011), метро Куала Лумпур (2017) и другие.

The Xiamen Ocean Gate Container Terminal в крупнейшем порту Ксямень на побережье Тайваньского пролива (обрабатывает крупные контейнерные суда 6-го поколения) использует⁹³ интеллектуальную систему управления портовыми операциями на базе сети 5G. Она используется для обеспечения работы платформы для управления автономными автоконтейнеровозами (погрузка/выгрузка с кораблей, доставка к крану перегрузки).

Автономный порт Кингдао (Qingdao Autonomous Port) также использует⁹⁴ автоматизацию операций в сочетании с интеллектуальной системой управления. Эти технологии

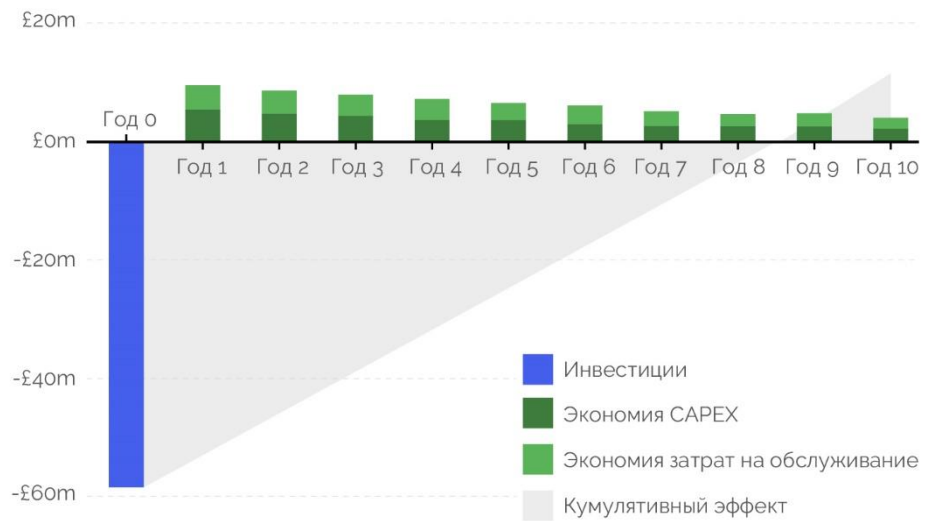
позволяют обеспечить снижение потребности в персонале на 85%, и повысить эффективность работы на 30%.

Железнодорожная CFL Cargo обеспечивает⁹⁵ отслеживание грузов через GPS. Программное обеспечение также позволяет получить данные по выбросам CO₂ при транспортировке.

Максимальное использование собираемых данных для повышения конкурентоспособности и эффективности транспорта также является перспективным направлением использования цифровых технологий. Применяется дистанционный мониторинг в режиме, близком к реальному времени, удаленная диагностика состояния инфраструктуры, подвижного состава и транспортных средств, а также предиктивное обслуживание оборудования.

Для обеспечения предиктивного обслуживания инфраструктуры и подвижного состава используются данные с датчиков на критических компонентах поезда для предсказания наиболее вероятных дефектов работы и необходимости замены деталей. Такой подход позволяет в режиме, близком к реальному времени, получать данные о состоянии исследуемого объекта. В результате компания может перейти от обслуживания по графику к ремонту по состоянию, а также оптимизировать запас деталей, снизить незапланированные ремонты. Предиктивное обслуживание помогает снизить эксплуатационные резервы флота (стандартным объемом 5-15%⁹⁶). Так, по данным Siemens⁹⁷ The Data Opportunity report, развертывание системы предиктивного обслуживания на 700 км. линии (3 часа на поезде или 1,5 часа на самолете), позволяет снизить резерв подвижного состава с 6 поездов⁹⁸ до 1, т.е. увеличить активный парк на 13% без снижения уровня надежности. Кроме того, технология позволяет сэкономить £40 млн на первоначальные инвестиции, затраты на инфраструктуру окупаются в течение 3 лет, значительно (до 99,9%) повышается надежность перевозок, снижаются затраты на обслуживание. В 10-летней перспективе экономия средств обеспечивает значительную окупаемость инвестиций (Рисунок 15).

Рисунок 15 - Динамика инвестиций, экономии CAPEX, затрат на обслуживание и проч. для указанного проекта.



Источник: Siemens⁹⁹ The Data Opportunity report

Предиктивное обслуживание парка позволяет управлять ремонтами и простоями ТС. Так, Siemens оборудовал 26 высокоскоростных поезда Velaro E, эксплуатируемых испанским RENFE, системами мониторинга и сбора данных с оборудования. По данным Siemens, система предиктивного обслуживания позволяет снизить количество опозданий свыше 15 мин до 1 на 2 300 поездок¹⁰⁰, что позволило увеличить значительно пассажиропоток на направлении (конкурирует с авиаперевозками).

ВЛИЯНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ДРАЙВЕРОВ НА ДЕКАРБОНИЗАЦИЮ ОТРАСЛИ

Государственные и частные субъекты продвигают усилия по декарбонизации судоходства и ж/д транспорта с помощью различных инициатив и механизмов. Можно выделить четыре ключевых драйвера декарбонизации, стимулирующие декарбонизацию морского и железнодорожного транспорта — регуляторная политика, давление со стороны инвесторов, ожидания потребителей (от конечных потребителей до грузовладельцев) и инициатива со стороны самих компаний отрасли (Рисунок 16).

Рисунок 16 - Ключевые драйверы декарбонизации



Источник: составлено Центром энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО

РЕГУЛЯТОРНАЯ ПОЛИТИКА

Регулирование в области выбросов ПГ в морском и ж/д транспорте можно разделить по зоне влияния на национальное и наднациональное.

В основе наднациональных методических подходов к оценке прямых и косвенных выбросов ПГ всех видов транспорта в международных методиках лежат требования руководящих принципов и указаний, установленные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК), а также рекомендации Всемирной метеорологической организации и Программы ООН по окружающей среде и Глобальный протокол по инвентаризации парниковых газов (GNG Protocol).

Эти подходы транслируются в национальные методики оценки выбросов, а также в методики, принятые организациями и инициативами, которые развивают вопросы учета выбросов ПГ и способствуют их снижению. Среди них, в свою очередь, можно выделить межотраслевые

и отраслевые (международные) подходы. Среди межотраслевых для отрасли важное значение имеют SBTi, GHG Protocol, стандарты ISO и добровольные системы сертификации (будут рассмотрены в разделе про потребителей).

Инициатива SBTi¹⁰¹. Многие компании используют SBTi для коммуникации и подсчета целей декарбонизации. Это эффективный метод для составления корпоративных целей по декарбонизации и приведению их в соответствие с целями Парижского соглашения. Методология инициативы позволяет поставить научно обоснованные цели по сокращению выбросов. К 2022 г. к инициативе присоединилось более 2 000 компаний по всему миру. SBTi уделяет особое¹⁰² внимание сектору грузовых перевозок и предоставляет инструменты для постановки научно обоснованных целей для железнодорожного транспорта (SDA Transport Tool). Для морского транспорта рекомендации находятся в разработке (SDA Maritime Tool), а потому используется общий инструмент для различных видов транспорта (SDA Transport Tool).

GHG Protocol¹⁰³ не выделяет логистику в отдельную отрасль, однако предоставляет методологию для подсчёта выбросов ПГ от транспорта. GHG Protocol также предоставляет руководство для подсчёта выбросов ПГ от зданий, которое может быть применимо для складов, терминалов, портов и т.п. При этом способы оценки, мониторинга и управления выбросами ПГ на складах или терминалах являются важным пунктом для дальнейших исследований и предметом для стандартизации. Однако в транспортной отрасли этот подход к оценке выбросов ПГ пока не получил повсеместного распространения. Подробнее о сферах охвата GHG Protocol применительно к логистической отрасли описано в разделе по выбросам (Цепочка поставок и основные виды выбросов ПГ и их сферы охвата в логистике).

Достаточно часто перевозчики используют специализированные калькуляторы, которые позволяют оценить углеродный след конкретного маршрута на конкретных видах транспорта. Широко используется калькуляторы EcoTransIT, SmartWay Rail Carrier Tool, NTMCalc Freight¹⁰⁴, Climate care¹⁰⁵, LOG-NET¹⁰⁶ и др.

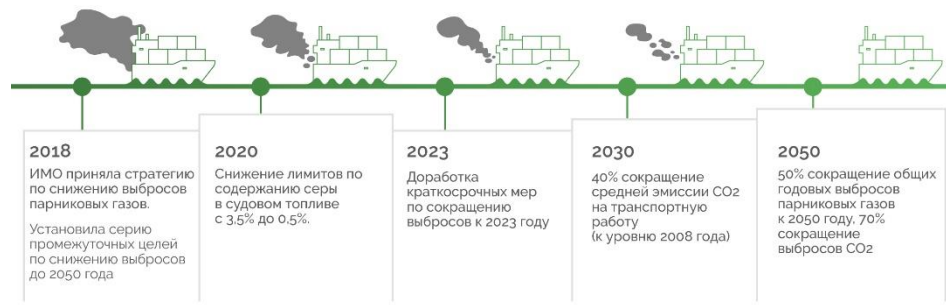
Существует большой набор подходов, методик (национальных и отраслевых) и компьютерных программ, которые используются для оценки прямых выбросов ПГ транспортных средств и инфраструктуры. В их основу положена методика МГЭИК. На аналогичных принципах основаны методики оценки выбросов ПГ ж/д и морским транспортом. Эти подходы фиксируют применительно к конкретным отраслям наднациональные и национальные регуляторы.

ОТРАСЛЕВЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

В отрасли морского транспорта в роли регулятора выступает Международная морская организация (ИМО) или International Maritime Organization (IMO). Введение новых нормативных актов остается ключевым фактором декарбонизации судоходства предъявляя прямые экологические требования к судам и судоходным компаниям. Стратегия ИМО по выбросам ПГ в настоящее время стимулирует разработку политики в области международного судоходства, устанавливая конкретные цели на 2030 и 2050 гг. В настоящее время стратегия реализуется с помощью комплекса краткосрочных мер (Рисунок 17). В 2016 г. ИМО приняла решение по предоставлению данных о расходе топлива судов. Требования были закреплены в качестве изменений к Приложению MARPOL Приложение VI. С 2019 г. суда валовой вместимостью от 5000 Гт и выше обязаны начать сбор и передачу данных о потреблении топлива для международного судоходства в Глобальную систему сбора данных ИМО. Это обязательство стало важным шагом для учета выбросов на морском транспорте, поскольку на суда такой вместимости приходится порядка 85% выбросов CO₂ международных морских перевозок.

Рисунок 17 - Этапы декарбонизации морского транспорта ИМО

ИМО представила ограничения по выбросам судами SO₂, CO₂ и других парниковых газов.



Источник: IHS Markit

В 2021 г. ИМО приняла обширные новые правила по диоксиду углерода (CO₂), применимые к существующим судам:

- индекс энергоэффективности существующего судна (EEXI), учитывающий техническую эффективность судов;
- схему оценки показателя интенсивности выбросов углерода (CII), учитывающая эксплуатационную эффективность;
- усовершенствованный План управления энергоэффективностью судов (SEEMP), касающийся системы управления.¹⁰⁷

Новые правила вступят в силу с 1 января 2023 г., и они окажут значительное влияние на конструкцию и эксплуатацию судов.

EEXI наложит требование, эквивалентное EEDI Phase (индекс энергоэффективности существующего судна, с некоторыми корректировками) для всех существующих судов. Областью охвата являются те же типы и размеры судов, для которых применяется EEDI, но они включают все суда независимо от года постройки. Он задуман как разовая сертификация, и достигнутый EEXI должен быть проверен, а новый сертификат энергоэффективности должен быть выдан не позднее первого ежегодного обследования 1 января 2023 г. или после этой даты.

Все грузовые, RoPax (ролкеры, судна для перевозки грузов на колёсной базе) и круизные суда валовой вместимостью более 5000 Гт с 2023 г. должны будут рассчитывать CII (например, годовой коэффициент эффективности, AER) в граммах CO₂ на милю дедвейта (DWT-миля) или валовую вместимость мили (GT-мили) в зависимости от типа судна, и ему будет присвоен годовой рейтинг от А до Е, где диапазон А указывает на самую высокую энергоэффективность. Пороговые значения рейтинга будут установлены относительно контрольной линии для конкретного сегмента на 2019 г. и годового понижающего коэффициента. Средняя точка диапазона С-рейтинга начнется на 5% ниже контрольной линии в 2023 г. и будет увеличиваться на 2% ежегодно до 2026 г. Как правило, рейтинг А на 10–20% лучше, чем средний балл С-рейтинга. Для судов, которые получают рейтинг D в течение трех лет подряд или рейтинг Е в течение одного года, необходимо разработать и утвердить план корректирующих действий в рамках SEEMP.

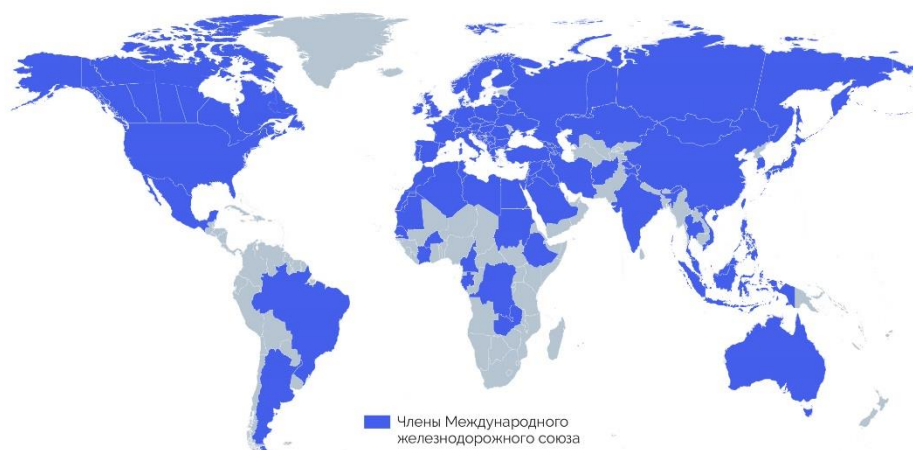
К 1 января 2023 г. все суда, на которые распространяются требования CII, должны иметь на борту утвержденный SEEMP, который должен включать план реализации по достижению целей CII. Внедрение SEEMP также будет подлежать аудиту компании, хотя конкретные требования аудита все еще находятся в стадии разработки и, как ожидается, будут утверждены ИМО в 2022 г.¹⁰⁸

На текущий момент при расчете выбросов ИМО руководствуется подходом «от бака до винта» (T2W, "tank to wheel"). Такой подход не учитывает выбросы на производство и доставку топлива. Однако ИМО готовит проект руководящих принципов по учету полного жизненного цикла морских топлив. Результаты работ соответствующих групп будут учтены при разработке пересмотренной версии стратегии ИМО, которая планируется к выпуску в середине 2023¹⁰⁹. Внедрение оценки полного жизненного цикла топлив и его расширение до «от скважины до винта» (W2W, "well to wheel") поставит участников отрасли перед значительно более

амбициозной задачей по декарбонизации и может изменить предпочтения по альтернативным топливам.

Международный железнодорожный союз с точки зрения повестки декарбонизации представляет поддержку ж/д отрасли на международной арене (Рисунок 18), в том, что осуществляет сбор данных в экологическую базу данных для железных дорог мира. Союз развивает важные отраслевые инструменты мониторинга и оценки выбросов ПГ, таких как *SDG Rail Index*¹¹⁰, *EcoPassenger*¹¹¹ и *EcotransIt*¹¹². Кроме того, союз выступает платформой для кооперации на межрегиональном уровне, предлагает новые пути улучшения технических и экологических характеристик ж/д транспорта, повышения его конкурентоспособности и снижения издержек. Союз ставит своей целью *phase out* дизельных поездов к 2050 г.

Рисунок 18 - Регионы присутствия Международного железнодорожного союза



Источник: официальный сайт Международного железнодорожного союза

SDG Rail Index - система рейтингования и цифровая платформа, предоставляющая систему отчетности о вкладе каждой отдельной компании и всего сектора в достижение Целей устойчивого развития (ЦУР) ООН. Индекс включает контрольные показатели и расширяет доступ к зеленым облигациям и инструментам устойчивого финансирования для ж/д компаний. В 2022 г. на смену ему придет *Rail Sustainability Index*.

В секторе ж/д транспорта значительно большее влияние имеют национальные регуляторы, в том числе европейский CER (Community of European Railways).

Национальные регуляторы используют методики / коэффициенты, сформированные в соответствии с рекомендациями МГЭИК и *GHG Protocol*, или международными стандартами ISO. Некоторые национальные регуляторы ставят цели, опережающие среднемировые. Так,

например, ЕС систематически вводил во многом упреждающие ограничения по сравнению с ИМО, причем это касается решений и по ужесточению регулирования, и по срокам ввода систем мониторинга выбросов. Европейская комиссия (ЕК) поставила амбициозную цель стать к 2050 г. первым в мире климатически нейтральным континентом. Для реализации этой цели был разработан Европейский зеленый курс (EGD)¹¹³. Так, Еврокомиссия ожидает, что к 2050 г. железнодорожные грузоперевозки удвоятся, а к 2030 г. перевозки по внутренним водным путям и каботажным перевозкам увеличатся на 25%¹¹⁴. Это связано не только с тем, что спрос на грузовые перевозки растет ежегодно, но и с тем, что данные виды транспорта являются менее углеродоёмкими, например, по сравнению с автомобильными грузовыми или авиационными перевозками. Поэтому там, где это возможно доля, ж/д и морского транспорта будет расти. И если для экономики в целом это будет означать снижение выбросов ПГ, то на сами сегменты ж/д и морского транспорта давление будет расти.

Железнодорожный транспорт уже соответствует требованиям Green Deal на 2030 г. На его долю приходится всего 0,4 % выбросов CO₂. По этой причине переход от углеродоёмких видов транспорта к ж/д является наиболее эффективным способом декарбонизации транспорта на значительной части территории ЕС, как подчеркнуто в недавних заключениях Совета, принятых министрами транспорта ЕС в июне 2021 г.¹¹⁵.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ, НАЦИОНАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ. ОПЫТ СТРАН ЕС, АТР

В области декарбонизации ж/д и морского транспорта можно выделить несколько направлений стратегических документов на национальном уровне:

- Документы, которые являются частями больших стратегических планов в области декарбонизации транспорта (или экономики в целом). Например, в Германии с 2020 г. действует инициатива Package for the future – Mobility¹¹⁶. В рамках этой инициативы Германия хочет развить устойчивую мобильность. С этой целью в области железнодорожного транспорта и судоходства будут реализованы следующие меры:
 - Поддержка немецкой ж/д компании Deutsche Bahn для поощрения модернизации, расширения и электрификации ж/д сети. Федеральное правительство ежегодно в период с 2020 по 2030 г. будет вкладывать в Deutsche Bahn

1 млрд евро. Чтобы компенсировать падение доходов из-за пандемии Covid-19, будет предоставлено 5 млрд евро.

- Дополнительные 150 млн евро будут использованы для улучшения приема мобильной радиосвязи на 39 000 км ж/д линий в Германии (переход на GSM-R).
- Судоходство будет модернизироваться, также будут использоваться инструменты цифровизации. Германия будет поощрять восстановление береговых зон, модернизацию шлюзов, замену кораблей и цифровых испытательных полей. 1 млрд евро будет выделен структурам и инновационным программам, таким как «Программа морских исследований», «Программа финансирования береговой энергетики», «Программа финансирования судов-заправщиков СПГ», «Программа обновления флота для официальных судов» и новая «Программа немедленной очистки судов».

Другим примером является, принятый 2021 г. в Китае 14-й Пятилетний план (2021-2025) и Видение до 2035 г.¹¹⁷ Ожидается, что железные дороги Китая будут расширены, электрифицированы, модернизированы, также планируется развитие пригородных поездов и стимулирование строительства центров сборки железных дорог Китай-Европа.

- Инициативы в области энергоэффективности. В Испании с 2015 г. действует FNEE/Aid Programme for energy efficiency in the railway sector¹¹⁸. Целью этой программы помощи является активизация и содействие осуществлению мер в ж/д секторе, которые сократят выбросы CO₂ посредством реализации проектов по энергосбережению и повышению эффективности, способствуя достижению целей по сокращению конечного потребления энергии, установленных Директивой 2012/27/ЕС.

С этой целью Министерство промышленности, энергетики и туризма через Институт диверсификации и энергосбережения (IDAE) запустило специальную программу помощи и финансирования, с первоначальным бюджетом в 13 млн. евро. Меры были следующими:

- повышение энергоэффективности за счет рекуперативного торможения поездов;
- стратегии энергосбережения при эксплуатации ж/д транспорта;

- повышение энергоэффективности существующих ж/д зданий;
 - повышение энергоэффективности наружного освещения и сигнализации;
 - повышение энергоэффективности ж/д сооружений.
- Инициативы в области развития альтернативных топлив. В ЕС с 2021 г. действует Smart Mobility Strategy - Alternative Fuel Infrastructure, FuelEU Maritime¹¹⁹. Целью инициативы FuelEU Maritime является расширение использования устойчивых альтернативных видов топлива (SAF) в судоходстве и портах Европы (так как на них приходится 11% всех выбросов CO₂ в ЕС от транспортного сектора). Чтобы к 2050 г. достичь цели ЕС по климатической нейтральности, Европейская комиссия стремится устранить рыночные барьеры, препятствующие использованию SAF, а также поддержать технологические решения высокой степени готовности.
 - Меры по восстановлению экономики после COVID. В ЕС эти меры принимаются с 2020 г. Так, например, во Франции был принят Recovery and resilience plan, который в части Green mobility and infrastructure подразумевает ряд мер в области ж/д транспорта¹²⁰. В рамках Национального плана восстановления (plan France Relance) французское правительство приняло конкретные меры для стимулирования «зеленой» мобильности. Часть этих мер нацелена на ж/д сектор и включает следующее:
 - предоставить SNCF средства для модернизации своей сети и увеличения частоты ж/д перевозок,
 - инвестировать в сельские районы, чтобы увеличить их связи с городскими районами;
 - развивать ночные поезда;
 - адаптировать ж/д сеть для товаров и бизнеса с подходящей логистической инфраструктурой и портами в хороших экономических условиях. Общий объявленный бюджет железной дороги составляет 4,7 млрд евро на период с 2020 по 2022 гг.
 - Специализированные стратегии, направленные на конкретный вид транспорта. Чаще всего такие стратегии охватывают большой спектр мер от развития общественного транспорта до модернизации и декарбонизации. В Индии, принятая в 2020 г. Indian "Green Railway" до 2030 г.¹²¹, подразумевает замену нынешней малоэффективной ж/д системы «зелеными

железными дорогами» и достижение нулевых выбросов CO₂ к 2030 г. Эти меры включают следующие задачи:

- электрификация железных дорог;
- повышение энергоэффективности локомотивов, поездов и стационарных установок;
- получение зеленого сертификата для станций / установок;
- переход на ВИЭ.

Цель электрификации на 2020–2021 гг. составляла 7 000 км маршрутов, и к декабрю 2023 г. планируется электрифицировать все маршруты в сети BG (широкая колея).

- Стратегии по развитию водородного транспорта. Такие стратегии обычно выделяются отдельно от стратегий по развитию альтернативных топлив в целом и являются частью национальных водородных стратегий. При этом именно меры, касающиеся развития водородного ж/д и морского транспорта, раскрыты в стратегиях в разной степени детальности. Например, в Италии в 2020 г. была принята National Hydrogen Strategy Preliminary Guidelines¹²², которая подразумевает развитие водородных поездов и судов, на данном этапе не указывает конкретные меры. В 2020 г. в Германии принята The National Hydrogen Strategy¹²³, предусматривающая принятие ряда мер в том числе в области развития водородного транспорта, например, меры по финансированию водородных поездов и судов, строительства инфраструктуры дозаправки и др.
- Спектр инициатив «общего назначения» - углеродные налоги, квоты на выбросы ПГ и т. д., однако в данной работе авторы рассматривают законодательство, актуальное именно для транспорта.

Анализ более чем 55 различных мер и политик в области декарбонизации ж/д и морского транспорта показал, что ж/д транспорт находится в большем фокусе внимания стран и регионов. Так, из 58 проанализированных мер – 45 касаются ж/д транспорта и 21 – морского. Такая разница связана с тем, что требования в отношении снижения выбросов ПГ (расхода топлива) на морском транспорте установлены действующим международным морским законодательством – международной Конвенцией МАРПОЛ и соответствующими резолюциями Комитета по защите морской среды ИМО, а также региональными законодательными актами прибрежных государств. ИМО, со своей стороны, сформулировала свою первоначальную стратегию по выбросам ПГ в 2018 г. с относительными и абсолютными целевыми показателями выбросов, включая цель сократить выбросы при

транспортировке не менее чем на 50% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. за счет использования как перспективных альтернативных видов топлив, так и за счет повышения конструкционной эффективности судов и роста качества управлением флота. При этом ожидается, что углеродоёмкость (интенсивность выбросов) судоходства будет снижена, как минимум на 40% к 2030 г. и на 70% к 2050 г. по сравнению с 2008 г.¹²⁴

Среди наиболее распространенных мер по декарбонизации ж/д транспорта являются меры по модернизации, электрификации и энергоэффективности. В меньшей степени сейчас рассматриваются альтернативные топлива. Отметим отдельно, что развитие и расширение железных дорог, а также городского ж/д транспорта (электрички и метро) также являются часто принимаемыми мерами в области ж/д транспорта. Естественно, что эти меры никак не влияют на декарбонизацию данного сегмента, однако они сами помогают декарбонизировать экономику, в случае, когда развитие ж/д транспорта является альтернативой более углеродоёмким решениям, таким как авиация, грузовые перевозки или личный автомобиль.

ЕВРОПЕЙСКИЙ «ЗЕЛЕНый КУРС»

Европейский «Зеленый курс» подразумевает декарбонизацию экономики к 2050 г. Промежуточной его целью является снижение выбросов ПГ на 55% по сравнению с уровнем 1990 г. к 2030 г.¹²⁵. Ранее планировалось снизить выбросы на 40% к 2030 г. Для достижения этой амбициозной цели ЕС выпустили дополнительный пакет действий Fit for 55¹²⁶, который включает в себя:

- включение в систему торговли квотами на эмиссии ПГ автотранспорта, авиации, морских грузоперевозок;
- повышение доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в производстве электроэнергии к 2030 г. вдвое — до 40%;
- общее снижение энергопотребления к 2030 г. на 36%, в том числе за счет массовой энергоэффективной реновации жилых и административных зданий;
- повышение доли зеленого топлива в общем объеме топлива, используемого для заправки автомобилей, авиационных и морских судов;
- развитие сети электрических зарядных станций и сервисов по замене водородных топливных элементов для электромобилей;
- фактическое введение с 2035 г. запрета на продажи новых автомобилей с ДВС.

Что означает Fit for 55 для морских и железнодорожных перевозок?

Fit for 55 включает один новый законопроект и три поправки для морских перевозок:

- Пересмотренная директива ЕС о торговых системах (ETS), которая обязывает судоходные компании покупать квоты на выбросы углерода;
- Пересмотренное положение об инфраструктуре альтернативных видов топлива для повышения доступности береговых источников электроэнергии и СПГ, а также план развертывания альтернативных видов топлива;
- Поправки к Директиве о налогообложении энергетики (ETD), отменяют налоговые льготы для обычного судового топлива и стимулируют использование альтернативных видов топлива;
- Новая политика в FuelEU Maritime, направленная на установление единых правил, ограничивающих интенсивность выбросов ПГ от потребления энергии, используемой на борту судна, прибывающего в порт, находящегося в нем или отбывающего из портов, находящихся под юрисдикцией государства-члена. Подход к этим требованиям к воздействию на протяжении всего жизненного цикла будет применяться к выбросам CO₂, метану и закиси азота.

В итоге включения морского транспорта в ETS судоходные компании будут платить квоты на выбросы по ставке 100% для внутренних маршрутов между портами ЕС и 50% для поездок за пределы ЕС. Если судно не выплачивает квоты на выбросы в течение двух лет, последует отказ в заходе в любой европейский порт не только данному судну, но и любому судну, эксплуатируемому его судоходной компанией.

FuelEU Maritime стремится увеличить использование устойчивых альтернативных видов топлива в судоходстве и портах Европы, чтобы обеспечить путь к декарбонизации судоходства. В частности, с 2025 г. план предусматривает, что коммерческие суда валовой вместимостью 5000 т и более, заходящие в европейские порты, работали на менее углеродоёмком топливе, а с января 2030 г. он предусматривает распространение на берегового электроснабжения для всех энергетических потребностей, когда суда стоят у причала. Среднегодовая углеродоёмкость должна снизиться на 2 % в 2025 г. и на 6 % в 2030 г., а затем далее по 5-летним периодам до 2050 г. углеродоёмкость должна составить 75 % по сравнению с базовым 2020 г.

Прочие пункты усиливают стимулирование использования альтернативных низкоуглеродных топлив на судах.

СВАМ

СВАМ - аналог таможенного сбора, рассчитываемый на основе объемов прямых выбросов ПГ, произведенных в ходе производственных процессов при выпуске продукции (так называемый Охват 1) и цены за эмиссии, равной цене на рынке обязательных углеродных сертификатов EU-ETS. Данный сбор оплачивает импортер, который должен зарегистрироваться в специальном регулирующем органе, предоставить информацию об объемах эмиссии ПГ и приобрести сертификаты СВАМ для погашения эмиссий. СВАМ распространяется на пять товарных групп – цемент, удобрения, железо и сталь, алюминий, электроэнергия. Причем для электроэнергии действуют правила расчета эмиссий, отличающиеся от других товаров¹²⁷.

Окончательный текст СВАМ должен быть согласован Европейским парламентом и Советом Европейского Союза, которые в настоящее время рассматривают поправки Комитета по окружающей среде, общественному здравоохранению и безопасности пищевых продуктов (ENVI), которые были опубликованы 21 декабря 2021 г.¹²⁸. Если поправки будут приняты, то СВАМ ожидают следующие ключевые изменения:

- Ускоренная постепенная отмена бесплатных квот к 2029 г. Предложение Комиссии предусматривает, что СВАМ будет иметь переходный период с 1 января 2023 г. по 31 декабря 2025 г. включительно, и что бесплатные квоты, предоставляемые в рамках Системы торговли выбросами ЕС (ETS) в секторах, охватываемых СВАМ, будут постепенно отменяться в течение 10 лет, т. е. полный отказ к 31 декабря 2035 г.

Однако в проекте отчета ENVI предлагается сократить переходный период на один год, чтобы СВАМ применялся уже к 1 января 2025 г. (вместо 1 января 2026 г.). Кроме того, в проекте отчета ENVI предлагается полностью отказаться от бесплатных квот гораздо раньше, чем это было предложено Комиссией, а именно к концу 2028 г.

- Увеличение списка товаров, попадающих под действие СВАМ. Предложенный Комиссией проект СВАМ был нацелен на импорт цемента, электроэнергии, удобрений, железа и стали и алюминия в ЕС. В отчете ENVI список товаров, попадающих под СВАМ, был расширен, в него вошли органические химические вещества, включая водород, аммиак и полимеры (пластик и изделия из него), учитывая их углеродоёмкость и интенсивность торговли.

- Расширение Сферы охвата СВАМ. Предложенный Комиссией проект СВАМ применяется только к прямым выбросам, выделяемым в процессе производства этих целевых товаров. В отчете ENVI был включен Score 2. Добавление Сферы охвата 2 требует удаления компенсации дополнительных расходов, связанных с косвенными эмиссиями (закупка энергии), из системы EU ETS¹²⁹. Расширено определение встроенных выбросов. «Встроенные выбросы» означают прямые и косвенные выбросы (ранее только прямые), высвобождаемые в процессе производства товаров и продуктов их переработки (ранее не включено).
- Создание единого центрального органа СВАМ. Предложение Комиссии предусматривает децентрализованную систему с компетентными органами СВАМ во всех 27 государствах-членах ЕС, где импортеры товаров, на которые распространяется действие СВАМ, должны будут регистрироваться и покупать сертификаты СВАМ. Вместо этого в проекте отчета ENVI предлагается централизованная система с одним европейским органом СВАМ, которая сможет обеспечить экономию за счет эффекта масштаба.
- Использование доходов от СВАМ для оказания помощи наименее развитым странам.

Проект отчета ENVI был принят в мае 2022 г.¹³⁰. В свою очередь, это определит позицию парламента, который в итоге сформирует окончательный текст СВАМ. Ожидается, что переговорный процесс между Европейским парламентом, Советом ЕС и Европейской комиссией завершится к концу 2022 г.¹³¹

Каково влияние СВАМ на логистику ж/д и морских поставок?

Прямого влияния СВАМ на исследуемые сегменты нет. Однако, если в Сфере охвата 1 у компании большая доля высокоуглеродного транспорта, то в таком случае он может негативно сказаться на отчетности и выплате квот, а значит, для компании это будет еще одним путем снижения углеродоёмкости своей продукции.

Государства и национальные регуляторы задают рамочные условия и цели для низкоуглеродного развития. Помимо целеполагания, важную роль играет поддержка отраслей для перехода и разработки технологий, которые могли бы обеспечить низкоуглеродное будущее.

ИНВЕСТОРЫ

Другим важным драйвером изменений становятся инвесторы. С одной стороны, все группы инвесторов реагируют на

климатические риски и рассматривают их в той или иной степени как инвестиционные¹³². Некоторые инвесторы движутся дальше, активно вовлекаются в ESG повестку, присоединяются к принципам устойчивого финансирования и выходят из проектов с высокими климатическими рисками.

Ожидается, что потенциальный ущерб от климатических изменений вырастет с 2% ВВП до 4%¹³³ к 2050 г. Риски вызывают нелинейные эффекты и распределены неравномерно («эффект бабочки», высокая уязвимость определенных групп населения). При этом модели рисков, основанные на исторических событиях, становятся нерелевантными, а последствия - плохо предсказуемыми. Это приводит к тому, что исторически стабильные пулы премий и прибыли страховых компаний сокращаются и, возможно, могут исчезнуть в более высокорисковых с точки зрения климата местах и отраслях. Это приводит к тому, что некоторые подверженные климатическим рискам активы станут труднее страховать.

Часть инвесторов принимает на себя дивестиционные обязательства и осуществляет так называемые «дивестиции». Под них попадают проекты, косвенно или напрямую связанные с добычей ископаемого топлива. По данным открытой базы данных по дивестициям¹³⁴, такие обязательства взяли на себя более 1500 организаций по всему миру общей суммой активов под управлением в \$40,43 трлн. Инвесторы все больше внимания уделяют нефинансовой отчетности, показателям устойчивого развития компании и сопряженным рискам и интегрируют эти оценки в свои инвестиционные решения.

Среди последних шагов по включению финансового сектора в повестку декарбонизации стали так называемые Катовицкие обязательства в рамках Конференции сторон (COP24), подписанные в декабре 2018 г. банками BBVA, BNP Paribas, Société Générale и Standard Chartered. Таким образом, банки, с комбинированным кредитным портфелем в 2,4 триллиона евро, обозначили свои намерения использовать их на достижение целей Парижского соглашения. Кроме того, банки зафиксировали намерения совместно работать над дальнейшим совершенствованием показателей и инструментов, необходимых для достижения поставленных целей¹³⁵. Соглашение в Катовице стало базой для формирования Коллективных обязательств по климатическим действиям (Collective Commitment to Climate Action), которое включило в себя уже 30 банков, представляющих портфели на сумму \$13 трлн. кредитного портфеля. Дальнейшие шаги были закреплены в рамках работы the Net-Zero Banking Alliance (инициирован UN Environment Programme Finance Initiative и аккредитован Race to Zero¹³⁶), который объединил 40%

мировых банковских активов, принявших решение к приведению своих кредитных и инвестиционных портфелей к чистым нулевым выбросам к 2050 г. Они также устанавливают промежуточные цели на 2030 г. и обязуются использовать научно обоснованные климатические цели для снижения рисков некорректного учета. Альянс ставит своей задачей укрепление, ускорение и поддержку низкоуглеродных стратегий.

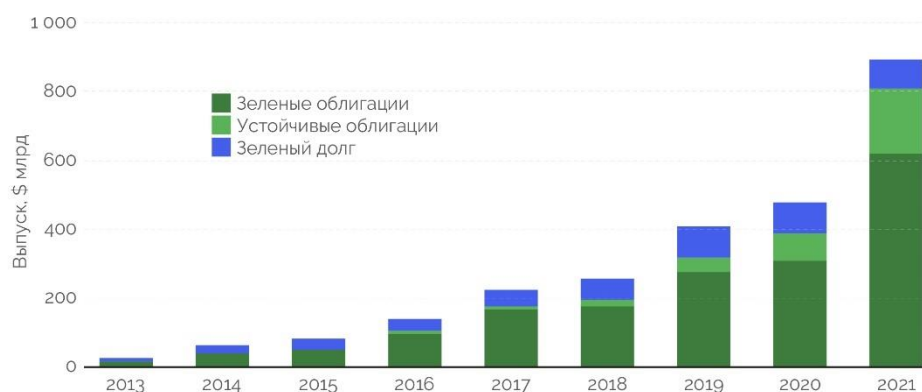
На Конференции сторон в Глазго The Glasgow Finance Alliance for Net Zero¹³⁷ расширил рамку ответственного финансирования, на ноябрь 2021 г. в него вошло более 450 организаций, с финансовыми активами более \$130 трлн¹³⁸.

Ключевые принципы устойчивого и ответственного финансирования закреплены в следующих инициативах:

- The Poseidon Principles¹³⁹;
- Принципы ответственного инвестирования ООН¹⁴⁰ (the Principles for Responsible Investment (PRI)) (270 банков, представляющих более 45% банковских активов);
- Принципы устойчивого страхования (Principles for Sustainable Insurance);
- Carbon Disclosure Project (CDP);
- Рабочая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом;
- Партнерство по финансированию борьбы с изменением климата.

Институциональные инвесторы используют «зеленые» или «устойчивые» инструменты финансирования. Их рынок активно растет. Облигации – наиболее популярный вид «зеленого» и «устойчивого» долга. «Зеленое» финансирование выдается на обеспечение позитивных экологических внешних эффектов, исчисляемых и поддающихся проверке, кроме того, дополняющих обычную деятельность. Такие положительные внешние эффекты влияния на окружающую среду делают возможным использование прав собственности с правом переуступки, признанных международными, региональными, национальными и субнациональными правовыми системами (Рисунок 19).

Рисунок 19 - Объемы «зеленых» заимствований, облигаций, устойчивого финансирования и «зеленого выпуска»

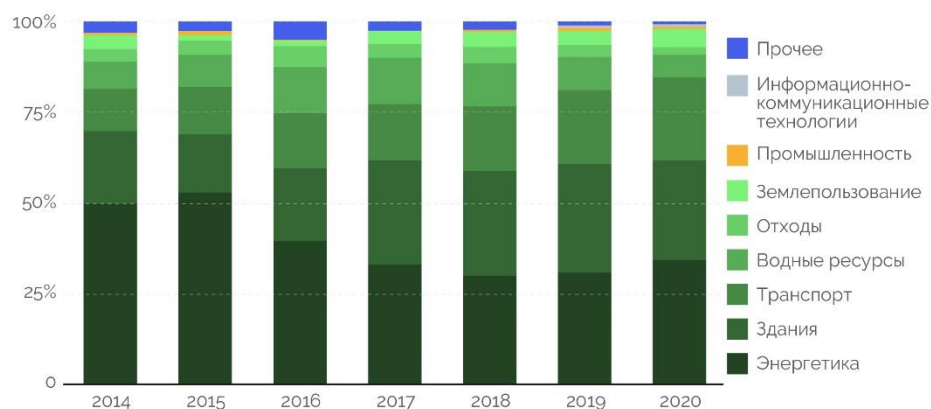


Источник: BNEF ¹⁴¹

Европа является доминирующим регионом выпуска «зеленого долга» в 2020 г. В целом, на долю развитых стран пришелся наибольший объем «зеленого» долга: 80% от общего объема в 2020 г. В общей структуре с 22% до 16% снизилась доля развивающихся рынков за год с 2019 г. В отличие от стран АТР, в условиях пандемии европейские инвесторы только нарастили объем «зеленого» финансирования, придерживаясь политики «зеленого восстановления».

Транспорт, наряду с энергетикой и зданиями, – один из наиболее крупных категорий, которые, к тому же единственные росли в пост-пандемийном 2020 г. Рост инвестиций в транспорт обеспечивался суверенными облигациями и облигациями государственных организаций: 8 из 9 суверенных облигаций включали в себя ассигнования на транспорт (Рисунок 20).

Рисунок 20 - Индустрии выпуска зеленых облигаций в динамике



Источник: Sustainable Debt Global State Of The Market 2020, Climate Bonds Initiative, 2021

«Зеленые» облигации являются наиболее известным инструментом финансирования с фиксированным доходом, предназначенным для привлечения средств в климатические

и экологические проекты. Облигации маркируются «зелеными» или устойчивыми при их соответствии национальным Таксономиям или отраслевым принципам Зеленых облигаций (например, Green Bond Principles (GBP), Sustainability-Linked Bond Principles (SLBP) и проч.). При этом в целом инвесторы готовы платить дороже за «зеленые» облигации: разница составляет 18¹⁴² -20¹⁴³бп между зелеными и сопоставимыми выпусками после налогообложения. В облигациях это может быть выражено двумя эффектами:

- «зелёная премия» - надбавка к цене (более низкая доходность);
- «зелёная скидка» - надбавка к доходности (более низкая цена).

Формирование принципов и стандартов зеленых облигаций стало важным драйвером развития «зеленого» финансирования: ввод «зеленой» маркировки на основании принципов зеленых облигаций ICMA в 2014 г. позволил широкой группе инвесторов диверсифицировать свои портфели. Ehlers и Packer также отмечают, что инвесторы придают значение зеленой маркировке при выпуске облигаций, даже несмотря на то, что дальнейшие финансовые результаты после выпуска сопоставимы с обычными облигациями. Как правило, доходности зелёных и обычных облигаций сравнимого кредитного качества сходятся на вторичном рынке.

Специальные зеленые кредитные линии обычно привязаны к соблюдению установленных критериев. Такие критерии могут заключаться в использовании средств на финансирование технологий и продуктов, которые относятся к «зеленым», которые можно считать экологически чистыми без дополнительной оценки, повышении оценки аккредитованных агентств и рейтингов (например, Sustainalytics, Eco Vadis, Viegeo Eiris), или выполнение закрепленных KPI, привязанных к экологическим показателям компании. Выбор рейтинга зависит от кредитующей организации и инвестора. В таблице ниже представлены ключевые рейтинги, которые применяются логистическими компаниями, которые были рассмотрены в исследовании (Таблица 6). Стоит отметить тот факт, что зачастую рейтинги мало коррелируют по конкретным позициям. Кроме того, существуют опасения, что рейтинги плохо измеряют реальные эффекты декларируемых усилий, в том числе по снижению эмиссий ПГ¹⁴⁴. В связи с этим выбор конкретного рейтинга для участия должен быть связан с предпочтениями кредитной организации, предоставляющей финансирование.

Так, в феврале 2021 г. глобальный логистический провайдер GLP - крупнейший в ATP (за исключением Японии), получил

кредит, привязанный к показателям устойчивого развития в размере \$658 млн.¹⁴⁵ Это один из крупнейших в АТР кредит, открытый для финансирования смягчения последствий изменения климата и строительства экологических зданий. 3-х летняя кредитная линия привязана к показателям компании в рейтинге Sustainalytics. Компания стремится повысить свой рейтинг риска ESG, который отражает прогресс в ESG метриках. Кредитом предусмотрен двухуровневый механизм стимулирования, при котором GLP может снизить процентные ставки при достижении по целевым улучшениям (Рисунок 21-22).

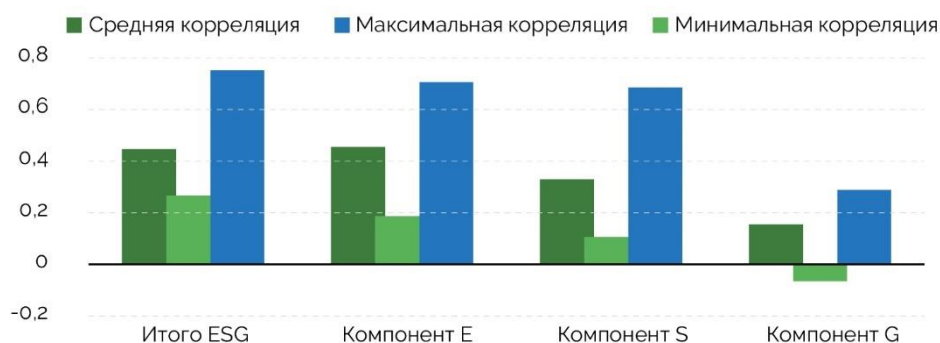
Таблица 6 - Использование оценок ESG-рейтингов компаниями железнодорожного и морского транспорта

Компания	S&P ESG	MSCI ESG Research	Sustainalytics	ISS ESG	CDP
DB	●	●	●	●	●
SNCF	●	●	●	●	●
РЖД	●	●	●	●	●
Indian Railways	●	●	●	●	●
Central Japan Railway	●	●	●	●	●
Mass Transit Railway	●	●	●	●	●
MAERSK	●	●	●	●	●
MSC (Mediterranean Shipping Company)	●	●	●	●	●
Cosco Shipping Int	●	●	●	●	●
CMA CGM	●	●	●	●	●
Hapag-Lloyd	●	●	●	●	●
One (Ocean network Express)	●	●	●	●	●
Evergreen International	●	●	●	●	●
HMM	●	●	●	●	●
Yang Ming Marine transport corporation	●	●	●	●	●

● есть оценка ● не доступна

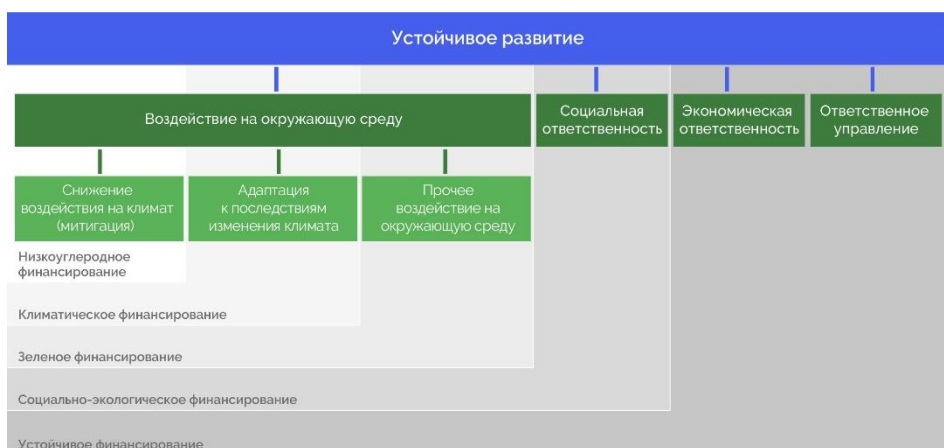
Источник: анализ Лаборатории низкоуглеродной и циркулярной экономики Центра устойчивого развития Школы управления СКОЛКОВО

Рисунок 21 - Корреляция ведущих рейтингов ESG



Источник: European corporate governance institute, август 2021 «ESG rating disagreement and stock returns», Cristensen, Serafeim, Sikochi «Why is Corporate Virtue in the Eye of The Beholder? The Case of ESG Ratings» 2021

Рисунок 22 - Связь между климатическим, зеленым и устойчивым финансированием



Источник: European Commission Defining "green" in the context of green finance Final report

Начиная с 2022 г. европейские банки обязаны будут раскрывать в какой степени их деятельность связана с устойчивым инвестированием в определениях Таксономии ЕС. Одним из наиболее важных показателей является коэффициент экологичности активов (green asset ratio (GAR)), который измеряет долю балансовых рисков кредитного учреждения, относимых к Таксономии¹⁴⁶.

Стоит отметить, что представители различных групп интересов и отраслей отмечают, что рост геополитической напряженности в 2022 году, может внести корректировку в кратко- и среднесрочные инвестиционные решения, снижая приоритет поддержки решений по вопросам климата и ESG¹⁴⁷.

ОЖИДАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Фиксируется значительный прирост количества публичных обязательств по декарбонизации крупнейших компаний

(и потребителей логистических услуг). Важную роль играют публичные климатические обязательства корпораций. Так, в рамках SBTi свои цели поставили более 2840 компаний и институтов, при этом 1042 компании из них заявили о целях Net Zero¹⁴⁸.

Компании-потребители все больше озабочены отслеживанием Scope 3. Согласно данным CDP¹⁴⁹, Scope 3 в среднем в 11,4 раза выше, чем эмиссии операций компаний, и, следовательно, оказывает значительное влияние на общий углеродный след компании и производимой продукции. Всего 11 457 поставщиков CDP из 23 487 запрошенных раскрыли данные по выбросам, однако их число неуклонно растет, как и количество компаний, требующих раскрытия климатической информации от поставщиков (Рисунок 23). Одновременно с этим, уверенно растет запрос потребителей на экологически чистую логистику. По данным Maersk, 2/3 ТОП-клиентов компании установили цели по net-zero или приняли научно обоснованные цели SBTi¹⁵⁰.

Рисунок 23 - Рост отчетности в CDP по цепочке поставок 2008-2021 гг.



Источник: Engaging the chain: driving speed and scale CDP Global Supply Chain Report 2021 FEBRUARY 2022

Конечные потребители не только начинают демонстрировать более избирательное поведение, но готовы платить больше за аналогичный продукт или услугу, предлагаемую экологически ответственными брендами, придерживающимися концепции устойчивого развития. Согласно данным Nielsen (2015)¹⁵¹, продажи продукции, произведенной компаниями, продемонстрировавшими приверженность принципам устойчивого развития, росли в 4 раза быстрее, чем продажи конкурентов. При этом 66% потребителей заявили, что они готовы платить больше компаниям, ответственно относящимся к обществу и окружающей среде, а среди миллениалов таких респондентов было еще больше — 72%.

Влиятельным игроком в экосистеме, окружающей судовладельца, является тот, кто платит за услуги по доставке,

в большинстве случаев грузовладелец. Сами грузовладельцы подчиняются ожиданиям своих клиентов по всей цепочке поставок, которая в итоге заканчивается потребителями, а также финансовыми учреждениями и инвесторами. Это привело к тому, что крупные грузовладельцы объявили об очень амбициозных целях по декарбонизации, причем некоторые из них стремятся к углеродно-нейтральному или углеродно-положительному воздействию к 2040 или даже к 2030 г.¹⁵²

Эти усилия институализированы в рамках инициатив The Sea Cargo Charter (фрахтователи), Clean Cargo Working Group, Global Logistics Emissions Council (GLEC) - GLEC Framework (2016, 2019), the Sustainable Shipping Initiative (владельцы грузов), а также ассоциаций, организаций и платформ: Cargo Owners for Zero Emission Vessels¹⁵³ (coZEV, платформа для сотрудничества грузовладельцев¹⁵⁴), The Smart Freight Shippers Alliance (SFSA) China, Clean Cargo, Getting to Zero Coalition.

Владельцы грузов и другие участники рынка ориентируются на the Environmental Ship Index, IMO's Carbon Intensity Indicator rating, RightShip, Clean Ship Index. По мере роста спроса на экологически чистые продукты и услуги инвесторы и потребители требуют большей прозрачности и подотчетности, которую обеспечивают, с одной стороны, системы рейтингов и независимых оценок (см. выше), или системы сертификации и стандартов ISO.

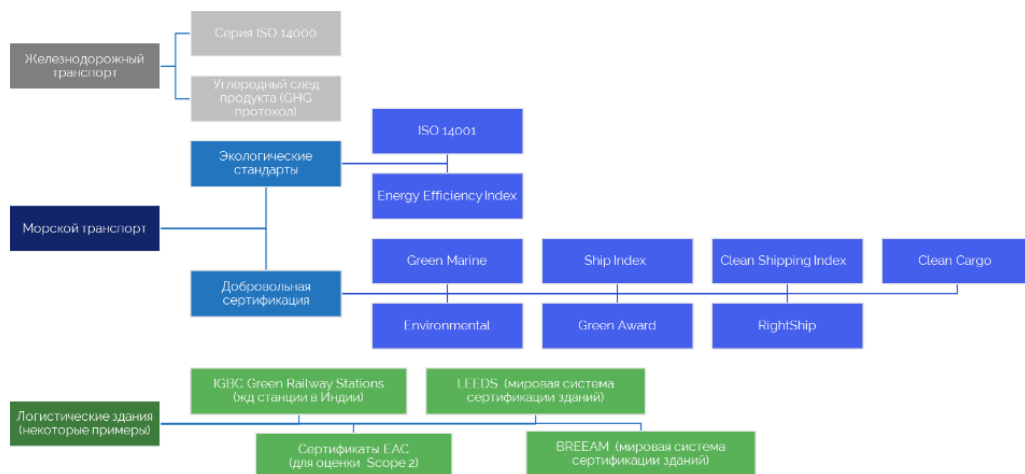
Вопрос о том, произойдет ли декарбонизация — и, как следствие, сокращение мощностей и повышение тарифов — на самом деле будет зависеть от тех, кто должен за это платить. Если проекты судов с нулевым уровнем выбросов будут утверждены во всем мире, то либо грузоотправители должны будут оплатить стоимость перехода на проектирование за счет более высоких ставок фрахта, либо судовладельцы обанкротятся (при условии отсутствия дешевого технологического решения). Если затраты не могут быть напрямую переложены на грузовладельцев, вместимость судов сократится из-за неплатежеспособности, и грузовладельцы в итоге все равно будут платить за декарбонизацию в соответствии с законом спроса и предложения.

При этом страны (особенно в Азии), если захотят избежать будущих затрат на декарбонизацию морских перевозок, теоретически могут заблокировать глобальные правила ИМО и использовать свои финансовые учреждения для финансирования продолжения строительства судов, использующие флотский мазут.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ И ЗЕЛЕННЫЕ СЕРТИФИКАТЫ

Другим эффективным международным инструментом для подтверждения соответствия требованиями и стандартам учета становятся стандарты ISO и добровольные системы сертификации (Рисунок 24).

Рисунок 24 - Экологическая стандартизация и зеленые сертификаты удовлетворяют запрос потребителей на снижение выбросов ПГ



Источник: анализ Лаборатории низкоуглеродной и циркулярной экономики Центра устойчивого развития Школы управления СКОЛКОВО

Экологические сертификаты помогают улучшить глобальные экологические показатели морской судоходной и ж/д отрасли и повысить осведомленность заинтересованных сторон. Использование четких индикаторов и стимулов, таких как снижение портовых сборов, программы экологической сертификации, облегчает компаниям, портовым властям, поставщикам морских и железнодорожных услуг, верфям и другим сторонам возможность внедрения более устойчивых методов и технологий.

Кроме того, в то время, когда потребители все больше обеспокоены воздействием торговли на окружающую среду, получение экологических сертификатов позволяет заинтересованным сторонам удовлетворять растущий спрос на более устойчивые варианты коммерческих перевозок. Предоставляя информацию, необходимую для принятия более рациональных решений, программы экологической сертификации помогают сделать ответственное снабжение более доступным для предприятий, которые используют или хотят использовать морские и ж/д перевозки в рамках своей коммерческой деятельности. Подробнее см. Приложение 2.

КОМПАНИИ ОТРАСЛИ: СТРАТЕГИИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В ЛОГИСТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Компании отрасли оказываются в условиях ужесточения экологических норм со стороны наднациональных и национальных регуляторов, требований со стороны клиентов о повышении прозрачности, отчетности по выбросам ПГ и снижению эмиссии. Кроме того, финансовые учреждения и институциональные инвесторы проявляют повышенное внимание к экологически чистой и устойчивой деятельности компаний. «Зеленая повестка» и проекты позволяют получить доступ к дополнительному финансированию / кредитованию, которое привязано к экологическим характеристикам и декарбонизации деятельности компаний.

Рисунок 25 Влияние повестки декарбонизации на ключевых игроков отрасли

Стейкхолдеры	Климатические риски	Регулярные риски	Финансовые риски	Корпоративные риски	Степень влияния на УС деятельности
Потребители и грузовладельцы	●	●	●	●	●
Владельцы активов и инфраструктуры	●	●	●	●	●
Операторы активов и инфраструктуры	●	●	●	●	●
Оптимизация и аутсорсинг supply chain management	●	●	●	●	●

● Низкое влияние ● Среднее влияние ● Высокое влияние

Источник: анализ Лаборатории низкоуглеродной и циркулярной экономики Школы управления СКОЛКОВО

Повестка декарбонизации затрагивает разных игроков отрасли в разной степени. Под наибольшим давлением оказываются собственники владельцы и операторы активов и инфраструктуры.

Тем не менее, и сами компании отрасли становятся драйвером изменений, поддерживая более амбициозные цели международных ассоциаций.

COP26 закрепил готовность игроков отрасли к принятию более амбициозных целей и развитию низкоуглеродной экономики. В морской отрасли были приняты более амбициозные цели, чем закрепленные ранее ИМО: игроки отрасли договаривались увеличить амбиции с 50% уменьшения выбросов GHG к 2050 г. (по отношению к 2008 г., ИМО) к net zero целям. 14 стран подписали Declaration on Zero Emission Shipping by 2050, а 237 компаний подписали Call to Action for Shipping Decarbonization. Из них: 7 компаний уже добились полной декарбонизации наземной инфраструктуры, 16 собираются достичь этих целей к 2030 г., 8 компаний

поставили цель по декарбонизации морского транспорта к 2040 г., 55 – к 2050-му.

В долгосрочном периоде большинство компаний отражают обе составляющих климатических стратегий: адаптацию (снижение отрицательных эффектов климатических изменений на бизнес, предупреждение возможных последствий от ужесточения регулирования, стоимости инвестиций и страхования) и митигацию (сокращение воздействия на климат конкретные шаги по декарбонизации деятельности компаний и ее поставщиков).

В области морского транспорта в 2018 г. как уже было отмечено ранее, международной Конвенцией МАРПОЛ и соответствующими резолюциями Комитета по защите морской среды ИМО, а также региональными законодательными актами прибрежных государств, сформулированы цели по снижению выбросов ПГ, в т.ч по сокращению выбросов при транспортировке не менее чем на 50% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. В области ж/д транспорта единых целей по углеродной нейтральности нет, они варьируются в зависимости от страны или региона. Вслед за наднациональными, национальными и региональными политиками декарбонизации ж/д и морского транспорта свои стратегии декарбонизации опубликовали и компании. Рассмотрим их на примере крупнейших европейских и азиатских ж/д и судоходных компаний.

В области железнодорожных перевозок три из семи рассмотренных компаний ставят перед собой цели по достижению углеродной нейтральности к 2030-2050 гг. (Таблица 7), в частности немецкая Deutsche Bahn (DB), Indian Railways и East Japan Railway Company. Остальные компании пока не заявляют таких амбициозных целей.

В части принимаемых мер по декарбонизации все компании сходятся на том, что необходимо развивать, ставшие уже традиционными, меры по энергоэффективности, электрификации и переработке отходов¹⁵⁵. Следующим по популярности методом является использование ВИЭ и батарей, что вполне логично в рамках того, что все компании рассматривают электрификацию как одну из главных мер по декарбонизации. Так, например, DB уже достигнута цель по переработке более 95% сырья к концу 2020 г., а к 2025 г. все депо, офисные здания и станции в Германии будут полностью питаться от «зеленой» энергии.

Также компании обращаются к альтернативным видам топлива, так наиболее часто упоминаемыми в стратегиях декарбонизации являются водород, биотоплива и метан.

Отметим решения в области e-mobility и развития велосипедов компанией DB, напрямую они не касаются железнодорожного транспорта, однако то, как пассажиры добираются от и до вокзала или железнодорожной станции тоже влияет на общий углеродный след компании, поэтому эти решения также можно рассматривать как решения по декарбонизации.

В области морских перевозок шесть из десяти рассмотренных компаний ставят перед собой цели по достижению углеродной нейтральности к 2040-2050 гг. (Таблица 8), в частности немецкая AP. Moller-Maersk, Mediterranean Shipping Company, CMA CGM Group, Hapag-Lloyd, Evergreen Line и HMM. Остальные компании пока не заявляют таких амбициозных целей и многие из них придерживаются целей, установленных МАРПОЛ.

В части принимаемых мер по декарбонизации все компании сходятся на том, что необходимо развивать, ставшие уже традиционными, меры по энергоэффективности. Какие-то компании в своих стратегиях указывают переход на дизельное топливо с низким содержанием серы (Low-sulfur oil/VLSFO), а какие-то компании не выделяют этот метод. Однако, по нашему мнению, высока вероятность того, что данный вид топлива используют все компании (или используют скрубберы) в связи с нормами регулирования ИМО относительно выбросов серы¹⁵⁶.

Следующим по популярности методом является использование биотоплив и метана в качестве альтернативных топлив. Биотоплива применяются в основном в смеси с дизельным топливом, а метан компании отмечают, как наиболее подходящее переходное топливо со сниженным углеродным следом. Также некоторые компании отдельно выделяют биометан. Так, BP и Maersk Tankers при поддержке Датского морского управления успешно завершили испытания по использованию судового топлива на основе биотоплива в танкерах-продуктовозах, продемонстрировав, что экологичное биотопливо можно использовать в качестве морского топлива для снижения выбросов углекислого газа при судоходстве в 2019 г.¹⁵⁷

В 2021 компания CMA CGM и энергетическая компания Shell провели первое испытание бункеровки био-СПГ в Роттердаме, проложив путь судоходной компании к достижению своей цели по нулевому выбросу CO₂ к 2050 г.¹⁵⁸ Судно Containerships Aurora, работающее на СПГ, вместимостью 1400 TEU, было заправлено Shell почти 10-процентной смесью био-СПГ с низким содержанием углерода во время захода в Роттердам. Судно приняло около 483 кубометров СПГ, 44 кубометра из которых были био-СПГ.

Водород, ВИЭ, батареи, метанол и аммиак также рассматриваются различными компаниями, однако сами компании признают, что эти технологии необходимо еще развивать для массового внедрения.

Отдельно отметим методы декарбонизации, которые не связаны напрямую с судами. К ним, главным образом, относятся использование ВИЭ в зданиях и сооружениях и использование ж/д транспорта вместо грузового.

Таблица 7 - Стратегии декарбонизации ведущих железнодорожных компаний мира (без учета электрификации, энергоэффективности и переработки отходов – относится ко всем компаниям)

Компания	Цели	Углеродная нейтральность	ВИЭ	Водород	Электрификация	Батареи	Биотоплива	Метан	Автомобильный Транспорт	Велосипеды	E-mobility	Гибриды	NBS ⁹⁵
	<p>К 2030 г. сократить выбросы CO₂ более чем 50% относительно 2006 г. К 2038 г. полностью перевести локомотивы на 100% ВИЭ.</p> <p>С 2025 г. все депо, офисные здания и станции в Германии будут полностью питаться от «зеленой» энергии. Тестируются двигатели на электрической тяге, также рассматривается возможность использования H₂.</p>	2040 (климатическая нейтральность)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	<p>Снижение выбросов CO₂ на 25% к 2025 г. по сравнению с 2016 г. за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> использования мобильных решений на электричестве и биотопливе эксплуатации гибридных поездов с 2020 г. запуска поездов на H₂ с 2022 г. отказа от дизельных двигателей в 2035 г. 		●	●	●	●	●	●				●	●
	<p>Целевыми ориентирами ОАО "РЖД" к 2030 г. в области охраны атмосферного воздуха являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения на 55 % в случае реализации "оптимистичного" сценария, на 35% в случае реализации "консервативного" сценария и на 10 % в случае реализации "пессимистичного" сценария развития природоохранной деятельности; снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников загрязнения на 45 % в случае реализации "оптимистичного" сценария, на 20 % в случае реализации "консервативного" сценария и на 10 % в случае реализации "пессимистичного" сценария развития природоохранной деятельности; снижение уровня годовой эмиссии парниковых газов на 15% в случае реализации "оптимистичного" сценария, на 10% в случае реализации "консервативного" сценария и на 5% в случае реализации "пессимистичного" сценария развития природоохранной деятельности; снижение уровня выбросов оксида азота на 32,6% в случае реализации "инновационного" сценария, на 18% в случае реализации "консервативного" сценария" к уровню 2015 года (Введен Распоряжением ОАО "РЖД" от 22.06.2016 № 1227р) 		●	●	●	●	●						
	Достижение углеродной нейтральности к 2030 г.	2030	●	●	●	●							
	Сократить эмиссии CO ₂ на 50% по сравнению с 2014 г. к 2030 г.	2050	●	●	●	●	●	●				●	
	JR Central реализует План II этапа низкоуглеродного общества (Low Carbon Society Phase II Plan), целью которого является снижение энергопотребления компании на 25 % к концу 2030 г. по сравнению с 1995 г.		●										
	Меры по сокращению выбросов CO ₂ направлены на сокращение потребления энергии и повышение энергоэффективности на всех этапах деятельности компании.		●	●	●								

● Нет ● Да

Источник: см. в разделе «Библиография»¹⁶⁰

Таблица 8 - Стратегии декарбонизации ведущих судоходных компаний мира (без учета энергоэффективности- относится ко всем компаниям)

Компания	Цели	Углеродная нейтральность	Водород	ВИЭ	Low-sulfur oil/VLSFO	Батареи	Биотоплива	СПГ	СУГ	Синтетический метан	BioLNG	Метанол	Аммиак	Переработка отходов	NBS	Переклечение с грузовиков на жд
 MAERSK	Сокращение выбросов на 50% в расчете на перевозимый контейнер флотом Maersk Ocean и сокращение абсолютных выбросов на 70% от полностью контролируемых терминалов. В зависимости от роста морского бизнеса это приведет к абсолютному сокращению выбросов от 35% до 50% по сравнению с базовым уровнем 2020 года.	2040*					●	●				●	●	●	●	●
 MSC	Снизить углеродоемкость судоходства как минимум на 40% к 2030 г. и на 70% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. (ИМО)	2050	●	●		●	●	●			●	●	●	●	●	●
 COSCO SHIPPING	Снизить углеродоемкость судоходства как минимум на 40% к 2030 г. и на 70% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. (ИМО)				●									●		
 CMA CGM	к 2030 году сократить выбросы CO2 на 40% на тонну, перевозимую на километр, — цель, поставленная Международной морской организацией (ИМО)	2050	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
 Hapag-Lloyd	В частности, к 2030 году интенсивность выбросов CO2 всего флота Hapag-Lloyd должна быть снижена на 30%* по сравнению с 2019 годом.	2045*		●		●	●	●								
 ONE <small>OCEAN NETWORK EXPRESS</small>	к 2030 году , сокращение выбросов CO2 на 25% на TEU-км к 2050 году , сокращение выбросов CO2 на 50% на TEU-км (2018 - база)		●				●							●		
 EVERGREEN LINE	к 2030 г. планируется сокращение на 50% по сравнению с базовым уровнем 2008 г.	2050*			●											
 HMM	к 2030 г. планируется сокращение на 50% по сравнению с базовым уровнем 2008 г.	2050	●											●		
 YANG MING <small>Yang Ming Marine Transport Corporation</small>	снизить углеродоемкость судоходства как минимум на 40% к 2030 г. и на 70% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. (ИМО)		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		
 СКО <small>Сербско-ваљ Комадорска линија</small>	Снизить углеродоемкость судоходства как минимум на 40% к 2030 г. и на 70% к 2050 г. по сравнению с 2008 г. (ИМО)							●	●							

* климатическая нейтральность ● Нет ● Да

Источник: см. в разделе «Библиография»¹⁶¹

Кейс DHL

Группа Deutsche Post DHL (DPDHL), ведущий международный логистический оператор, ускоряет темпы запланированной декарбонизации своего бизнеса. Так, в ближайшие 10 лет группа инвестирует в общей сложности 7 млрд евро (в виде эксплуатационных затрат и капитальных вложений) в меры по снижению выбросов CO2.¹⁶² В частности, эти средства будут направлены на альтернативные виды авиационного топлива, расширение парка электрического транспорта с нулевыми выбросами и строительство климатически нейтральных зданий.

Реализуя свою миссию по сведению выбросов к нулю к 2050 г. в течение последних четырех лет, компания поставила новые амбициозные промежуточные цели. Например, в рамках SBTi группа DPDHL взяла на себя обязательство сократить выбросы ПГ к 2030 г. в соответствии с Парижским соглашением по климату. Плановые показатели в области защиты климата были включены в новую программу устойчивого развития DPDHL, в которой компания обозначила свои цели согласно критериям экологического, социального и корпоративного управления (Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG) на ближайшие годы. Помимо обязательств по защите окружающей среды, в ней также определены четкие показатели и меры в области социальной ответственности и корпоративного управления¹⁶³.

Для этого группа предлагает множество инновационных решений, которые способствуют повышению устойчивости цепочек поставок и помогают клиентам достигать целей в сфере экологии. В 2019 г. DPDHL приступила к реализации своей Стратегии-2025, в которой устойчивое развитие стало одним из основополагающих направлений.

Для перевозок на большие расстояния, особенно морским транспортом, использование альтернативных видов топлив является приоритетным направлением компании. К 2030 г. не менее 30% топливных потребностей в морских перевозках будет покрываться за счет экологически чистого топлива. Кроме того, компания осуществляет инвестиции в экологически безопасную недвижимость (офисы, почтовые и логистические центры, склады): все новые здания компании будут климатически нейтральными.

DHL также намеревается в ближайшие годы расширять свой вклад в развитие общества. Компания взяла на себя обязательство ежегодно инвестировать 1% чистой прибыли в свои социальные программы и инициативы¹⁶⁴. Программа GoTrade¹⁶⁵, которая стартовала осенью 2020 г., ставит своей целью предоставить малым и средним предприятиям из развивающихся стран доступ на глобальные рынки. Тем самым она содействует развитию международной торговли. Программа реагирования на чрезвычайные ситуации GoHelp обеспечивает экстренное предоставление бесплатной логистической помощи в условиях природных катастроф и стихийных бедствий. Также компания продолжает развивать программу GoTeach, нацеленную на трудоустройство молодых людей, которые из-за бедности, потери близких или статуса беженца оказались в социально неблагополучных обстоятельствах. Сотрудники DPDHL помогают им получить необходимые навыки для успешного начала трудовой деятельности.

Кейс DP World

Компания взяла на себя обязательство в достижении нулевых выбросов CO₂ к 2040 г. с промежуточной целью сокращения углеродного следа на 28% к 2030 г. DP World в 2022 г. поставила себе следующие цели:

- снижение выбросов CO₂ на 3% по всей Группе;
- 5% снижение интенсивности выбросов CO₂ в портах и терминалах DP World;
- увеличение на 2% объема "зеленой" электроэнергии по сравнению с 2021 г. по всей Группе.¹⁶⁶

Также DP World объединилась с Mærsk Mc Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping с целью снижения выбросов CO₂ в морском секторе, DP World будет формировать долгосрочное стратегическое партнерство с НПО и вносить свой вклад в развитие технологий нулевых выбросов для морского сектора. Некоммерческая организация была основана в 2020 г. при поддержке Фонда А.П. Мёллера и установила партнерские отношения, в частности, с компаниями Alfa Laval Siemens Energy и Maersk. Организация специализируется на исследованиях и разработках в энергетической и грузовой отраслях.¹⁶⁷

В 2021 г. компания MAN Energy Solutions подписала соглашение о сотрудничестве с DP World¹⁶⁸. Соглашение нацелено на совместный прогресс в области декарбонизации и рассчитано на пять лет с возможностью последующего продления. В сферу взаимных интересов двух компаний входят инфраструктура "зеленого" топлива, перспективная конверсия (СПГ, метанол, аммиак и т.д.), гибридные приводы, электромоторы, НИОКР и обучение, а также исследования для дальнейшего снижения воздействия судоходства на окружающую среду с точки зрения потребления топлива и выбросов.

Институализированные усилия компаний, все более масштабные, демонстрируют устойчивое внимание сектора к повестке декарбонизации, не привязанное к экономическим и политическим изменениям. Таким образом фокус на декарбонизацию становится долгосрочным трендом, который в перспективе будет влиять на конкурентоспособность и маржинальность магистральной логистики.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ МИРОВОЙ ОПЫТ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ПОРТОВ

Порты являются воротами для мировой торговли и поэтому считаются катализатором экономического развития стран. Тысячи портов по всему миру занимаются морской

торговлей¹⁶⁹. Порты играют ключевую роль в декарбонизации экономики. Они могут стать катализаторами изменений во множестве секторов, от морского до энергетического, поскольку связывают сушу и море. Порты сами по себе являются экосистемами, в которых взаимодействует множество промышленных секторов, таких как морской, энергетический, логистический и транспортный. В настоящее время каждый из этих секторов имеет свои собственные цели и стратегии декарбонизации для сокращения выбросов углекислого газа и других ПГ. Являясь связующим звеном между ними, порты могут выступать в качестве потенциальных центров декарбонизации и лидеров энергетического перехода¹⁷⁰.

Порты и портовые города используют различные конфигурации приведенных выше методов. Так, Роттердамский порт заключил многостороннее соглашение Rotterdam Climate Agreement, которое содержит около 50 мер по повышению устойчивости портового города и нацелено на 50% сокращение выбросов к 2030 г¹⁷¹. Соглашение подразумевает три шага:

1. Показатели эффективности. Остаточное тепло будет использоваться для обогрева домов, промышленных зданий и теплиц. CO₂ будет улавливаться и храниться в Северном море.
2. Изменение энергосистемы. Многие промышленные процессы требуют высоких температур. Это требует доступной электроэнергии из устойчивых источников, таких как солнце, ветер и вода.
3. Переход от ископаемого топлива к устойчивым источникам энергии.

Сингапур принял стратегию The Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint: Working Towards 2050, согласно которой до 50% судов под флагом Сингапура должны быть зелеными к 2050 г.; к 2030 г. все внутренние портовые суда должны будут работать на низкоуглеродных топливах, а к 2050 г. — на электроэнергии¹⁷².

Порт Лос-Анджелеса, порт Шанхая и C40 Cities работают над сокращением выбросов ПГ на одном из самых загруженных грузовых маршрутов в мире¹⁷³. Так, два порта и отраслевые партнеры, в том числе судоходные линии и грузовладельцы в Китае и США, обязались к концу 2022 г. представить план реализации «зеленого коридора».

РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Декарбонизация может представлять для ж/д и морской судоходной отрасли как риски, так и возможности для новых бизнес-процессов. Ниже в таблице (Таблица 9) приведен анализ вероятных рисков и возможностей, которые они порождают.

Таблица 9 - Риски и возможности декарбонизации для железнодорожной и морской логистики

ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ

Локомотивы

РИСКИ

- Электропоезда требуют электрификации сети, что является дорогостоящим процессом.
 - Электрификация может привести к увеличению спроса на электроэнергию в пиковые часы нагрузки, что потребует использования комбинации ВИЭ и ископаемого топлива, это снизит эффекты от декарбонизации.
 - Электропоезда полагаются на воздушные линии электрификации, которые могут страдать от сбоев в электроснабжении и механических проблем.
 - Углеродный след строительных работ по электрификации ж/д линий может быть очень высоким. Это должно быть компенсировано мерами по сокращению выбросов углекислого газа.
 - Развитие ж/д инфраструктуры требует больших затрат в сравнении, например, с автомобильной.
 - На маршрутах низкой загрузки электрификация нецелесообразна
 - Новые «зеленые» локомотивы требуют высоких капитальных затрат.
 - Плохо развита инфраструктура заправки.
- Длинные циклы технологической адаптации (около 20 лет), что не позволяет быстро перейти на низкоуглеродные решения

ВОЗМОЖНОСТИ

- Электрификация снижает выбросы ПГ. Сейчас это единственная альтернатива дизельному топливу, с нулевым выбросом CO₂ (при условии, что они работают на ВИЭ).
- Быстрее ускоряются и тише.
- Электропоезда легче дизельных и поэтому вызывают меньший износ колес.
- Усиление климатической повестки дает конкурентное преимущество ж/д транспорту, в частности можно привлечь большие инвестиции под строительство новой инфраструктуры или перенаправить транспортные потоки на ж/д как на менее углеродоемкий транспорт
- Внедрение энергоэффективных технологий позволяет снизить углеродный след.
- Привлечение зеленого и устойчивого финансирования под проекты
- Использование гибридных двигателей

Терминалы

РИСКИ

- Развитие ж/д инфраструктуры требует больших затрат в сравнении, например, с автомобильной.

ВОЗМОЖНОСТИ

- Собственная генерация ВИЭ позволит в низкие часы загрузки продавать электричество
- Потребительский спрос на доставку «на следующий день» вырос. В связи с повышенным вниманием общественности к низкоуглеродной повестке, возникает спрос на товары, которые должны быть доставлены быстро и максимально безвредным для окружающей среды способом.
- Некоторые компании стремятся возродить бизнес по доставке посылок и легких грузов, используя электрический пассажирский подвижной состав для доставки легких грузов и посылок из портов и аэропортов в центральные городские районы по железной дороге. Это не только низкоуглеродный вариант, но и позволяет избежать трафика.

МОРЕ

порты

РИСКИ

- У портов могут быть трудности в предоставлении различных услуг бункеровки различными видами топлива

ВОЗМОЖНОСТИ

- Собственная генерация ВИЭ позволит в низкие часы загрузки продавать электричество.
- Генерация ВИЭ позволяет обеспечивать низкоуглеродной «зарядкой» судов с берега, что снижает выбросы как на судах, так со стороны инфраструктуры. Это создает запрос на новую бизнес-схему: своего рода торговый союз между портом, сетевым оператором и судовладельцем.
- Другая роль может заключаться в том, чтобы создать поставщика услуг, который мог бы сыграть роль в электрификации транспорта внутри и за пределами портовой зоны.
- Также в портах может производиться и реализовываться зеленый водород для судов и других потребителей в порту и городе.



- Декарбонизация судов, обслуживающие порты, на данный момент имеет большой потенциал. Например, по данным IRENA- наиболее приемлемым вариантом являются гибридные суда. Также «обкатка» новых технологий на малых судах может послужить хорошей отправной точкой для их масштабирования на крупнотоннажные суда.
- Создание технологических партнёрств и создание зеленых коридоров

суда

РИСКИ

- Усиливающееся углеродное регулирование
- Переход в одиночку сложен для компаний, поскольку судоходство – это сектор, который трудно декарбонизировать быстро
- Новые «зеленые» суда требуют высоких капитальных затрат
- Плохо развита заправочная инфраструктура альтернативных топлив
- Длинные циклы технологической адаптации (около 20 лет), что не позволяет быстро перейти на низкоуглеродные решения

ВОЗМОЖНОСТИ

- Высокий спрос на международные морские перевозки
- Создание технологических партнёрств
- Развитие энергоэффективных технологий
- Ко-локация топлива, произведенного из природного газа, и топлива, произведенного из ВИЭ, может привести к дальнейшему снижению затрат.
- Более молодые суда, эксплуатируемые сегодня, должны быть модернизированы, чтобы ускорить переход на топливо с нулевым содержанием углерода.

КОНТЕЙНЕРЫ

CoC

РИСКИ

- Необходимо возвращать контейнер, возврат пустого контейнера увеличивает углеродный след

ВОЗМОЖНОСТИ

- Складные контейнеры
- Совместная аренда

SoC

ВОЗМОЖНОСТИ

- Складные контейнеры
- Выбор ответственного изготовителя контейнера
- Если нет груза на обратный путь, сдача в аренду

Источники: составлено авторами по данным IRENA (2021), A pathway to decarbonise the shipping sector by 2050, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

РОССИЙСКИЙ КОНТЕКСТ

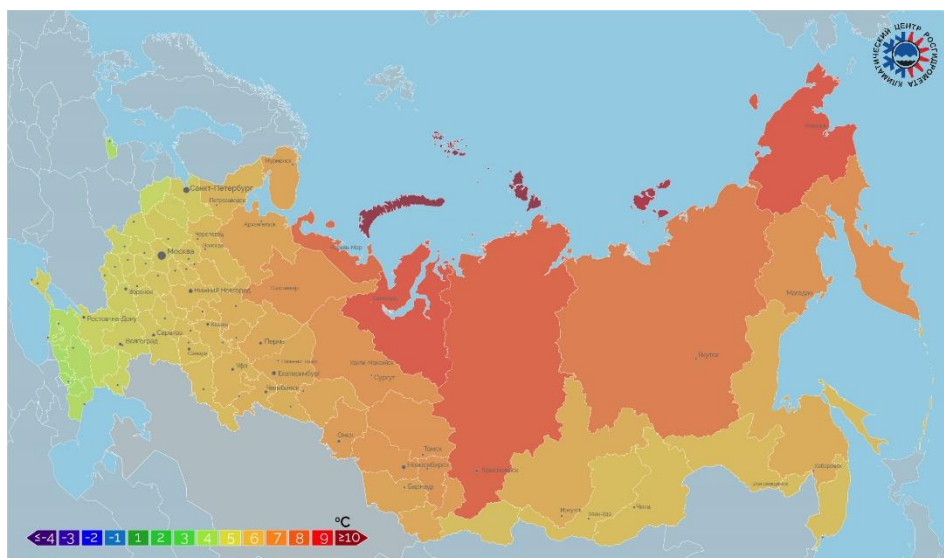
КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ В РОССИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЛОГИСТИКУ

Территория РФ. Россия в бóльшей части затронута последствиями изменения климата по сравнению со средним по миру, и вынуждена серьезно рассматривать риски изменения климата для транспортной отрасли, предпринимать действия по адаптации и митигации. С другой стороны, страна обладает большой протяженностью и выходами к точкам морской логистики – и может в полной мере воспользоваться открывающимися возможностями.

В период 1976-2019 гг. на территории России было зафиксировано потепление на уровне 0,47 °С за десятилетие – то есть более чем в два раза выше, чем в среднем по миру (0,18 °С/10 лет).

В Европейской части России ожидается увеличение числа и амплитуды наводнений, вызванных осадками во всех сценариях (от 1,5 °С и выше), при этом снижение вероятности разливов рек и повышение числа пожаров (в сценариях потепления на 2 °С и выше) (Рисунок 26). Теплеют все 4 сезона практически во всех регионах. Общее количество опасных метеорологических явлений за последние 20 лет в России увеличилось почти в 2 раза¹⁷⁴.

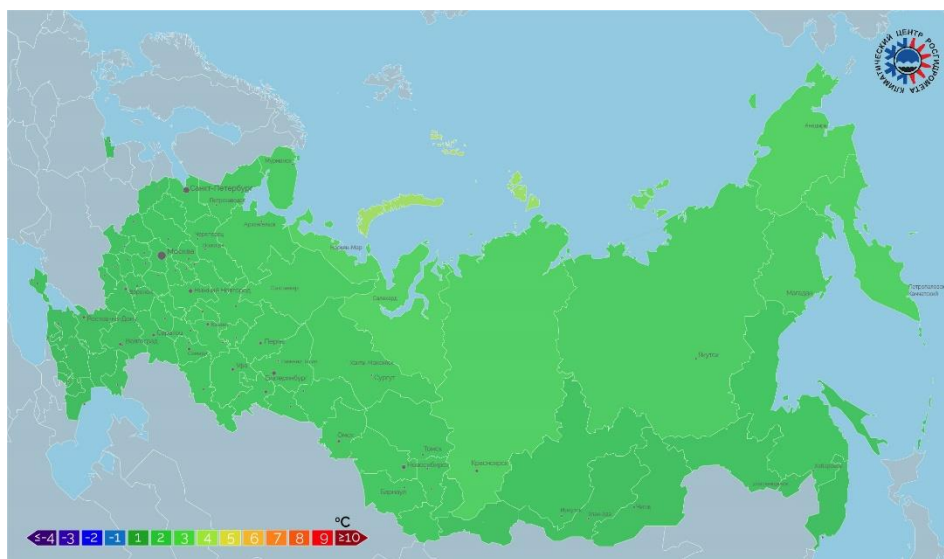
Рисунок 26- Сценарные прогнозы на основе глобальных моделей CMIP5, сценарий RCP8,5 (изменения по отношению к базовому климатическому периоду 1981-2000 гг.)



Источник: Сценарные прогнозы на основе глобальных моделей / Климатический центр Росгидромета // URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/klimat/izmenenie-klimata-rossii-v-21-veke>

На территории России исторически (за период 1976–2016 гг.) годовые осадки уверенно растут – на 2,1 % каждые 10 лет¹⁷⁵. Особенно это касается весенних осадков – 5,9 %/10 лет, и до 20%/10 лет в Восточной Сибири (Рисунок 27). При этом в летний период наблюдается убывание количества осадков, особенно в южных областях. Такой тренд отслеживается на территории РФ, за исключением северных регионов.

Рисунок 27 - Сценарные прогнозы на основе глобальных моделей CMIP5, сценарий RCP2,6 (изменения по отношению к базовому климатическому периоду 1981-2000 гг.), временной период – 2080-2099 гг.



Источник: Сценарные прогнозы на основе глобальных моделей / Климатический центр Росгидромета // URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/klimat/izmenenie-klimata-rossii-v-21-veke>

Сибирь и северные территории: сезон пожаров будет увеличиваться и усиливаться. Средняя скорость ветра на поверхности снизилась и будет продолжать снижаться.

КАК САНКЦИИ ВЛИЯЮТ НА УГЛЕРОДНЫЙ СЛЕД ЛОГИСТИКИ

Последствия СВО на Украине и введенных санкций, существенно меняют логистические потоки, что не может не сказаться на углеродном следе товарных потоков. Детальный анализ этих эффектов целесообразно вынести в отдельное исследование, которое проанализировало бы изменения товарных потоков по ключевым группам товаров, увеличение/изменение расходов топлива и объемов эмиссий парниковых газов по регионам и видам транспорта.

Тем не менее, масштабный вклад негативных климатических эффектов этого противостояния уже очевиден. Приведем лишь некоторые примеры:

- Закрытие воздушного пространства ряда зарубежных стран для авиакомпаний РФ и российского воздушного

пространства для судов зарубежных авиакомпаний оказало существенное воздействие на авиатранспортировки. В силу своих размеров и интегрированности в международную авиалогистику, значимость российских ограничений несопоставимо выше, чем более ранние меры в отношении Ирана или Северной Кореи. Более всего затронуты маршруты между Европой и севером АТР – Японией, Южной Кореей и Китаем. Также возросла длина маршрутов на перелетах между США и Индией. Среднее увеличение полетного времени 3,5 часа, что соответствует примерно 40 т CO₂ на каждый авиарейс. Удлинение маршрутов также сокращает объем карго, перевозимого на одном рейсе, что еще больше увеличивает и без того высокий углеродный след авиаперевозок;

- Санкции, затронувшие морские перевозки нефти, нефтепродуктов, зерна, СПГ и других товаров из РФ уже привели к задержкам и остановкам товарных потоков, что увеличивает расход топлива и углеродный след доставляемой продукции;
- Изменение протяженности и скорости движения контейнерного транзита из Китая в Европу. До начала специальной операции в феврале 2022 г. в Украине одним из основных маршрутов контейнерного транзита из Китая в Евросоюз был маршрут через Казахстан, Россию и Беларусь в польские Малашевичи. Альтернатива – через маршрут ведет через Украину в Венгрию, однако события в Украине практически исключили из транзита и эту страну. Китайцы, наиболее заинтересованные в Новом шелковом пути, быстро отреагировали на изменение политической ситуации. Уже 13 апреля загрузили первый товарный состав, который отправился по новой стыковке из Сианя в Мангейм в Германии в обход России. Маршрут проходит через Казахстан, Каспийское море, Азербайджан, Грузию, затем по Черному морю в Румынию, затем через Венгрию, Словакию и Чехию в Германию. Его длина составляет 11,3 тыс. км.

При этом, важно отметить, что географическое положение России позволяет значительно снижать выбросы парниковых газов за счет более коротких транспортных плеч. Это касается большинства логистических сегментов, в частности морского судоходства и развития железных дорог.

ОСОБЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И МОРСКОГО ТРАНСПОРТА В РОССИИ

В России отсутствует специфическая методология для отраслевого расчета. Используются Методические указания по количественному учету выбросов ПГ, утвержденных приказом МПР № 300 от 30.06.2015, и Методические рекомендации по добровольной инвентаризации выбросов в субъектах Федерации, утвержденных распоряжением МПР № 15р от 16.04.2015, ФЗ №296 об ограничении выбросов парниковых газов.

На национальном уровне в РФ в 2021 г. был принят 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов»¹⁷⁶. Закон закрепил меры по ограничению выбросов, в т.ч. государственный учет выбросов ПГ регулируемых организаций, целевого показателя сокращения ПГ в масштабе экономики страны, ведение кадастра ПГ и реестра углеродных единиц и других мер. Поэтапно будет введена отчетность о выбросах ПГ с 2023 г. (для регулируемых организаций с выбросами от 150 тыс. т CO₂ и выше в год). С 2025 г. – она распространится на организации с массой выбросов от 50 тыс. т CO₂ и более.

ОАО «РЖД» использует Методику определения количества выбросов ПГ в ОАО «РЖД». Методика сформирована на базе Методических указаний и руководстве по количественному определению объема выбросов ПГ организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации, утвержденной приказом Минприроды от 30.06.2015 №300.

Для морского транспорта наиболее распространенными мерами является модернизация портового оборудования, энергоэффективности (как зданий, так и судов) и развитие альтернативных топлив.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ И МУНИЦИПАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ СТРАТЕГИЙ В РЕГИОНАХ РФ СО ЗНАЧИМЫМ ВКЛАДОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ И МОРСКОЙ ЛОГИСТИКИ

Региональные стратегии декарбонизации и адаптации в России на данный момент можно охарактеризовать как фрагментарные. Во многом это связано с тем, что основные Федеральные законы были приняты мене года назад. В частности, Распоряжение Правительства РФ N 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г.» датируется октябрём 2021 г., а Федеральный закон от 02.07.2021 N 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», вступил в силу только 30.12.21.

В целом на данном этапе наиболее сформированной стратегией является «Сахалинский эксперимент». В стадии разработки находится стратегия декарбонизации Ленинградской области. Многие города входят в Национальный проект «Чистый воздух», который формально не является проектом по декарбонизации или адаптации, но некоторые его меры направлены на снижение выбросов ПГ.

САХАЛИН

В конце 2021 г. был принят ФЗ о проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации («Сахалинский эксперимент»). Это региональный эксперимент по достижению углеродной нейтральности к 31.12.2025 с возможностью расширения на другие субъекты, срок эксперимента – с 01.03.2022 до 31.12.2028¹⁷⁷

Он предусматривает:

- обязательная расширенная углеродная отчетность и квотирование выбросов ПГ (в отношении прямых выбросов на территории эксперимента);
- плату за невыполнение квоты;
- создание системы обращения углеродных единиц и единиц выполнения квоты;
- формирование системы независимой верификации данных о выбросах и поглощении ПГ, требования к экспертам по верификации¹⁷⁸.

Потенциал сокращения выбросов ПГ в результате реализации указанных программ и мероприятий оценивается в 1,464 млн. т CO₂-экв в 2025 г. от базового 2019 г.¹⁷⁹. Достижение климатической нейтральности региона предполагается достичь следующими мерами:

- замена дизельных и мазутных котельных на природный газ;
- перевод техники, автомобилей, общественного транспорта на экологические виды топлива. На Сахалине открывают газовые и электрические заправки. в 2025 г. в области планируется достичь показателя в 100 тысяч единиц транспортных средств, использующих природный газ, и 10 тысяч – электрических;
- ВИЭ - солнечные, геотермальные, приливные, ветряные, а также малые ГЭС. К 2025 г. их доля в общем объеме производства энергии должна составить не менее 15%;

- формирование водородного кластера, который включает в том числе пилотный проект по организации железнодорожного сообщения с применением локомотивов на водородных топливных элементах, планируемый к запуску в 2024 г. (в 2019 г. соглашение о сотрудничестве по реализации проекта подписали РЖД, Росатом, Трансмашхолдинг и власти Сахалинской области)^{180, 181};
- мероприятия по устойчивому управлению лесами, площадь которых составляет 68% территории региона¹⁸².

Башкирия, Хабаровский край, а также Иркутская и Калининградская области могут присоединиться к Сахалину, который уже проводит климатический эксперимент по достижению углеродной нейтральности¹⁸³.

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Ленобласть договорилась с Центром стратегических разработок о создании дорожной карты для снижения углеродной емкости на региональном уровне. Соответствующее соглашение было подписано в рамках Балтийского регионального инвестиционного форума BRIEF'21, где одним из ключевых вопросов повестки как раз являлась декарбонизация¹⁸⁴. В целом рассматриваются следующие меры по декарбонизации:

- повышение энергоэффективности в сфере ЖКХ, например перевод котельной с мазута или угля на газ;
- создание инфраструктуры электрозаправок;
- внедрение новых стандартов энергоэффективности в проектировании жилья;
- повышение энергоэффективности за счет улучшения теплоизоляционных свойств;
- работа с потребителями;
- переработка отходов производства и потребления;
- создание карбоновых полигонов и карбоновых ферм — культивирование тех растений, которые улавливают углекислый газ;
- улавливание и захоронение CO₂¹⁸⁵;
- ВИЭ;
- продвижение решения о включении атомной энергетики в «зелёную»;
- законодательная инициатива о включении новых земель в лесовосстановление¹⁸⁶.

ПРОЕКТ «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»

Национальный проект «Чистый воздух» направлен на улучшение экологической обстановки в ряде городов России: Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец, Чита. Большинство городов с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха расположены в Сибири¹⁸⁷. Предполагается, что принимаемые там меры обеспечат кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах. Федеральным проектом предусмотрены мероприятия по снижению выбросов от промышленных предприятий, объектов коммунальной и транспортной инфраструктуры¹⁸⁸.

С точки зрения декарбонизации наиболее распространённой мерой является перевод транспортных средств на газомоторное топливо и на электричество, модернизация промышленных предприятий. Ниже приведены некоторые примеры мер в рамках Национального проекта «Чистый воздух».

В рамках проекта «Чистый воздух» в Кузбасском регионе ставятся следующие цели по декарбонизации и адаптации:

- снижение общей антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе повышения экологической эффективности экономики. Снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 77,07 тыс. тонн (21,51%) в городе Новокузнецке к 31.12.2024. Снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в городе Новокузнецке к 31.12.2024 с «очень высокого» до «повышенного»;
- сохранение и восстановление биологического разнообразия Кемеровской области – Кузбасса;
- обеспечение населенных пунктов, объектов экономики и социальной сферы сооружениями инженерной защиты¹⁸⁹.

В рамках проекта «Чистый воздух» комплексный план г. Омска включает мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ от:

- транспорта (в т. ч. перевод транспорта на газ, обновление подвижного состава, развитие дорожной инфраструктуры);
- промышленных предприятий, направленные на внедрение новых технологических решений с использованием НДТ и т.д.;
- предприятий теплоэнергетики и частного сектора¹⁹⁰.

В рамках проекта «Чистый воздух» в Магнитогорске и Челябинске цель, которая может быть отнесена к целям и мерам по декарбонизации, это модернизация транспортной инфраструктуры, включая мероприятия:

- по переводу транспорта на экологичные виды топлива;
- по обновлению транспортного подвижного состава и контактной сети электротранспорта;
- по строительству дорожной инфраструктуры.

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

Границы Северного морского пути определены в «Кодексе торгового мореплавания Российской Федерации», принятого 30 апреля 1999 № 81-ФЗ (в редакции от 11.06.2021)¹⁹¹ (Рисунок 28).

Под акваторией Северного морского пути понимается водное пространство, прилегающее к северному побережью Российской Федерации, охватывающее внутренние морские воды, территориальное море, прилежащую зону и исключительную экономическую зону Российской Федерации и ограниченное с востока линией разграничения морских пространств с Соединенными Штатами Америки и параллелью мыса Дежнева в Беринговом проливе, с запада меридианом мыса Желания до архипелага Новая Земля, восточной береговой линией архипелага Новая Земля и западными границами проливов Маточкин Шар, Карские Ворота, Югорский Шар.

Рисунок 28 - Карта Арктической зоны РФ и основных внутренних водных путей (Географическая зона исследования)



Источник: «Инвестиционные проекты и транспортная инфраструктура Арктической зоны Российской Федерации». Григорьев М.Н. Научные труды Вольного экономического общества России № 2/2021. Том 228. Москва.

Согласно данным спутниковых измерений NOAA, за период 1979–2021 гг. в Северном полушарии сокращение площади морских льдов составило 10,14% за каждые 10 лет¹⁹².

Арктический лед истончается, уменьшается доля многолетнего льда. Такие условия открывают возможности по более интенсивному и продолжительному использованию Северного морского пути, в перспективе, более короткому каналу транспортировки между Китаем, Японией, Кореей и ЕС. При этом, вне зависимости от траектории потепления, большую часть года на акватории СМП будут присутствовать дрейфующие льды, риск сильных ледовых сжатий, торосистые льды в холодный период года. Все эти условия потребуют содержания ледокольного флота для обеспечения безопасной проводки судов по арктическим морям. Дискуссии по поводу того, возможно ли снижение выбросов ПГ за счет использования СМП, продолжаются. Длина маршрута Шанхай-Роттердам через Суэцкий канал составляет 10486 миль, тогда как через СМП – всего 8087¹⁹³. Однако арктический маршрут требует других типов судов и скорости движения, учета сезона навигации и специфики обеспечения безопасной проводки судов, что усложняет расчеты. Согласно некоторым подсчетам, за счет использования СМП возможно обеспечение снижения выбросов ПГ при торговле между Китаем, Японией, Кореей и ЕС на 23 %, при использовании СПГ – на 38 %, при использовании безуглеродного аммиака, водорода или атомного флота – на 100 %¹⁹⁴.

СЕВЕРНЫЙ ШИРОТНЫЙ ХОД

Северный широтный ход — строящаяся железнодорожная магистраль. Ее протяженность составит 707 км. Она соединит станцию Обская Северной железной дороги со станцией Коротчаево Свердловской железной дороги. В рамках реализации проекта будет построен мост через реку Обь и железнодорожная часть моста через реку Надым. Часть проекта должна реализовываться по концессии. Изначально предполагалось, что проект будет реализован в 2018-2023 гг. однако сроки были перенесены. В марте 2022 г. Правительство РФ сообщило¹⁹⁵, что ФНБ выделит на строительство СШХ 70,3 млрд рублей.

В целом инвестиции в СШХ составят 517 млрд рублей. При этом разные участки магистрали будут финансировать разные структуры. Сейчас модель СШХ поделена на шесть участков, 70,3 млрд рублей из ФНБ будут направлены на самый сложный этап — строительство железнодорожного моста через реку Обь с подходами общей протяженностью 39 км. Деньги выделяют несколькими траншами в период с 2023 по 2027 г. включительно. При этом сроки реализации проекта могут увеличиться из-за проблем с поставкой импортного оборудования.

Северный широтный ход свяжет ямальские месторождения с российской ж/д сетью и сократит путь ввоза и вывоза грузов с полуострова более чем на 800 км. Сокращение пути позволит снизить углеродный след на 14,44 CO₂ на тонно-километр¹⁹⁶. Время в пути уменьшится на двое-трое суток. Кроме того, новая дорога поможет высвободить провозные мощности южного хода, Транссиба и БАМа. Возможная перспектива электрификации маршрута, так же может существенно снизить углеродный след.

ВОСТОЧНЫЙ ПОЛИГОН

Восточный полигон российских железных дорог обеспечивает работу сразу нескольких трансевразийских коридоров. По его ключевым магистралям осуществляются:

- перевозки грузов из западных регионов страны и с месторождений Урала и Сибири в сторону портов Дальнего Востока и далее морем к растущим рынкам АТР;
- отправки через ж/д сухопутные переходы Дальнего Востока, в частности через южный Транссиб и станцию Забайкальск к промышленным центрам и портам Китая;
- отправки по транзитному маршруту через территорию Монголии.

Кроме того, Восточный полигон обеспечивает пассажирское сообщение между обширными территориями Дальнего Востока.

В настоящее время развитие Восточного полигона имеет первостепенное значение как для российских компаний-грузовладельцев, отправляющих грузы в восточном направлении, так и для ОАО «РЖД», которое стремится укрепить международные позиции российских ж/д коридоров. Постепенно растущее значение Восточного полигона привело к разработке комплексного инвестиционного проекта развития ж/д инфраструктуры, который ОАО «РЖД» реализует с 2013 г. и планирует завершить к 2025 г. При этом возникают риски, что сроки ввода проекта в эксплуатацию могут быть сдвинуты.

Программа модернизации Восточного полигона включает два последовательных этапа проекта «Модернизация БАМа и Транссиба», проект «Транссиб за 7 суток» и проекты развития Красноярской железной дороги, в частности участок Междуреченск – Тайшет и далее Артышта – Междуреченск – Тайшет. Основная цель указанных проектов состоит в устранении сдерживающих факторов для обеспечения достаточной пропускной способности железных дорог по

перевозке дополнительного объема грузов российских компаний.

В перспективе ОАО «РЖД» планирует электрифицировать пути Восточного полигона, а также использовать локомотивы на газомоторном топливе¹⁹⁷.

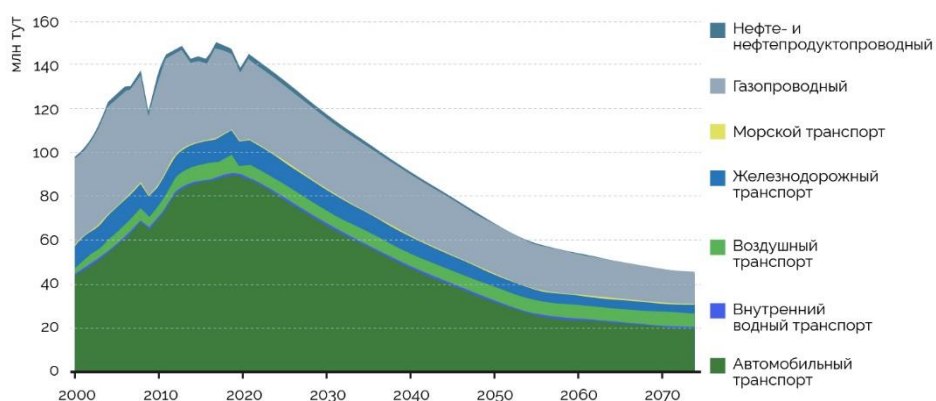
Также предполагается газифицировать инфраструктуры Восточного полигона:

- перевод котельных на использование природного газа;
- перевод парка магистральных локомотивов на использование СПГ;
- перевод парка маневровых локомотивов на использование СПГ;
- электрификация БАМ с использованием стационарных генерирующих установок, работающих на природном газе.

ПЕРСПЕКТИВЫ БУДУЩЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РОССИЙСКОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО И МОРСКОГО ТРАНСПОРТА

В исследовании ЦЭНЭФ-XXI и Школы управления СКОЛКОВО¹⁹⁸ представлен прогноз, описывающий результаты моделирования траектории развития России по сценарию углеродной нейтральности. Среди прочих отраслей российской экономики был рассмотрен и транспортный сектор. В сценарии достижения Россией углеродной нейтральности, в настоящее время энергопотребление в транспортном секторе находится на пиковом значении. По данному прогнозу, при развитии страны по сценарию углеродной нейтральности потребление энергии должно постепенно сократиться до 46 млн к 2075 г.

Рисунок 29 Динамика потребления энергии транспортом в сценарии углеродной нейтральности ЦЭНЭФ-XXI



Источник: данные за 2000-2018 гг. - оценки по данным ЦЭНЭФ-XXI по данным Росстата. Прогнозные оценки - ЦЭНЭФ-XXI и МАДИ¹⁹⁹.

Согласно расчетам, для достижения целей, в период с 2018 по 2050 г. потребуется обеспечить сокращение удельного расхода энергии в ж/д транспорте на 40%, за счет роста доли грузовых перевозок и переключения на электротягу. В структуре энергобаланса доля электроэнергии возрастет до 95% в 2075 г. В топливном балансе тепловозной тяги к 2050 г. возрастет доля биотоплива до 2,5% и природного газа до 20%, однако после 2040 г. предполагается падение доли данных видов топлив вследствие замещения тепловозной тяги электротягой.

Согласно прогнозу, оптимизация эксплуатации судов и их модернизация приведет к сокращению удельного расхода энергии на морских судах до 8,1 гут/т-км (на 3,8 гут/т-км), на внутренних водных судах до 5,6 гут/т-км (на 3,9 гут/т-км). В топливном балансе водного транспорта ожидается увеличение использования биотоплива и газомоторного топлива/метано-водородной смеси до 2,6% и 8% соответственно.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В РФ, по данным Исследования цифровой зрелости отрасли транспорта и логистики²⁰⁰, ж/д транспорт активнее использует цифровые инструменты, чем сектор водных перевозок, который включает в себя морской транспорт. При этом в общемировом масштабе уровень эффективности транспорта и логистики ниже среднемирового. Таким образом, РФ демонстрирует значительные потенциал использования цифровых технологий в транспорте и логистике как с точки зрения развития цифровой инфраструктуры, так и с точки зрения повышения конкурентоспособности сектора (Рисунок 30).

Рисунок 30 - Уровень цифровой зрелости российского сектора железнодорожных и водных перевозок



Источник: Исследование цифровой зрелости отрасли транспорта и логистики

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ РОССИЙСКИХ КОМПАНИЙ В ОБЛАСТИ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ И АДАПТАЦИИ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

Российские компании пока не так активно развивают свои стратегии в области декарбонизации, по сравнению с крупнейшими зарубежными компаниями. При этом, стоит отметить, что в транспортном секторе наиболее детально проработанной является Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2030 г. Компания концентрируется на повышении электрификации, что, однако, делает компанию зависимой от уровня выбросов ПГ внешних поставщиков электроэнергии. Также компания рассматривает проекты по использованию ВИЭ и метана.

Так в области ВИЭ в стратегии говорится о «введении в целях обеспечения энергобезопасности перевозочного процесса в число инвестиционных и инновационных приоритетов разработку и использование на железнодорожном транспорте альтернативных возобновляемых энергоресурсов, развитие собственной генерации энергии на нетяговые нужды, внедрение энергоемких накопителей энергии, существенного повышения эффективности рекуперации энергии²⁰¹». Так же в области потребностей стационарной энергетики будет использовано до 10% энергии нетрадиционных возобновляемых источников (биотопливо, энергия солнца, ветра, водородные топливные элементы, диметилэфир и др.).

На ряде объектов РЖД уже более 10 лет используются солнечные электростанции. Примером может послужить мини-электростанция мощностью 31 кВт, которую компания ввела в эксплуатацию в конце 2019 г. на станции Светлоград Северо-Кавказской железной дороги.

Компания также постепенно переходит на ВИЭ и в тепло-снабжении объектов инфраструктуры. За последние 5 лет закрыто более сотни мазутных и угольных котельных с переводом потребителей на экологически чистые источники энергии. Эти меры обеспечат снижение выбросов в атмосферу не менее чем на 30 тыс. т в год.²⁰²

Что касается газа, то ему уделяется внимание как на стационарных объектах РЖД, так и на локомотивах. По стационарной теплоэнергетике стратегия компании предусматривает к 2030 г.:

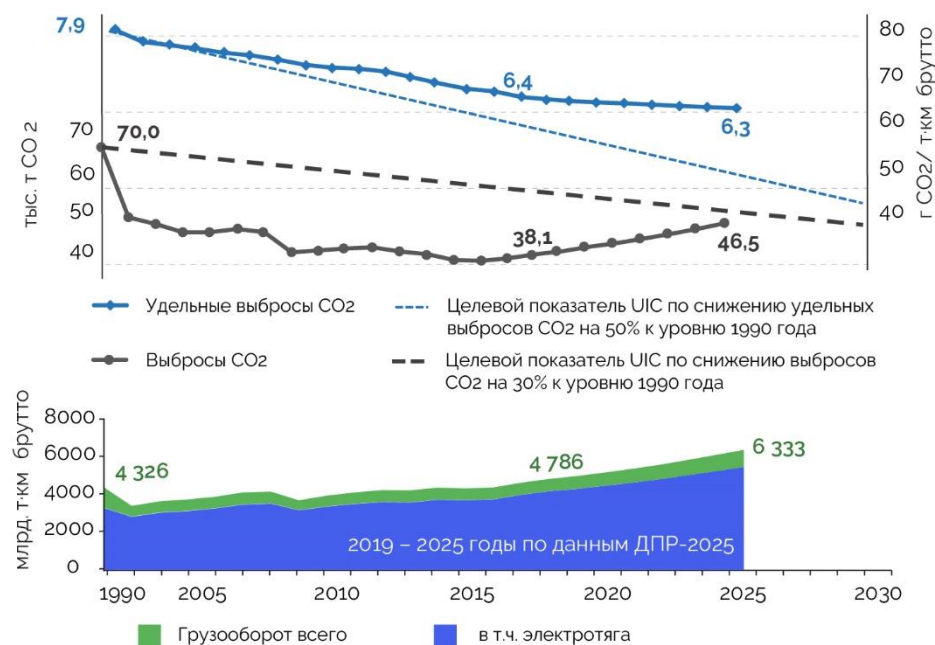
- снижение потребления угля и мазута ежегодно на 3% в связи с переходом на электроотопление и модульные газовые котельные;

- снижение приобретения тепловой энергии со стороны ежегодно на 10% за счет собственной генерации энергии;
- увеличение потребления природного сжатого газа ежегодно на 5% и сжиженного газа в 2 раза за счет перевода стационарной теплоэлектроэнергетики на газовые технологии²⁰³.

В локомотивах ожидается от 10% до 50% замещения дизельного топлива газом. Учитывая возможности локомотивостроения и необходимость создания инфраструктуры газоснабжения локомотивов, наиболее реальным вариантом, при благоприятном развитии газодобывающей и газоперерабатывающей отраслей, может стать средний вариант - 25% замещения дизельного топлива к 2030 г.²⁰⁴.

Стоит отметить, что за 30 лет с 1990 г. по 2019 г. удельные выбросы CO₂ в компании РЖД (по всем направлениям: и грузовым и пассажирским) снизились на 20%, однако это не совсем соответствует целевым показателям МСЖД (Международного союза железных дорог) в 2019 г. Фактические удельные выбросы в 2019 г. превышали целевые на 3% (Рисунок 31).

Рисунок 31 - Показатели работы ОАО «РЖД»



Источник: ЗЕЛЕНОЙ ЭКОНОМИКЕ - ЗЕЛЕНЫЙ ТРАНСПОРТ, Заместитель начальника Департамента технической политики ОАО «РЖД» ИВАНОВ Борис Иванович, Международный железнодорожный салон пространства 1520, Продвижение Экспо, 2019

В сентябре 2020 г. ОАО «РЖД» разместило первые в России зеленые бессрочные облигации на сумму 100 млрд руб. на

Московской бирже. Облигации размещены с целью финансирования зеленых проектов (закупка электровозов и электропоездов Сапсан, Ласточка, строительство и реконструкция инфраструктуры, электрификация инфраструктуры), а также рефинансирования понесенных затрат по зеленым проектам в соответствии с Концепцией финансирования проектов устойчивого развития, и которые удовлетворяют основным положениям утвержденной Экологической стратегии. 10 декабря 2020 г. RZD Capital Plc, дочерняя компания ОАО «РЖД», разместила первые социальные еврооблигации на сумму 25 млрд руб.

Средства от размещения будут направлены на финансирование и рефинансирование расходов, связанных с реализацией социальных проектов, которые включены в Концепцию финансирования социальных проектов ОАО «РЖД», в том числе проекты повышения транспортной доступности, предоставления медицинских и образовательных услуг и др.

Однако отметим, что в международном инвестиционном сообществе эта информация не была так оптимистично принята в силу того, что компания пока мало соответствует ESG критериям. Так, Гендиректор РЖД, после размещения в конце 2020 г. социальных еврооблигаций заявил, что получил «записку» от инвестфонда PIMCO, что тот не стал участвовать в размещении, так как более 50% грузооборота РЖД составляли «углеродные грузы»²⁰⁵.

В 2019 году в рамках крупнейшего международного железнодорожного салона «PRO//Движение. Экспо» был представлен концепт-дизайн маневрового гибридного локомотива ТЭМ5Х АО «Трансмашхолдинг». В этом же году между АО «Трансмашхолдинг», ОАО «РЖД» и АО «Роснано» было подписано соглашение о создании четырёхосного контактно-аккумуляторного электровоза ЭМКА2 и двухосного гибридного тепловоза ТЭМ5Х. Номинальная мощность ТЭМ5Х по дизелю составляет 200 кВт (268 л.с.); по накопителям – 240 кВт (326 л.с.); запас топлива – 1000 кг; По предварительным оценкам, ТЭМ5Х позволит сократить эксплуатационный расход топлива на 30% по сравнению с тепловозами с большим количеством осей и эмиссию до 55%²⁰⁶. ТЭМ5Х – локомотив для маневрово-вывозных работ на предприятиях и вокзалах, в т.ч. закрытого типа, также подходит для обслуживания промышленной инфраструктуры. ЭМКА2 обозначается как локомотив для частично электрифицированных вокзальных комплексов и промышленных предприятий.

Кроме того, Россия обладает уникальным опытом разработки, внедрения и эксплуатации магистральных и маневровых локомотивов на СПГ:

- первый в России магистральный газотурбинный локомотив ГТ1-001 был разработан в 2007 г. по заказу ОАО «РЖД». Газотурбовоз обладает мощностью 8300 кВт. В 2012 г. он был модернизирован - дизельный двигатель, используемый для маневрового режима, был заменен аккумуляторными батареями - и получил индекс «h» (что означает гибрид) – ГТ1h-001²⁰⁷;
- в 2013 г. на базе экипажной части тепловоза ТЭМ7А был построен грузовой газотурбовоз с модернизированным оборудованием ГТ1h-002. Он разрабатывался для вождения грузовых поездов весом свыше 6000 т на сети железных дорог колеи 1520 мм. Данный газотурбовоз не имеет аналогов в мире - мощность энергетической установки составляет 8500 кВт, запас СПГ - 20 тн²⁰⁸;
- в 2013 г. ОАО «БМЗ», входящий в состав ЗАО «Трансмашхолдинг», изготовил первый в мире газопоршневой тепловоз ТЭМ19-001 по инициативе ОАО «РЖД»²⁰⁹. К 2016 г. полный комплекс испытаний газотепловоза, включая сертификационные, был завершен. Во время подконтрольной эксплуатации на Свердловской железной дороге были выявлены следующие отличия газопоршневого от маневрового тепловоза²¹⁰:
 - удельные затраты на топливо снижены до 26 %;
 - экономия затрат в течении жизненного цикла газотепловоза составляет 5,7%.
- в 2022 г. АО «СТМ» получила сертификат соответствия на четырехосный маневровый газопоршневой локомотив ТЭМГ1, который не имеет аналогов в России. Он оснащен двумя силовыми установками, использующими СПГ в качестве топлива, а также в него внедрены передовые технические решения (асинхронный привод вспомогательных машин, модульная конструкция и микропроцессорная система управления и диагностики). Опытно-промышленная эксплуатация локомотива запланирована на 2022 г. в Оренбургском филиале ООО «Газпромтранс»²¹¹. Применение СПГ позволяет сократить выбросы CO₂ до 40% и сэкономить затраты на топливо до 50% по сравнению с традиционным дизельным тепловозом²¹².

Среди основных преимуществ локомотивов с газотурбинным двигателем (ГТД)²¹³ отмечают: перемещение составов большой длины и массы благодаря высокой мощности таких

локомотивов (например, мощность ГТ1h в 2 раза превышает мощность тепловоза 2ТЭ11б в 4400 кВт); существенное снижение эксплуатационных затрат за счет использования более дешевого топлива; повышение срока службы; использование СПГ в качестве топлива уменьшает объемы выбросов по сравнению с тепловозами.

Газотурбовозы высокой мощности предназначены для эксплуатации на неэлектрифицированных участках сети железных дорог с высокой нагрузкой. В настоящее время около половины участков общего пользования российской железнодорожной сети не электрифицированы²¹⁴.

Стоит отметить, что тяговый подвижной состав на СПГ имеет большой потенциал в секторе частных и промышленных перевозок. В настоящее время основным заказчиком разработок тягового подвижного состава на СПГ является ОАО «РЖД»²¹⁵, который сотрудничает с дочерними компаниями ПАО «Газпром».

На текущий момент переход на использование природного газа в качестве моторного топлива на железнодорожном транспорте в России сдерживается в силу ряда следующих факторов²¹⁶:

- недостаточные объемы финансирования НИОКР по созданию тягового подвижного состава нового поколения, использующего природный газ в качестве моторного топлива;
- отсутствие нормативных требований к экологичности железнодорожных транспортных средств (тяга), вплоть до запрета эксплуатации устаревших дизельных локомотивов в мегаполисах, где расположены сортировочные станции;
- отсутствие необходимого нормативного регулирования (необходимо разработать требования к объектам заправки, хранения СПГ для железнодорожного транспорта, перевозке СПГ железнодорожным транспортом);
- отсутствие подготовленного персонала для работы с тяговым подвижным составом, использующим СПГ.

На данный момент перспективные магистральные локомотивы, работающие на СПГ, разрабатываются по техническим требованиям ОАО «РЖД» двумя машиностроительными холдингами^{217 218}:

- АО «Трансмашхолдинг» создает шестиосный маневровый газотепловоз ТЭМ29, серийное производство которого ожидается с 2023 г., в рамках

программы мероприятий по реализации Соглашения с ПАО «Газпром»;

- АО «Трансмашхолдинг» разрабатывает магистральные локомотивы с газодизельной силовой установкой ЗТЭЗОГ, старт производства которых ожидается с 2024 г.;
- в рамках соглашения с АО «СТМ» предусмотрена разработка и поставка с 2025 г. двухсекционного шестнадцатисосного магистрального тепловоза 2ТЭ35АГ.

Морской транспорт. Согласно стратегии ПАО «Совкомфлот» до 2025 г.^{219, 220}, деятельность компании по снижению выбросов ПГ направлена на использование современных энергоэффективных судов и альтернативных видов топлива, разработку и внедрение новых методов защиты окружающей среды, внедрение инноваций, снижение энергопотребления и повышение квалификации персонала. Первые проекты по переводу морских судов на использование СПГ и созданию бункеровочной инфраструктуры СПГ реализуются в морских портах Балтийского бассейна, который входит в зону контроля выбросов окислов азота (NECA) и серы (SECA).

ПАО «Совкомфлот» - пионер перехода на газомоторное топливо в России. Компания специализируется на перевозке углеводородов, в том числе по СМП. Она обладает успешным опытом по внедрению СПГ в качестве основного топлива для крупнотоннажных танкеров. В ходе эксплуатации судов выявлено, что использование СПГ позволяет сократить выбросы CO₂ на 30% по сравнению с судами, использующими традиционное топливо²²¹. Кроме того, эффективность двигателей при использовании СПГ возрастает на 20% по сравнению с применением жидкого судового топлива.

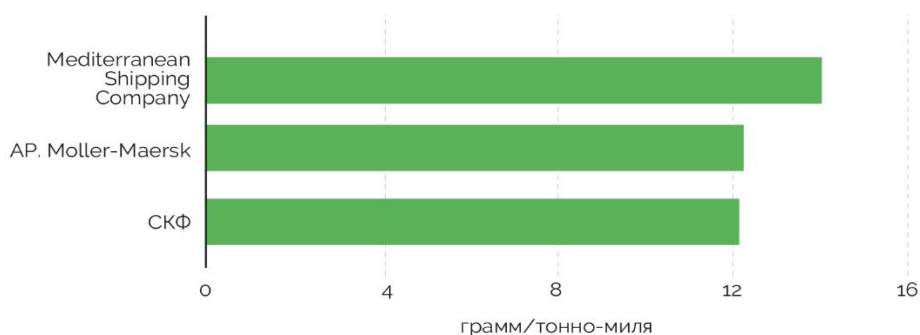
Компания²²² наращивает долю СПГ в общем объеме потребляемого флотом топлива. К концу 2019 г. число танкеров типа Aframax, способных работать на СПГ-топливе, в составе флота СКФ возросло до шести. Если по итогам 2020 г. 16% судов компании работали на СПГ, то к 2025 г. более 40 судов будут использовать СПГ в качестве основного вида топлива²²³.

Компания также пополняет свой флот энергоэффективными судами нового поколения с широким использованием инновационных технологий, разрабатывает для каждого судна планы повышения энергоэффективности (SEEMP, Ship Energy Efficiency Management Plan) в целях контроля выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами, а также выполняет директиву Совета Европейского союза № 2012/33/ЕС «О сокращении содержания серы в некоторых

видах жидкого топлива», используя судовое топливо с пониженным содержанием серы.²²⁴. Устройства для обеспечения снижения сопротивления в воде дают экономию топлива 5-10%. Оптимизация формы носа и корпуса судна – от 2 до 20% экономии. Оптимизация скорости движения судна и пути следования – 2-50%.²²⁵

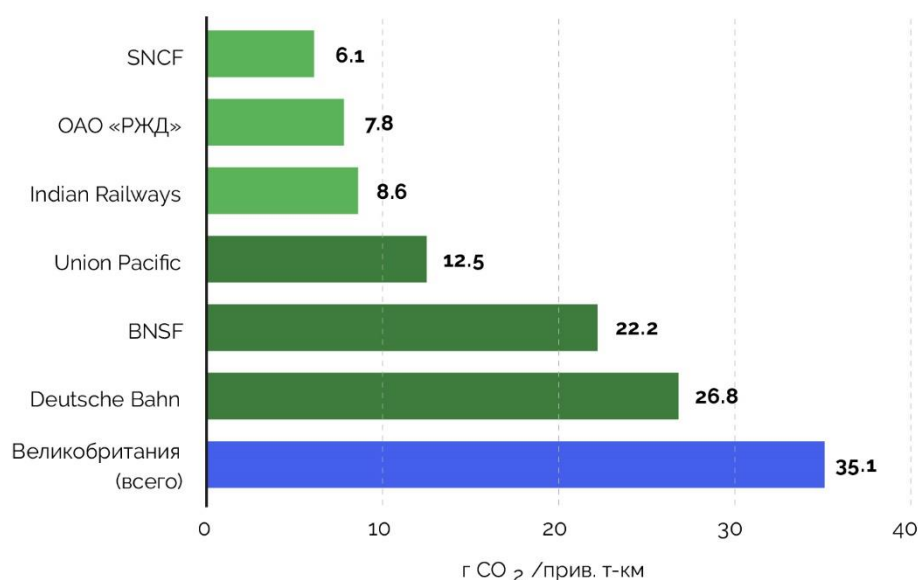
Стратегии российских компаний во многом схожи. В области стратегии декарбонизации они опираются на внедрение методов энергоэффективности и использования метана в качестве альтернативного топлива. Также отметим, что обе компании при сравнении удельных выбросов на единицу транспортной работы выглядят достаточно конкурентоспособными по сравнению с крупнейшими мировыми ж/д и судоходными компаниями (Рисунок 32-33).

Рисунок 32 - Индекс операционной эффективности (ЕЕОI) судов некоторых компаний в 2020 г



Источник: Годовые отчеты и отчеты по Устойчивому развитию компаний за 2020 г.

Рисунок 33- Удельные выбросы ПГ на единицу приведенной работы ж/д транспорта



Источник: Мировой рынок железнодорожного машиностроения 2019/2020. Аналитический обзор/ Ю.З. Саакян, В.Б. Савчук, А.А. Поликарпов [и др.]. – М.: ИПЕМ, 2021. – 144 с.

МИНИ-КЕЙС «ЗЕЛЕНый ПОРТ»

Проект «Зеленый порт»

С 2021 года Группа компаний «Дело» развивает стратегический пилотный проект «Зеленый порт». В рамках проекта осуществляется комплексная программа, нацеленная на снижение углеродного следа нескольких логистических терминалов Группы. Программа включает в себя переход к использованию низкоуглеродных источников энергии, энергоэффективного освещения (в «НУТЭП» за три года доля светодиодных ламп выросла с 24% до 76% в, в «КСК» в административных зданиях предприятия – 100%), прорабатывается вопрос полного либо частичного перехода к низкоуглеродной перегрузочной технике и подвижному составу, а также проведена реконструкция, обеспечившая возможность обслуживания судов с меньшими удельными показателями выбросов на тонну груза.

С 1 января 2022 года²²⁶ крупнейшие терминалы в Азово-Черноморском регионе России ООО «Контейнерный терминал «НУТЭП» и АО «Зерновой терминал «КСК» в г. Новороссийске (входят в ООО «ДелоПортс», стивидорный актив Группы) были переведены на возобновляемую энергию. Электроэнергию, выработанную на ВЭС (ветряных электростанциях), поставляет АО «Атомэнергопромсбыт» (входит в АО «НоваВинд», дивизион ГК «Росатом» по ветроэнергетике).

По оценке АО «НоваВинд», потенциальное снижение выбросов от перехода с природного газа на энергию ветра по НУТЭП и КСК составит порядка 6,8 и 5,7 тыс. тонн CO₂/год соответственно²²⁷. Такое снижение напрямую отразится на расчётных показателях отчетности о косвенных выбросах (Охват 2 и 3) для клиентов терминалов. За счет перехода на ВИЭ показатели коэффициента выбросов (кг CO₂-экв. на т выбросов ПГ) терминалов оказались существенно ниже среднеотраслевых: более 25% и 65% (для НУТЭП и КСК соответственно). Ожидается, что после выхода на проектную мощность терминала КСК, удельные показатели продолжат снижение.

Для обеспечения выполнения целей проекта «Зеленый порт» и в рамках реконструкции зернового терминала КСК, была запущена модернизированная трансформаторная подстанция № 30, увеличена мощность двух трансформаторов до 400 кВт. Реконструкция терминала также позволила запустить в эксплуатацию глубоководный причал № 40А и другие объекты, а также принимать суда 10 тыс TEU. По данным компании, удельные выбросы CO₂ на тонну груза судов такого размера меньше на 60% по сравнению с судами в 4 тыс TEU. Таким образом, Группа вносит косвенный вклад

по сокращению выбросов парниковых газов в судоходстве в Азовско-Черноморском регионе.

Водный транспорт является одним из приоритетных сегментов транспортного комплекса страны с точки зрения внедрения природного газа в качестве моторного топлива. Это обусловлено потенциальной емкостью рынка и необходимостью снижения объемов выбросов в окружающую среду. Также, бункеровка морских судов СПГ в морских портах РФ может стать перспективным направлением деятельности на отечественном бункерном рынке.

В 2020 г. первый российский нефтеналивной типа Aframax - «Владимир Мономах» -, построенный ССК «Звезда», был передан заказчику АО «Роснефтефлот». Танкер такого размера был построен в России впервые и возглавил строительство серии подобных судов. Установленная на нем биотопливная энергоустановка может работать как на традиционном топливе, так и на СПГ²²⁸.

Также в 2020 г., на ССК «Звезда» приступили к строительству другой серии – танкера-газовоза ледового класса ARC7, предназначенного для перевозки СПГ в суровых климатических условиях Арктики. На судах устанавливаются двухтопливные паровые турбины, работающие как на отпарном газе, так и на судовом мазуте²²⁹. Танкеры обладают ледопроеходимостью до 2,1 м, мощность силовой установки равна 45 МВт, вместимость СПГ-танков – 172,6 тыс. м³²³⁰. В феврале 2022 г. стартовало строительство седьмого судна²³¹. Серия из 15 таких танкеров строится в интересах ПАО «НОВАТЭК» для проекта «Арктик СПГ-2»²³².

Переходу морских судов на использование природного газа способствует и необходимость обновления состава флота в силу высокого уровня износа судов²³³.

При этом использование СПГ на российских морских судах сдерживается следующими факторами:

- отсутствие береговой инфраструктуры, в частности пунктов технического обслуживания;
- отсутствие судов-бункеровщиков;
- нехватка квалифицированных кадров;
- высокая стоимость переоборудования силовых установок на действующих судах.

Россия является единственной в мире страной, обладающей гражданским атомным флотом. В его состав входят четыре судна ледокольного класса («Ямал», «50 лет Победы», «Таймыр», «Вайгач»), а также единственный действующий лихтеровоз-контейнеровоз «Севморпуть» с атомной

энергетической установкой. Это уникальное грузовое судно имеет следующие технические характеристики²³⁴: мощность реакторной установки 40 тыс. л.с., дедвейт – 33240 т., вместимость 1324 TEU, скорость хода – 20,8 узлов. Суда предназначены для работы в тяжелых логистических и климатических условиях Арктики. Их главным преимуществом является независимость от бункеровки, а также высокая агрегатная мощность ядерных установок, которая позволяет увеличивать размеры и развиваемые скорости судов²³⁵.

Ядерные суда мощнее обычных ледоколов, и позволяют увеличивать продолжительность Арктической навигации²³⁶. В настоящее время запущены проекты по строительству новых ледоколов на замену существующих, исчерпавших свой ресурс. В рамках проекта 22220 спущены на воду ледокол «Арктика» и первый серийный ледокол «Сибирь», второй серийный атомоход «Урал» находится в процессе строительства (сдача заказчику запланирована на конец 2022 г.)²³⁷. Также в рамках данного проекта запланирован ввод в эксплуатацию ледоколов «Якутия» и «Чукотка» в 2024 и 2026 г. соответственно^{238,239}. В 2022 г. в рамках проекта «Лидер» началось строительство самого мощного в мире атомного ледокола «Россия» (ввод в эксплуатацию в 2027 г.)²⁴⁰.

ВЫВОДЫ ДЛЯ ИГРОКОВ ОТРАСЛИ

1. Регулирование выбросов на национальном и наднациональном уровне ужесточается, становится все более комплексным и расширяет сферу действия. Увеличивается количество потребителей и финансовых институтов, чувствительных к параметрам углеродоемкости логистической деятельности. Это напрямую влияет на конкурентоспособность компаний отрасли.
2. Несмотря на то, что компаниям отрасли доступен широкий спектр методов декарбонизации, многие из них технологически незрелы. Цифровизация и энергоэффективность становятся сравнительно недорогими методами снижения эмиссии CO₂.
3. Существенная часть инвестиционных решений отрасли принимается с учетом требований по снижению углеродного следа по всей цепочке логистических услуг. Это касается и решений по развитию портов и железнодорожной инфраструктуры (что способствует росту доли грузов перевозимых на самых низкоуглеродных видах транспорта), и решений по обновлению парка тепловозов и флота судов. При обновлении флота и парка тепловозов рассматриваются возможности использования энергоэффективных инженерных решений и низкоуглеродных топлив.
4. При этом физические последствия климатических изменений также являются существенными, и требуют отражения в стратегиях и инвестиционных программах компаний.
5. Повестка декарбонизации затрагивает разных игроков отрасли в разной степени. Под наибольшим давлением оказываются собственники владельцы и операторы активов и инфраструктуры.
6. Для потребителей и грузовладельцев наиболее актуальными методами декарбонизации становятся выбор поставщиков с низким углеродным следом, переход на низкоуглеродные источники энергии, энерго- и ресурсоэффективность, декарбонизация основной деятельности.
7. Для владельцев активов и инфраструктуры, а также операторов наиболее актуальными направлениями декарбонизации являются: переход на низкоуглеродные источники энергии, использование альтернативных топлив, энерго- и ресурсоэффективность, в том числе повышение конструктивной и операционной эффективности эксплуатации, модернизация и выбор в пользу низкоуглеродных решений для активов и инфраструктуры.
8. Для уровня оптимизации и аутсорсинга supply chain management наиболее актуальными направлениями

декарбонизации являются: внедрение решений для повышения прозрачности выбросов, оптимизация маршрутов, увеличение доли транспортировки морем и ж/д транспортом, выбор транспорта на альтернативном топливе, выбор поставщиков с низким углеродным следом, энерго- и ресурсоэффективность. Значительную роль играют цифровые и «безлюдные» технологии.

9. Логистические здания являются важным эмиттером в отрасли, поэтому декарбонизация энергоснабжения, повышение ресурсоэффективности, внедрение цифровых технологий и электрификациях/перевод на альтернативные топлива техники, становятся важными элементами декарбонизации компаний.
10. Учитывая значимость экспортно-ориентированных товарных потоков, логистические компании в РФ должны соответствовать общемировому тренду сокращения углеродного следа. В противном случае продукция российских металлургов, производителей удобрений и т.д. начнет проигрывать по углеродному следу поставщикам из других регионов.
11. Россия может реализовать несколько технологических траекторий декарбонизации магистральной логистики: на базе природного газа, на базе низкоуглеродного водорода и аммиака, на базе низкоуглеродной электроэнергии ВИЭ и атома, на базе биотоплив. Кроме того, в силу своего географического местоположения, РФ может создавать уникальные новые транспортные коридоры, ориентированные на использование низкоуглеродных топлив и позволяющие переключать большие трансконтинентальные потоки с авиа и авто на железнодорожный и морской транспорт. Примерами таких коридоров могут стать СМП, Северный широтный ход, трассы на юг.
12. В текущем контексте, необходимо синхронизировать программы декарбонизации транспорта с энергетическими стратегиями РФ, программами машиностроения и производства оборудования.

ВЫВОДЫ ДЛЯ РЕГУЛЯТОРОВ

1. Климатические стратегии в магистральной логистике формируются под влиянием регуляторов, инвесторов и потребителей. Ж/д транспорт в большей степени регулируется национальными политиками, а морское судоходство регулируется ИМО в большей степени и национальными политиками – в меньшей.
2. Регуляторы, создавая различные стимулы для декарбонизации обычно фокусируются на мерах по электрификации и энергоэффективности. При этом, могут устанавливаться целевые значения углеродоёмкости, запреты на определенные виды топлива и т д
3. Развитие низкоуглеродной транспортной инфраструктуры зачастую осуществляется при значительной государственной поддержке, зачастую в форме ГЧП. Водородные кластеры – один из самых распространенных примеров этих практик
4. Учитывая идущие масштабные проекты по созданию новых транспортных коридоров (СМП, Северный широтный ход) необходимо предусмотреть развитие низкоуглеродных транспортных решений, которые будут способствовать глобальной конкурентоспособности перевозимых по этим коридорам товаров.
5. В России, с точки зрения национальных и региональных регуляторов, есть области для роста. В частности, видится важным формулирование конкретных целей по декарбонизации для отраслей в среднесрочном и долгосрочном периоде, а также разработка мер, способствующих стимулированию снижения парниковых газов.
6. На национальном уровне нормативы выбросов парниковых газов в морском и железнодорожном транспорте на текущий момент отсутствуют, однако в дальнейшем будут устанавливаться в соответствии с 296-ФЗ.
7. При этом у компании РЖД есть цель в Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» до 2025 г. снизить удельный уровень выбросов парниковых газов по отношению к 2018 г. на 4,5%. В области международного морского судоходства Россия подчиняется целям и правилам ИМО (МАРПОЛ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. БАРЬЕРЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

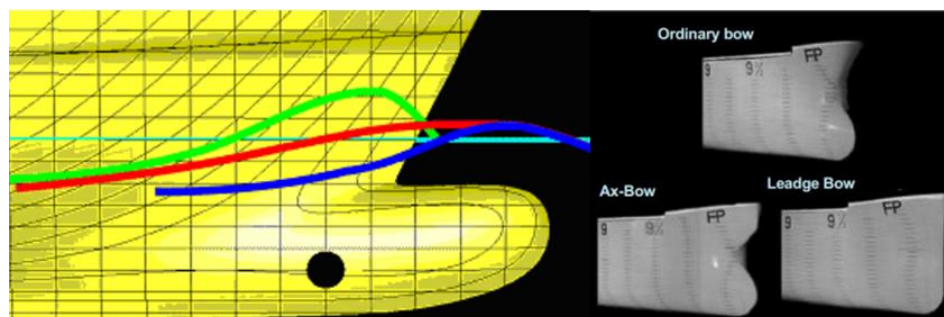
ИЗМЕНЕНИЕ КОРПУСА (ОБВОДОВ) СУДНА;

В целом оптимизация корпуса судна направлена на минимизацию сопротивления путем снижения волнового сопротивления и трения между водой и корпусом. Важно понять, какой тип судна подлежит оптимизации. Снижение сопротивления трения повышает энергетические характеристики судна, особенно на низких скоростях. Работоспособность и эксплуатационные характеристики судна должны быть рассмотрены в деталях. Меры по улучшению корпуса обычно применяются на судах новой постройки, но также применимы и при модернизации действующих судов.

ОПТИМИЗАЦИЯ НОСОВОЙ ЧАСТИ СУДНА

Различные варианты оптимизации носовой части судна могут улучшить обтекание корпуса водой и уменьшить сопротивление, создаваемое волнами, для больших судов. Средний потенциал снижения энергии составляет от 2,5-20% (Рисунок 34).

Рисунок 34 - Виды обтеканий носовой части судна



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Левая часть картинки: Зеленая линия характеризует обычную носовую волну корпуса. Синяя линия характеризует волну, образованную бульбом. Красная линия — это сумма этих двух линий. Высота носовой волны заметно уменьшается, что снижает сопротивление корпуса, связанное с носовой волной. Это улучшает экономию топлива и увеличивает дальность хода.

Правая часть картинки: Обычная бульбообразная носовая часть, носовая часть AX-Bow и носовая часть в виде топора.

Расширение бульбообразного носа ниже ватерлинии изменяет обтекание корпуса судна водой, уменьшая

сопротивление и тем самым увеличивая скорость, дальность хода, топливную экономичность и устойчивость. Измененная конструкция ах-bow - узкая носовая часть прорезает воду для уменьшения размера волны. Благодаря этому гребной винт может работать более эффективно. Топорный нос позволяет судну хорошо рулить, поддерживать скорость, а двигателю экономить топливо. Если модифицировать бульбообразный нос, то, по оценкам, инвестиции будут иметь короткую окупаемость - около 1-3 лет²⁴¹. Это наиболее перспективно для контейнеровозов.

Препятствия: Оптимизация носовой части судна (как модернизация) должна быть выполнена в сухом доке. Еще одно препятствие может возникнуть из-за ограниченного доступа к оригинальным контрактным планам корпуса судна, поскольку верфи не всегда стремятся предоставлять подробные планы своих судов во избежание копирования технологий²⁴².

Техническая зрелость: Технология доступна на рынке и эффективна.²⁴³

Применимость: Применима ко всем типам судов, но наиболее эффективна для танкеров, поскольку снижение волнового сопротивления оказывает наибольшее влияние на данные виды судов.

ПОКРЫТИЕ КОРПУСА

Улучшение гладкости корпуса с помощью покрытий может снизить трение и ограничить обрастание водными организмами корпуса судна (Рисунок 35). Это может сэкономить от 1 до 9 % топлива.

Рисунок 35 - Пример покрытия корпуса судна



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Затраты подразумеваются на протяжении всего срока службы судна, и для получения топливной выгоды их необходимо повторять каждые пять лет.

Барьеры: Покрытие обычно требуется наносить только в сухом доке. Самополирующееся покрытие необходимо обновлять через 3-5 лет.

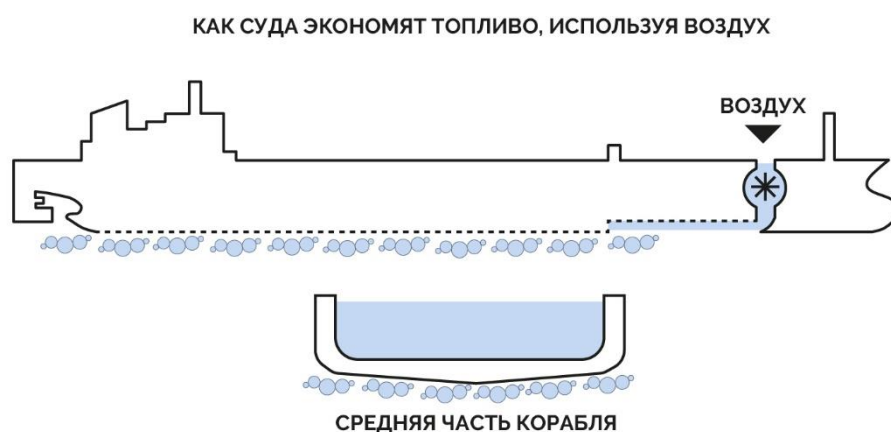
Техническая зрелость: Технологии нанесения покрытий доступны на рынке. Срок окупаемости короткий.²⁴⁴

Применимость: Технология применима ко всем судам.

СИСТЕМЫ ВОЗДУШНОЙ СМАЗКИ (ALS)

Технология воздушной смазки создает слой пузырьков под уже обтекаемым корпусом для дальнейшего снижения трения. Система автоматизации регулирует работу компрессоров/воздуходувок в зависимости от скорости судна. Нагнетатель поддерживает в отверстиях воздух и необходимое давление. Тонкий слой пузырьков, сливается в один большой "воздушный слой" по всей плоской нижней части корпуса и уменьшает трение. В зависимости от типа судна, расчетная топливная эффективность колеблется в пределах 5-15%. Следует отметить, что дополнительное потребление топлива, вызванное самой системой, также должно быть принято во внимание (Рисунок 3б).

Рисунок 3б - Схематическое изображение воздушной смазки



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Барьеры: Большие капитальные вложения.

Техническая зрелость: Технология доступна на рынке, но все еще находится на пилотной стадии. Морские испытания проводились на небольших демонстрационных судах. Сроки окупаемости варьируются от коротких до средних.

Применимость: Оригинальная технология, скорее всего, будет применяться на судах новой постройки с плоским днищем и длиной не менее 225 метров, поскольку компрессор может иметь технические проблемы с поддержанием воздушных полостей для судов с глубокой осадкой.

ДВИГАТЕЛИ (ГЛАВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ)

Снижение оборотов двигателей на существующих судах предоставляет возможности для оптимизации мощности.

Другой мерой поддержки с высоким потенциалом является энергия ветра.

СНИЖЕНИЕ ОБОРОТОВ ГЛАВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Данная мера известна, как наиболее как одна из наиболее эффективных. Потенциал исходит в основном от эксплуатационного поведения судна. С технической стороны удельный расход мазута снижается, когда судно не эксплуатируется на расчетной скорости.

Снижение мощности в сочетании с опережением момента впрыска для восстановления пикового давления сгорания может обеспечить определенный выигрыш в КПД вала. Эффективность использования топлива может быть улучшена на 2-4%. Эксплуатационные расходы будут ниже, в основном за счет экономии топлива.

Барьеры: более медленное судно будет иметь меньшие доходы, так как оно не конкурентоспособно по сравнению с судами, которые не снижают обороты двигателя.

Техническая зрелость: Этот метод доказал свою успешность, особенно на старых двигателях. Меры имеют низкий или средний срок окупаемости.

Применимость: Технологии доступны на рынке. Они применимы ко всем судам.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ (СИСТЕМА COMMON-RAIL)

Двигатели с впрыском топлива с общей магистралью гораздо лучше справляются с рабочими режимами при низкой нагрузке. Впрыск топлива с общей магистралью — это технология впрыска топлива в цилиндр двигателя под полным контролем и, таким образом, происходит достижение оптимального сгорания. Система Common-rail позволяет регулировать начало и продолжительность впрыска независимо от положения поршней, что позволяет оптимизировать впрыск топлива на каждый такт. В обычном дизельном двигателе топливо впрыскивается насосом со статической скоростью. Потенциал энергоэффективности оценивается в пределах 0,1-0,5%.

Барьеры: Дополнительная электроника может создавать возможности для сбоев.

Техническая зрелость: Данная мера доступна на рынке. Время окупаемости - от короткого до среднего, в среднем 5 лет.

Применимость: Данная мера применима к новым и модернизированным судам.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И СИСТЕМЫ

Для вспомогательных двигателей могут быть реализованы такие же меры, как для основных двигателей, а именно снижение оборотов и модернизация системы впрыска топлива. Другими вариантами улучшения вспомогательных систем являются регулирование скорости насосов систем воды для охлаждения.

Барьеры: Дополнительная электроника может создавать возможности для сбоев.

Техническая зрелость: Данная мера доступна на рынке. Она проста в применении и несложна в обслуживании. Срок окупаемости короткий.

Применимость: Эта мера применима ко всем новым и модернизированным типам судов.

ЭНЕРГИЯ ВЕТРА

Существуют технологии по использованию энергии ветра, которые могут развивать достаточную тягу для обеспечения хотя бы некоторого вспомогательного движения. Энергия ветра может быть использована в судоходстве различными способами, такими как традиционные паруса, буксировочный парус и ротор Флеттнера (Рисунок 37). В настоящее время эти методы используются в качестве дополнительной меры совместно с работой двигателя.

Рисунок 37 - слева направо: Буксировочный парус, ротор Флеттнера и цельные паруса



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Роторы Флеттнера создают тягу от вращающегося объекта на ветру, используя так называемый эффект Магнуса. Основу движителя составляет аэродинамический профиль, вертикальная металлическая труба сечения, близкого к яйцевидному, с подвижным щитком, улучшающим

аэродинамическое разделение внешней и внутренней поверхностей. Насосная система нагнетает в трубу воздух, создавая с одной стороны паруса необходимое разрежение; движение происходит в направлении, перпендикулярном давлению. Таким образом, парус работает как крыло: с одной стороны, его воздух протекает медленнее, чем с другой, создавая движущую силу.

Буксировочные змеи отличаются от других концепций ветроэнергетики тем, что занимают небольшую площадь при эксплуатации, а также используются для небольших судов.

Барьеры: Инвестиции в технологию достаточно высоки. Кроме того, наличие мачт и такелажа может оказать значительное влияние перевозку и погрузки грузов.

Техническая зрелость: это все еще считается экспериментальной технологией. Время окупаемости оценивается как средне- и долгосрочное.

Применимость: Технологии использования энергии ветра доступны, и ряд грузовых судов оснащены ветряными двигателями.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ:

РЕКУПЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННОГО ТЕПЛА

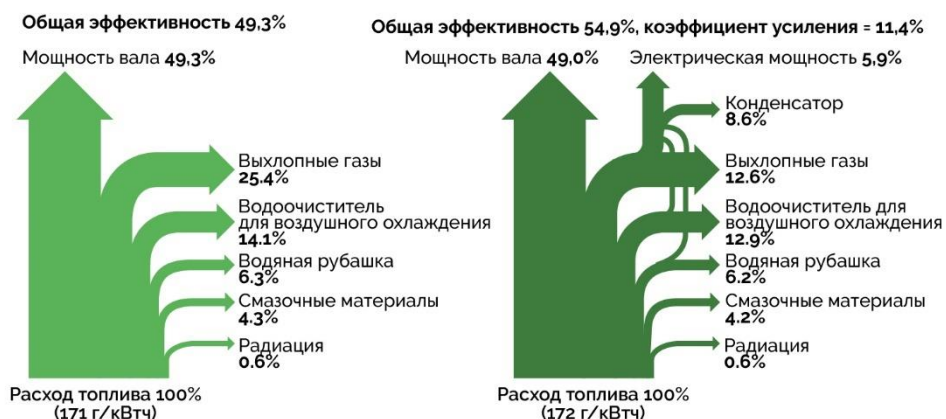
Технология рекуперации отработанного тепла (WHR) позволяет пропускать выхлопные газы двигателей судна через теплообменник для получения пара для генератора с турбиной. Тепловая энергия выхлопных газов отбирается и преобразуется в электрическую энергию для снижения прямого потребления топлива двигателем или уменьшения потребности во вспомогательных двигателях. Потенциал энергосбережения оценивается в пределах 6-10% (Рисунок 38).

Барьеры: Большие капитальные вложения

Техническая зрелость: Технология доступна на рынке и имеет средний или длительный срок окупаемости

Применимость: Система WHR применяется на судах с высоким производством отработанного тепла и высоким потреблением электроэнергии. В целом она применима ко всем типам судов; новых и модернизированных.

Рисунок 38 - Эффективность систем рекуперации отработанного тепла



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза, // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

ВИНТЫ И РУЛЬ

Многочисленные технологии были разработаны для улучшения энергопотребления судов путем рекуперации как можно большей части этой энергии вращения в потоке, выходящем из гребного винта. Наиболее важные из них рассмотрены ниже

СОПЛО ДЛЯ ВИНТА

По сравнению с обычным винтом того же диаметра и тяги, сопло позволяет увеличить приток к винту, улучшая его эффективность (Рисунок 39).

Рисунок 39 - Пример сопла для винта



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Сопло создает дополнительную тяговую нагрузку. Потенциал экономии энергии на соответствующих судах находится в пределах 1-20%.

Препятствия: не работает эффективно на всех скоростях. Поскольку сопротивление увеличивается с ростом скорости, в итоге оно станет больше, чем добавленная тяга. Поэтому на высоких скоростях сопло обычно не используются

Техническая зрелость: на рынке представлено несколько стандартных конструкций со средним сроком окупаемости.

Применимость: Гребные винты с соплом подходят для судов, работающих с высокой нагрузкой на гребной винт, такие как танкеры, буксиры и некоторые морские сервисные суда.

ВИНТЫ ПРОТИВОПОЛОЖНОГО ВРАЩЕНИЯ (CRP)

Вращающийся винт вызывает вращательное движение в своей обратной волне. Обычно эта энергия вращения винта теряется. Чтобы вернуть часть этой энергии, используется противовращающийся гребной винт. В этой конфигурации два винта расположены друг напротив друга и вращаются в противоположном направлении, при этом кормовой винт рекуперировывает энергию вращения в волне от переднего винта. Чтобы избежать осложнений, связанных с кавитацией, кормовой гребной винт обычно имеет меньший диаметр, чем передний. Контрвращающиеся гребные винты имеют короткую линию вала и по этой причине подходят в основном для судов с одновинтовым двигателем (Рисунок 40).

Рисунок 40 - Слева, обычный гребной винт. Справа – Винты противоположного вращения



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Потенциальная экономия от таких мер оценивается порядка 6-20%.

Препятствия: Установка винтов противоположного вращения сложна и требует сложного технического обслуживания

Техническая зрелость: Технология доступна на рынке. Время окупаемости короткое.

Применимость: Технология применяется на новых судах, так как модернизация судов по данной технологии очень затратна.

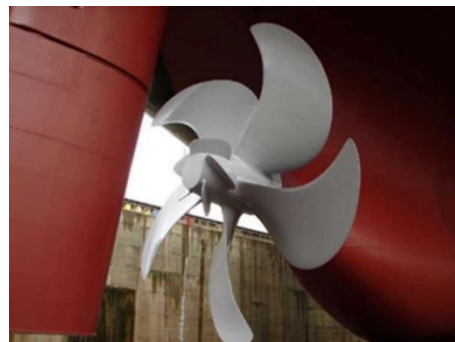
ПЛАВНИКИ НА КРЫШКЕ ГРЕБНОГО ВИНТА

В зависимости от типа судна и области эксплуатации могут быть установлены различные плавники для оптимизации распределения скорости воды на гребном винте и минимизации потерь на скольжение из-за завихрения

в выходящем из винта потоке. Как правило данная технология показывают 1-20 % энергоэффективности (Рисунок 41).

Рисунок 41 - Пример плавников на крышке гребного винта

Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>



Барьеры: это простая и понятная технология, требующая только снятия крышек гребных винтов и замены их на поствихревые плавники.

Техническая зрелость: техника доступна на рынке. Инвестиции считаются низкими.

Применимость: Метод эффективен для всех судов.

КОЛЕСО ГРИМА

Колесо Грима — это вспомогательный винт, устанавливаемый между лопастями несущего винта и рулем судна, и использует теряемую энергию попутного потока несущего винта для создания дополнительной тяги и повышения эффективности движения (Рисунок 42).

Рисунок 42 - Пример колеса Грима

Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>



Барьеры: Установка дополнительного вина возможна только в сухом доке.

Техническая зрелость: Ограниченное применение: Лопастные колеса подвержены сильным колебаниям от нагрузок. Часто возникают проблемы с прочностью лопастей. Срок окупаемости оценивается как короткий.

Применимость: рекомендуется для всех типов судов, за исключением паромов и круизных лайнеров, поскольку для существует проблема сильных колебаний от нагрузок, о чем говорилось выше.

ВИТЫЙ РУЛЬ

Корабельные рули подвергаются действию скоростей и углов индуктивного потока, создаваемых гребным винтом, которые изменяются вдоль размаха руля. Из-за ненулевых начальных углов потока пик давления всасывания формируется на передней кромке руля направления или вблизи нее, где возникает ранняя кавитация. Данная технология улучшает акустические и гидромеханические характеристики судна. Руль направления скручен таким образом, чтобы иметь профили по всему его размаху, которые выровнены с нулевыми начальными углами потока, создаваемыми винтом. Угол поворота одной секции руля может изменяться по отношению к углу поворота соседних или оставшихся секций руля. Руль испытывает практически нулевое воздействие по размаху (Рисунок 43).

Рисунок 43 - Схематическое изображение витого руля



Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>

Витые типы рулей приводят к повышению энергоэффективности примерно на 2-4%.

Препятствия: Работы по модернизации и установке должны проводиться в сухом доке.

Техническая зрелость: Данный тип руля является коммерчески используемой технологией и легко применим. Срок окупаемости оценивается как короткий или средний

Применимость: Крученный руль может использоваться на контейнеровозах, рефрижераторах.

КОЛБА РУЛЯ

Обтекаемая колба расположена на передней кромке лопастного руля, находящегося в кормовой части ступицы винта. Переход между колбой и ступицей винта перекрыт крышкой обтекателя. Рулевая колба от компании Becker минимизирует потери энергии за ступицей гребного винта, устраняя разделение потока и уменьшая лишнюю жидкостную турбулентность. Кроме того, продуманный дизайн геометрии

колбы и закрученной передней кромки руля направления обеспечивают оптимальную рекуперацию энергии из потока скольжения винта (Рисунок 44).

Данная технология может повысить энергоэффективность судна на 2-5%.

Рисунок 44 - Пример колбы руля

Источник: Технологии энергоэффективности для судов. Официальная публикация Европейского союза // URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>



Препятствия: Работы по модернизации и установке должны проводиться в сухом доке.

Техническая зрелость: Технология является коммерческой. Время окупаемости оценивается как среднее.

Применимость: для всех видов судов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ И ЗЕЛЕНЫЕ СЕРТИФИКАТЫ

МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ

В морском транспорте существуют экологические стандарты и добровольная зеленая сертификация. Рассмотрим их подробнее ниже.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ

Индекс энергоэффективности (Energy Efficiency Index)

Индекс энергоэффективности проектирования (EEDI) был разработан Международной морской организацией для стимулирования внедрения более энергоэффективного оборудования и двигателей на борту судов и тем самым сокращения выбросов ПГ. EEDI направлен на продвижение инноваций и постоянное совершенствование всех компонентов судна, которые влияют на его энергоэффективность на этапе проектирования. С 2013 г. новые суда должны проектироваться с учетом минимального уровня энергоэффективности на километр грузоподъемности (тонну)²⁴⁵.

ISO 14001

Разработанный Международной организацией по стандартизации экологический стандарт ISO 14001 устанавливает критерии для систем экологического менеджмента в организациях. Стандарт ISO 14001 стимулирует организации управлять своим воздействием на окружающую среду. Чтобы соответствовать стандарту и иметь право на сертификацию ISO 14001, заинтересованные организации должны соответствовать определенным критериям, включая наличие системы управления и экологической политики, а также иметь список потенциального воздействия их деятельности на окружающую среду.

Например, оператор судна, желающий получить сертификат ISO 14001, должен, среди прочего, определить значительные риски и воздействия на окружающую среду, связанные с погрузкой и разгрузкой его судов, и установить конкретные цели для снижения этих рисков. После выполнения этих требований участники должны пройти аудит соответствия, по окончании которого они получают сертификат ISO 14001. Часто, если компания не соответствует стандарту ISO 14001, она не может получить другие экологические сертификаты в судоходной отрасли²⁴⁶.

Программы добровольной экологической сертификации

Green Marine

Green Marine — это североамериканская программа добровольной экологической сертификации. Чтобы пройти сертификацию, участники должны внедрить методы и технологии, улучшающие их экологические показатели. Для оценки работы участников используются 14 показателей, в том числе выбросы ПГ, подводный шум, обработка сухих грузов, предотвращение утечек и разливов, экологическое лидерство и отношения с общественностью²⁴⁷. С 2019 г. Green Marine сертифицирует и европейские суда²⁴⁸.

Environmental Ship Index

Экологический индекс судов оценивает экологические характеристики судов на основе уровня выбросов загрязняющих веществ, особенно оксидов азота (NOx) и оксидов серы (SOx). Индекс ранжирует 50 самых чистых судов — тех, которые выбрасывают наименьшее количество NOx и SOx — путем присвоения им общего балла за экологические показатели. В Канаде портовые власти Prince Rupert и Vancouver Fraser поощряют суда, указанные в Экологическом индексе судов, сниженными портовыми сборами²⁴⁹.

Green Award

Green Award — это экологическая программа поощрения, разработанная для морских компаний, поставщиков отраслевых услуг и портовых властей. Посредством аудита операционных политик и процедур Green Award сертифицирует ведущие компании и суда, чья практика превосходит отраслевые стандарты. Сертификат Green Award действителен в течение трех лет, после чего участники переоцениваются²⁵⁰.

Clean Shipping Index

Индекс чистого судоходства — это глобальный индекс экологической классификации, который оценивает работу судов на основе пяти параметров: выбросы оксидов серы (SOx), оксидов азота (NOx) и диоксида углерода (CO₂), выбросы взвешенных частиц, экологическая токсичность, загрязнение воды и управление отходами. Участники ранжируются с помощью всестороннего цифрового опроса. Около 20 судоходных компаний в настоящее время включены в индекс чистого судоходства. В Канаде суда, включенные в Индекс чистого судоходства, получают выгоду от снижения портовых сборов в портах Принс-Руперт и Ванкувер²⁵¹.

RightShip

RightShip — это организация, которая помогает участникам морской отрасли управлять экологическими рисками, связанными с их деятельностью. Среди прочего, RightShip оценивает суда по выбросам ПГ²⁵².

Clean Cargo

Clean Cargo — это инициатива, направленная на снижение негативного воздействия транспортировки товаров по всему миру на окружающую среду и продвижение экологичных морских перевозок. В этой инициативе принимают участие более 60 морских компаний – контейнеровозов, грузоотправителей и других, для которых снижение воздействия на окружающую среду является приоритетом. Участники работают вместе над различными проектами устойчивого развития и делятся передовым опытом в этой области. Clean Cargo также собирает данные о выбросах от контейнеровозов, чтобы лучше оценить их воздействие на окружающую среду.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

В железнодорожных перевозках зеленые сертификаты не приобрели такой популярности, как в морских. Это связано, главным образом с низкими выбросами от ж/д перевозок в целом. Однако это не означает, что никаких стандартов и требований к перевозчикам не предъявляется. Так, в мире основным экологическим стандартом для ж/д являются стандарты серии ISO 14000:

- ISO 14040 и ISO 14044 – это инструменты для описания воздействия продукта на окружающую среду на протяжении всего его жизненного цикла²⁵³.
- ISO 14064 – предоставляет отрасли и правительству набор инструментов для разработки программ, направленных на снижение выбросов ПГ. Стандарт ISO 14064 состоит из трех частей. Часть 1 - определяет требования к проектированию и разработке кадастров ПГ на уровне организации. Часть 2 - определяет подробные требования к проведению количественной оценки, мониторинга и отчетности о снижении выбросов ПГ и усовершенствовании средств их удаления; Часть 3 — содержит требования и рекомендации по проведению проверки информации о выбросах ПГ²⁵⁴.

Еще одним методом стандартизации является Углеродный след продукта (GHG протокол) — углеродный след продукта измеряет выбросы ПГ на протяжении всего жизненного цикла продукта.

СЕРТИФИКАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ (СТАНЦИЙ, СКЛАДОВ, ПОРТОВ И Т.П.)

Стоит отметить отдельно сертификацию ж/д станций в Индии с помощью инструмента IGBC Green Railway Stations. Так, CII-IGBC при поддержке Управления по охране окружающей среды Индийской железной дороги разработала систему рейтинга зеленых ж/д станций. Рейтинговая система IGBC Green Railway Stations является добровольной и является программой, основанной на согласии.

Система рейтинга зеленых ж/д станций IGBC является первым в своем роде целостным рейтингом в Индии, посвященным экологической устойчивости индийских ж/д станций. Главной целью рейтинга является содействие принятию экологических концепций, тем самым снижая негативное воздействие на окружающую среду из-за эксплуатации и обслуживания станции²⁵⁵.

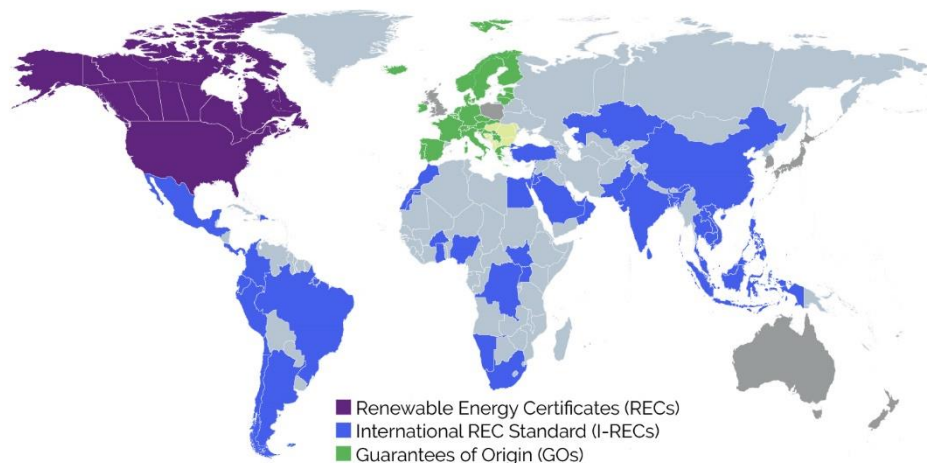
LEEDS - самая распространенная в мире рейтинговая система экологических зданий. Чтобы получить сертификат LEED, проект должен заработать баллы, соблюдая предварительные требования, касающиеся выбросов диоксида углерода, расхода энергии, воды, отходов, транспорта, материалов, здоровья и качества внутренней среды. Проекты проходят проверку и рассмотрение и получают баллы, соответствующие уровню сертификации LEED: Сертифицированный (40-49 баллов), Серебряный (50-59 баллов), Золотой (60-79 баллов) и Платиновый (80 баллов). + баллы)²⁵⁶.

BREEAM - метод оценки устойчивости проектов генерального планирования, инфраструктуры и зданий. Он признает и отражает ценность более эффективных активов на протяжении всего жизненного цикла: от нового строительства до использования и ремонта. BREEAM делает это путем сертификации третьей стороной оценки экологической, социальной и экономической устойчивости объекта с использованием стандартов, разработанных BRE²⁵⁷.

Сертификаты EAC - являются наиболее предпочтительным способом документирования и отчетности по потреблению ВИЭ. Каждый EAC сертификат представляет собой уникальное право собственности на 1 МВтч ВИЭ, которая была произведена и передана в сеть. EAC соответствует области применения Протокола по парниковым газам Сферы охвата 2 и является эффективным способом повышения

рейтинга устойчивости, способствующего достижению научно обоснованных целей (SBTI) и целей RE100²⁵⁸. Сертификаты EAC распространены по всему миру (Рисунок 45).

Рисунок 45 - Распространение сертификатов EAC в мире



Источник: Energy Attribute Certificates (EACs) to reduce emissions / ECOHZ // URL: <https://www.ecohz.com/energy-attribute-certificates>

Гарантии происхождения, Guarantees of Origin (GO) в Европе

Согласно Директиве ЕС о ВИЭ от 2009 г. гарантии происхождения являются доказательством для потребителей, что данное количество энергии было произведено из ВИЭ. GOs — это добровольная система, используемая предприятиями, государственными учреждениями и домашними хозяйствами в Европе²⁵⁹.

Сертификаты возобновляемой энергии, Renewable Energy Certificates (REC) в Северной Америке

Чтобы задокументировать и сообщить, что энергия, которую вы потребляете в Северной Америке, поступает из ВИЭ, вы должны приобрести сертификаты возобновляемой энергии (REC). В США REC используются как для отчетности о соответствии, так и в целях добровольного потребления²⁶⁰.

Международный стандарт REC, International REC Standard (I-REC). I-REC — это новый глобальный стандарт, внедряемый во всем большем количестве стран, где ранее не существовало рыночного механизма. I-REC основан на передовом опыте североамериканского рынка REC и европейской системы GO и пользуется сильной поддержкой заинтересованных сторон²⁶¹. В настоящее время I-REC выпускаются в Азии, Африке, на Ближнем Востоке и в Латинской Америке, а также в других странах, в том числе и в России (на момент написания исследования использование сертификата в РФ приостановлено)²⁶².

БИБЛИОГРАФИЯ

1. ITF Transport Outlook 2021 / International Transport Forum, May 2021 // URL. <https://www.itf-oecd.org/itf-transport-outlook-2021>
2. CO2 Emissions from Fuel Combustion / International Energy Agency, 2018 // URL. https://www.oecd-ilibrary.org/energy/co2-emissions-from-fuel-combustion-2018_co2_fuel-2018-en
3. 6-ой оценочный доклад МГЭИК, Рабочая группа 1 (The Physical Science Basis) - Regional fact sheet – Europe / МГЭИК // URL. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Europe.pdf
4. 6-ой оценочный доклад МГЭИК, Рабочая группа 1 (The Physical Science Basis) - Regional fact sheet – Asia / МГЭИК // URL. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Asia.pdf
5. Nelson F.E., Anisimov O.A., Shiklomanov N.I. Subsidence risk from thawing permafrost. / Nature. 2001, v., № 410, p.889-890 // URL. <https://www.nature.com/articles/35073746>
6. Анисимов О.А. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования / Москва: Гринпис, 2010, 44 с. // URL. <https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/06/doklad-climate-ru.pdf>
7. Анисимов О.А., Гребенец В.И., Стрелецкий Д.А. Хозяйственные объекты, расположенные на вечной мерзлоте / Второй оценочный доклад об изменении климата и его последствиях на территории России. С.М. Семенов, В.М. Катцов. Москва, 2014а, 246 с. // URL. http://voeikovmgo.ru/download/2014/od/Razdel_6.pdf
8. Анисимов О.А., Стрелецкий Д.А. Геокриологические риски при таянии многолетнемерзлых грунтов / Арктика XXI век. Естественные науки. 2015с, № 2(3), с.60-74 // URL. <https://cyberleninka.ru/article/n/geokriologicheskie-riski-pri-tayanii-mnogoletnemerzlyh-gruntov/viewer>
9. 6-ой оценочный доклад МГЭИК, Рабочая группа 1 (The Physical Science Basis) - Regional fact sheet – Polar regions / МГЭИК // URL. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Polar_regions.pdf

10. Эсту́рий (от лат. *aestuarium* «затопляемое устье реки» и «*aestus*» — «прилив») — однорукавный, воронкообразный, суживающийся к вершине залив, образующийся в результате подтопления низовьев речной долины и преобразованный воздействием волнового, речного и приливного факторов. Формируется, когда приносимые рекой наносы удаляются морскими течениями или приливными движениями, а прилегающая часть моря имеет большие глубины; в таких случаях даже при большом выносе наносов они не откладываются на устьевом участке. (Большая российская энциклопедия / Министерство культуры РФ // URL. <https://bigenc.ru/geography/text/4916532#>)
11. Наиболее распространенная мера адаптации к этим условиям считается снижение скорости подвижного состава. Экстремальные температуры могут увеличить задержки в работе ж/д транспорта в 2-4 раза, в зависимости от сценарного прогноза
12. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Климатический центр Росгидромета. Санкт-Петербург. 2017. – 106 с. // URL. <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/riski.pdf>
13. Последствия изменения климата для международных транспортных сетей и адаптация к ним / Европейская экономическая комиссия ООН, 2013 г. // URL. https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp5/publications/climate_change_2014r.pdf
14. German Strategy for Adaptation to Climate Change/ The German Federal government. 2008 // URL. https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/das_gesamt_en_bf.pdf
15. ITF Transport Outlook 2021 / International Transport Forum, May 2021 // URL. <https://www.itf-oecd.org/itf-transport-outlook-2021>
16. ITF Transport Outlook 2021 / International Transport Forum, May 2021 // URL. <https://www.itf-oecd.org/itf-transport-outlook-2021>
17. Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting Version 2.0 / Smart Freight Centre, GLEG, 2019 // URL. <https://www.feport.eu/images/downloads/glec-framework-20.pdf>
18. CO₂ Emissions from Fuel Combustion / International Energy Agency, 2018 // URL. https://www.oecd-ilibrary.org/energy/co2-emissions-from-fuel-combustion-2018_co2_fuel-2018-en

- 19 Dobers, Kerstin & Perotti, Sara & Fossa, Andrea. (2022). Emission intensity factors for logistics buildings / GILA, 2022 // URL. https://www.researchgate.net/publication/358922041_Emission_intensity_factors_for_logistics_buildings; GLEC Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting Version 2.0 / GLEC, Smart Freight Centre, 2019 // URL. <https://www.feport.eu/images/downloads/glec-framework-20.pdf>
- 20 Greenhouse Gas Protocol // URL. <https://ghgprotocol.org/>
- 21 Р.А. Казаков, Н.Л. Коробова, Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова. Исследование институциональных аспектов введения стандартов углеродной отчетности / Глобальный Экологический Фонд Программа развития ООН в России Минприроды России, Москва, 2013 // URL. http://greening-sochi2014.isedc-u.com/docs/otchety/2013/Issledovanie-institutcional-nykh-aspektov-po%20uglerodnoi-otchetnosti_ru.pdf
- 22 Е. Грушевенко. Три сферы охвата эмиссии парниковых газов в нефтегазовой отрасли / Нефтегазовая вертикаль, № 17/18 (491), 2021 // URL. <http://www.ngv.ru/magazines/article/tri-sfery-okhvata-emissii-parnikovykh-gazov-v-neftegazovoy-otrasli/>
- 23 How to measure the success of your sustainable logistics initiatives / Urbantz, November 2021 // URL. <https://urbantz.com/blog/sustainable-logistics-measuring-success/>
- 24 Energy efficiency technologies for ships. Inventory and technology transfer: final report / Ecofys by order of European Commission, June 2015 // URL. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/302ae48e-f984-45c3-a1c0-7c82efb92661>
- 25 European Sea Ports Organization (ESPO). ESPO Environmental Report 2018 / ESPO: Brussels, Belgium, 2018 // URL. <https://www.espo.be/media/ESPO%20Environmental%20Report%202018.pdf>
- 26 Sdoukopoulos, E.; Boile, M.; Tromaras, A.; Anastasiadis, N. Energy Efficiency in European Ports: State-Of-Practice and Insights on the Way Forward / Sustainability 2019, 11, 4952. // URL. <https://doi.org/10.3390/su11184952>
- 27 Shipping heavyweights at risk of missing climate targets / CDP, June 2019 // URL. <https://www.cdp.net/en/articles/media/shipping-heavyweights-at-risk-of-missing-climate-targets>

- 28 D. Sukharenko. Decarbonization pressures driving changes in container shipping / The Journal of Commerce online. August 2019 // URL. https://www.joc.com/maritime-news/container-lines/decarbonization-pressures-driving-dramatic-changes-container-shipping_20190815.html#****.
- 29 Finally, real sustainable supply chain innovation / Website 4FOLD (funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 711257) // URL. <https://4foldcontainers.com/>
- 30 Рыжова Е.Л. Энергосберегающие и энергоэффективные технологии транспортной отрасли / Журнал естественнонаучных исследований. – 2020. – Т. 5. – № 2. – С.51-57 // URL. <https://auspublishers.com.au/temp/ccag9c5a6b59394d52ea05184740cbcfb.pdf>
- 31 Yara Birkelan / Official website Yara, 2022 // URL. <https://www.yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit/>
- 32 SNCF Voyageurs and Alstom present the first French hybrid train for the Occitanie, Grand-Est, Nouvelle-Aquitaine and Centre-Val-de-Loire regions / PRESS RELEASE, Alstom Official website, February 2022 // URL. <https://www.alstom.com/press-releases-news/2022/2/sncf-voyageurs-and-alstom-present-first-french-hybrid-train-occitanie>
- 33 Desiro ML ÖBB Cityjet eco for ÖBB Personenverkehr AG / Siemens Mobility GmbH // URL. https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:558069b0-26dc-47ae-a03b-228f968f19fd/siemens-mobility-desiro-ml-oebb-cityjet-eco-en.pdf?ste_sid=76d9a643d3240176dd490b5c34ebc977
- 34 GB: une compagnie de fret ferroviaire revient au diesel pour cause d'électricité trop chère / Par Le Figaro avec AFP, 2021 // URL. <https://www.lefigaro.fr/flash-eco/gb-une-compagnie-de-fret-ferroviaire-revient-au-diesel-pour-cause-d-electricite-trop-chere-20211014>
- 35 Technologies and potential developments for energy efficiency and co2 reductions in rail systems / International Union of Railways (UIC) – Paris, December 2016 // URL. https://uic.org/IMG/pdf/_27_technologies_and_potential_developments_for_energy_efficiency_and_co2_reductions_in_rail_systems._uic_in_colaboration.pdf
- 36 The Port of Barcelona to invest €110 million in the Nexigen project to improve air quality / Portnews, 2022 // URL. <https://en.portnews.ru/news/325876/>
- 37 The voyage to net-zero: what role can ports play? / Holman Fenwick Willan, October 2021 // URL. <https://www.hfw.com/The-voyage-to-net-zero-what-role-can-ports-play-Oct-2021>

- 38 Díaz-Ruiz-Navamuel, E., Ortega Piris, A.; López-Díaz, A.-I., Gutiérrez, M.A.; Roiz, M.A.; Chaveli, J.M.O. Influence of Ships Docking System in the Reduction of CO₂ Emissions in Container Ports / Sustainability, 2021 // URL.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/5051/htm>
- 39 K.L. Anaya, M.G. Pollitt, Integrating distributed generation: regulation and trends in three leading countries / Energy Pol. 85 (2015) 475–486 // URL.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421515001597?via%3Dihub>
- 40 S. Cavazzi, A. Dutton, An offshore wind energy geographic information system (owe-gis) for assessment of the UK's offshore wind energy potential / Renew. Energy 87 (2016) 212–228 // URL.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148115303001>
- 41 The voyage to net-zero: what role can ports play? / Holman Fenwick Willan, October 2021 // URL.
<https://www.hfw.com/The-voyage-to-net-zero-what-role-can-ports-play-Oct-2021>
- 42 Alternative fuels: the options / DNV, October 2018 // URL.
<https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/alternative-fuels.html>
- 43 Sean T. Pribyl. Decarbonization of shipping – emerging alternative fuels from a US perspective / Gard, February 2022 // URL.
<https://www.gard.no/web/updates/content/33127327/decarbonization-of-shipping-emerging-alternative-fuels-from-a-us-perspective>
- 44 J. Stagl. Liquefied natural gas could help railroads reap locomotive benefits if regulatory, technical issues are resolved / Progressive Railroading, March 2014 // URL.
<https://www.progressiverailroading.com/mechanical/article/Liquefied-natural-gas-could-help-railroads-reap-locomotive-benefits-if-regulatory-technical-issues-are-resolved--39693>
- 45 Jumbo и GoodFuels реализуют проект по использованию альтернативного биотоплива при операциях в морском добывающем секторе / Национальная ассоциация нефтегазового сервиса, Август 2019 // URL.
<https://nangs.org/news/renewables/bio/jumbo-i-goodfuels-realizuyut-proekt-po-ispolyzovaniyu-alyternativnogo-biotopliva-pri-operatsiyah-v-morskom-dobyvayushtem-sektore>
- 46 Biofuels in shipping / World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) // URL.
<https://wbcspdpublications.org/biofuels-in-shipping/#>

- 47 18 new biodiesel fuelled trains coming to the Netherlands / biofuels international, July 2017 // URL. <https://biofuels-news.com/news/18-new-biodiesel-fuelled-trains-coming-to-the-netherlands/>
- 48 Ammonfuel – an industrial view of ammonia as a marine fuel / Alfa Laval, Hafnia, Haldor Topsoe, Vestas, and Siemens Gamesa, August 2020 // URL. <https://info.topsoe.com/ammonfuel>
- 49 Making LPG propulsion possible within the maritime industry / Eltronic FuelTech // URL. <https://eltronicfueltech.com/cases/worlds-first-fuel-valve-train-lpg/>
- 50 Первый танкер с возможностью перехода на аммиачное топливо сдан заказчику Avin International / Новости Портньюс, Февраль 2022 // URL. <https://portnews.ru/news/324924/>
- 51 Korean shipbuilders to develop zero-carbon ammonia-powered vessels / Maritime Business World (MBW), September 2020 // URL. <https://www.maritimebusinessworld.com/korean-shipbuilders-to-develop-zero-carbon-ammonia-powered-vessels-1922h.htm>
- 52 J. Ovcina. Hyundai Mipo Dockyard wins LR approval for ammonia-powered ship / OFFSHORE ENERGY, July 2020 // URL. <https://www.offshore-energy.biz/hyundai-mipo-dockyard-wins-lr-approval-for-ammonia-powered-ship/>
- 53 IMO approves methanol as a safe ship fuel, 2020 // URL. <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/imo-approves-methanol-as-a-safe-ship-fuel-62055>
- 54 About Methanol. Methanol as a Marine Fuel / Methanex Corporation // URL. https://www.methanex.com/about-methanol/methanol-marine-fuel#***
- 55 J. Chesko. Methanol – A Clean, Cost-Effective Marine Fuel Solution / Methanex Corporation, MTCC Caribbean Regional Workshop, July 2019 // URL. <https://gmni.imo.org/wp-content/uploads/2018/11/4.-Jason-Methanex-Marine-Presentation.pdf>
- 56 News / Waterfront Shipping Ltd, July 2021 // URL. <https://www.waterfront-shipping.com/news>
- 57 Energy Transition Outlook 2021. Technology Progress Report / DNV, 2021 // URL. <https://eto.dnv.com/technology-progress-report-2021>
- 58 Energy Transition Outlook 2021. Technology Progress Report / DNV, 2021 // URL. <https://eto.dnv.com/technology-progress-report-2021>

- 59 З.С. Устинова, С.А. Устинов. Перспективы создания гражданских судов с атомными энергетическими установками / Труды Крыловского государственного научного центра. Т. 2, № 392. 2020 // URL. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sozdaniya-grazhdanskih-sudov-s-atomnymi-energeticheskimi-ustanovkami/viewer>
- 60 Could a Nuclear-Powered Cargo Ship Transit the Suez Canal? // THE MARITIME EXECUTIVE, July 2022 // URL. <https://www.maritime-executive.com/editorials/could-a-nuclear-powered-cargo-ship-transit-the-suez-canal>
- 61 J. Conca. International Marine Shipping Industry Considers Nuclear Propulsion / Forbes, November 2020 // URL. <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2020/11/09/international-marine-shipping-industry-considers-nuclear-propulsion/?sh=622191d7562c>
- 62 ENTERING A NEW ERA FOR BATTERY-POWERED SHIPS / Bureau Veritas Marine & Offshore Directory, January 2021 // URL. <https://marine-offshore.bureauveritas.com/insight/entering-new-era-battery-powered-ships>
- 63 H. Xing, C. Stuart, S. Spence, H. Chen. Fuel Cell Power Systems for Maritime Applications: Progress and Perspectives, January 2021, 13(3) // URL. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1213/htm>
- 64 J. Ovcina. Samsung Heavy, Bloom Energy push forward with developing fuel cells for ships / OFFSHORE ENERGY, July 2020 // URL. <https://www.offshore-energy.biz/samsung-heavy-bloom-energy-push-forward-with-developing-fuel-cells-for-ships/>; SHI to become the first shipbuilder to develop COTs powered by fuel cells / Samsung Heavy Industries, September 2019 // URL. http://www.samsungshi.com/Eng/pr/news_view.aspx?Seq=1127&mac=3b071cb26f3a5cbd0b63a5ac0857622e
- 65 Stephen A. Lloyd, Luke L.B.D. Lloyd and W.J. Atteridge. Hydrogen as a Rail Mass Transit Fuel / Railway Transport Planning and Management, August 2021 // URL. <https://www.intechopen.com/online-first/78167>
- 66 Hydrogenics and Alstom Transport to develop and commercialize H2 fuel-cell commuter trains in Europe; €50M, 10-year agreement / Green Car Congress, May 2015 // URL. <https://www.greencarcongress.com/2015/05/20150527-hydrogenics.html>
- 67 В. Решетняк. Водородные поезда все ближе – Alstom представил Coradia iLint в Польше / Центр транспортных стратегий (ЦТС), Сентябрь 2021 // URL. https://cfts.org.ua/articles/vodorodnye_poezda_vse_blizhe_alstom_predstavil_coradia_ilint_v_polshe_1841/126334

- 68 Alstom. Official website // URL.
<https://www.alstom.com/solutions/rolling-stock/coradia-ilintm-worlds-1st-hydrogen-powered-train>
- 69 Я. Денькович. В Австрии одобрили эксплуатацию водородных поездов Coradia ilint/ Kosatka.Media, Январь 2021 // URL.
<https://kosatka.media/category/vozobnovlyaemaya-energiya/news/v-avstrij-odobrili-ekspluatatsiyu-vodorodnyh-poezdov-coradia-ilint>
- 70 Е. Чернышёва. На топливе будущего. Три экологических «неавтомобильных» вида транспорта / РБК+1, Октябрь 2020 // URL. <https://plus-one.rbc.ru/ecology/na-toplive-budushchego>
- 71 S. Takezawa. First Hydrogen Train in Japan to Hit the Rails for Test Run / Bloomberg, February 2022 // URL.
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-02-21/japan-s-first-hydrogen-train-to-hit-rails-for-testing-next-month?srnd=green>
- 72 K. Smith. Korean project to develop liquefied hydrogen fuel cell traction / International Railway Journal (IRJ), April 2021 // URL. <https://www.railjournal.com/technology/korean-project-to-develop-liquefied-hydrogen-fuel-cell-traction/>
- 73 Первый в Китае гибридный локомотив на водородных топливных элементах введен в пробную эксплуатацию на севере Китая / СИНЬХУА Новости. RUSSIAN.NEWS.CN, Октябрь 2021 // URL. http://russian.news.cn/2021-10/29/c_1310278202.htm
- 74 The Future of Hydrogen / IEA, June 2019 // URL.
https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf
- 75 CEM Global Ports Hydrogen Coalition / IEA. October 2021 // URL. <https://www.iea.org/events/cem-global-ports-hydrogen-coalition>
- 76 Toshiba's H2One system becomes operational at Musashi-Mizonokuchi Station in Japan/ RAILWAY TECHNOLOGY. April 2017 // URL. <https://www.railway-technology.com/news/newstoshibas-h2one-system-becomes-operational-at-japans-railway-station-5788378/>
- 77 N. Frithiof. Five lessons to learn on hydrogen as ship fuel / DNV, July 2021 // URL. <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Five-lessons-to-learn-on-hydrogen-as-ship-fuel.html>
- 78 Подробнее о вкладе утечек водорода в парниковый эффект см: I. B. Ocko and S. P. Hamburg: Climate consequences of hydrogen emissions / Atmos. Chem. Phys., 22, 9349–9368, 2022. URL:
<https://acp.copernicus.org/articles/22/9349/2022/>

- 79 F. Helland-Evebo. Carbon Capture and Storage / DAPHNE TECHNOLOGY, May 2021 // URL. <https://daphnetechology.com/news/carbon-capture-and-storage/>
- 80 INNOVATIVE PROJECTS PLATFORM / ENTSOG AISBL // URL. <https://entsog.eu/ccs>
- 81 Getting to Zero Coalition / Global Maritime Forum// URL. <https://www.globalmaritimeforum.org/getting-to-zero-coalition>
- 82 Kim Jefferies. After COP 26 – where are we with decarbonisation of shipping? / Gard, November 2021 // URL. <https://www.gard.no/web/updates/content/32700265/after-cop-26-where-are-we-with-decarbonisation-of-shipping>
- 83 Liner Shipping: The Critical Pathways to Zero Carbon Shipping/ World Shipping Council // URL. <https://www.worldshipping.org/pathways-to-zero-carbon-shipping>
- 84 The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations /EARTO, April 2014 // URL. <https://pdf4pro.com/amp/view/the-trl-scale-as-a-research-amp-innovation-policy-tool-4cf8dc.html>
- 85 LR, UMAS: Not only one zero-carbon fuel is the most competitive / OFFSHORE ENERGY, April 2020 // URL. <https://www.offshore-energy.biz/lr-umas-not-only-one-zero-carbon-fuel-is-the-most-competitive/>
- 86 Strategy Partners на базе Eurostat «International Digital Economy and Society Index 2018», World Bank «Logistics Performance Index 2018»
- 87 Global connected logistics market size was \$14.49 billion in 2018 and is projected to reach USD 82.14 billion by 2026, exhibiting a CAGR of 24.7% / Fortune Business Inside, 2022 // URL. <https://www.fortunebusinessinsights.com/connected-logistics-market-102414>
- 88 Roadmap for Digital Railways/ UIC // URL. https://uic.org/com/IMG/pdf/a_roadmap_for_digital_railways.pdf
- 89 D. Scordamaglia Digitalisation in railway transport. A lever to improve rail competitiveness / European Parliamentary Research Service (EPRS), February 2019 // URL. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/635528/EPRS_BRI\(2019\)635528_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/635528/EPRS_BRI(2019)635528_EN.pdf)
- 90 Official Website Xrail // URL. <https://www.xrail.eu/intro>
- 91 IEC 62290-1-2014 Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems / International Electrotechnical Commission. June 2014 // URL. <https://docs.cntd.ru/document/431889938>

- 92 J. Pieriegud. DIGITAL TRANSFORMATION OF RAILWAYS / Department of Transport SGH Warsaw School of Economics in cooperation with: Siemens Sp. z o.o.– Mobility Division, ProKolej Foundation, 2018 // URL. https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2018/04/DIGITAL_TRANSFORMATION_RAILWAYS_2018_web.pdf
- 93 World's First 5G Container Port in Xiamen to Explore Driverless Tech/ YICAI, July 2019 // URL. <https://www.yicaiglobal.com/news/world-first-5g-container-port-in-xiamen-to-explore-driverless-tech>
- 94 5G Smart Port White Paper / Huawei Technologies, 2019 // URL. https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/x-lab/2019/5g_smart_port_whitepaper_en.pdf?la=en
- 95 Roadmap for Digital Railways / UIC // URL. https://uic.org/com/IMG/pdf/a_roadmap_for_digital_railways.pdf
- 96 J. Pieriegud. DIGITAL TRANSFORMATION OF RAILWAYS / Department of Transport SGH Warsaw School of Economics in cooperation with: Siemens Sp. z o.o.– Mobility Division, ProKolej Foundation, 2018 // URL. https://shift2rail.org/wp-content/uploads/2018/04/DIGITAL_TRANSFORMATION_RAILWAYS_2018_web.pdf
- 97 The Data Opportunity Report 2018 // URL. https://teneo-website.s3-us-west-1.amazonaws.com/production/uploads/pdf_downloads/83/1514943770-Data-Opportunity.pdf#page=30
- 98 на 40 активных поездов
- 99 The Data Opportunity Report 2018/ // URL. https://teneo-website.s3-us-west-1.amazonaws.com/production/uploads/pdf_downloads/83/1514943770-Data-Opportunity.pdf#page=30
- 100 SIEMENS – Data-Driven Rail Systems / Innovation Essence, October 2016 // URL. <https://innovationessence.com/siemens-driven-systems/>
- 101 Ambitious Corporate Climate Action / Science Based Targets // URL. <https://sciencebasedtargets.org/>
- 102 TRANSPORT/ Science Based Targets // URL. <https://sciencebasedtargets.org/sectors/transport>
- 103 Greenhouse Gas Protocol // URL. <https://ghgprotocol.org/>
- 104 NTMCalc 4.0 - Network for Transport Measures // URL. <https://ntmcalc-fb.transportmeasures.org>
- 105 Small business carbon calculator / Climate Impact Partners // URL. <https://climatecare.org/calculator/>

- 106 LOG-NET Carbon Calculator // URL. <http://sustainability.log-net.com/>
- 107 Further shipping GHG emission reduction measures adopted / International Maritime Organization (IMO), June 2021 // URL. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MEPC76.aspx#> (Дата обращения 25.02.2022).
- 108 New GHG regulations for ships approved during IMO MEPC 75 meeting / DNV, November 2020 // URL. <https://www.dnv.com/news/new-ghg-regulations-for-ships-approved-during-imo-mepc-75-meeting-191311> (Дата обращения 25.02.2022).
- 109 Cutting ships' GHG emissions - working towards revised strategy / Marine Environment Protection Committee (MEPC) - 78th session, 6-10 June 2022 // URL. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MEPC-78-.aspx>
- 110 Rail Sustainability Index project / UIC, 2022 // URL. <https://uic.org/sustainability/article/rail-sustainability-index-project>
- 111 Compare energy consumption, CO2 emissions and other environmental impacts in respect of planes, cars and trains for passenger transport / UIC, June 2015 // URL. <https://uic.org/sustainability/energy-efficiency-and-co2-emissions/article/ecopassenger>
- 112 EcoTransIT World. Energy efficiency and CO2 emissions / UIC, April 2017 // URL. <https://uic.org/sustainability/energy-efficiency-and-co2-emissions/ecotransit-world>
- 113 A European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent / European Commission // URL. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- 114 EU, Sustainable and smart mobility strategy, 9 December 2020
- 115 Already Green Deal compliant – Rail welcomes “Fit for 55” legislative proposals. The Voice of European Railways. The CER // URL. <https://www.cer.be/media/press-releases/already-green-deal-compliant-rail-welcomes-fit-55-legislative-proposals>
- 116 Package for the future – Mobility/ IEA. 2020 // URL. <https://www.iea.org/policies/13481-package-for-the-future-mobility>

- 117 Outline of the 14th Five-Year Plan (2021-2025) for National Economic and Social Development and Vision 2035 of the People's Republic of China / The People's Government of Fujian Province // URL: https://www.fujian.gov.cn/english/news/202108/t20210809_5665713.htm
- 118 FNEE/Aid Programme for energy efficiency in the railway sector / European Regional Development Fund, 2015 // URL: <https://www.idae.es/en/support-and-funding/mobility-and-vehicles/calls-closed/aim-programme-energy-efficient-railway>
- 119 Smart Mobility Strategy - Alternative Fuel Infrastructure, FuelEU Maritime / IEA/IRENA Renewables Policies Database, 2021 // URL. <https://www.iea.org/policies/12801-smart-mobility-strategy-alternative-fuel-infrastructure-fueleu-maritime>
- 120 Recovery and resilience plan. Green mobility and infrastructure. Transport infrastructure/ IEA/IRENA Renewables Policies Database, 2020 // URL. <https://www.iea.org/policies/13416-recovery-and-resilience-plan-green-mobility-and-infrastructure-rail>
- 121 Indian "Green Railway" by 2030 / IEA/IRENA Renewables Policies Database, 2020 // URL. <https://www.iea.org/policies/14229-indian-green-railway-by-2030?page=6§or=Transport>
- 122 Strategia Nazionale Idrogeno Linee guida preliminari / Italy's Ministry of Economic Development (MISE), November 2020 // URL. https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Strategia_Nazionale_Idrogeno_Linee_guida_preliminari_nov20.pdf
- 123 The National Hydrogen Strategy / Federal Ministry for economic affairs and climate action, June 2020 // URL. https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=6
- 124 Reducing greenhouse gas emissions from ships/ International Maritime Organization// URL. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>
- 125 2030 Climate Target Plan/ European Commission // URL. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_en

- 126 Fit for 55. The EU's plan for a green transition // European Council, June 2022 // URL. <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>
- 127 Гайда И., Доброславский Н., Ляшик Ю, Данеева Ю., Мельников Ю. Европейский механизм пограничной углеродной корректировки - ключевые вопросы и влияние на Россию / Центр энергетике Московской школы управления СКОЛКОВО, август 2021 // URL. https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/SKOLKOVO_EneC_RU_CBAM.pdf
- 128 DRAFT OPINION of the Committee on International Trade 2021/0214(COD) for the Committee on Environment, Public Health and Food Safety on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism (COM (2021)0564 – C9-0328/2021 – 2021/0214(COD)) //European Parliament 2019-2024 // URL. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/INTA-PA-699250_EN.pdf
- 129 Существующее регулирование EU ETS позволяет странам, входящим в ЕС, компенсировать дополнительные расходы, связанные с косвенными эмиссиями (закупка энергии), для наиболее энергоемких отраслей промышленности. 11 из 28 стран ЕС используют такие схемы дополнительной компенсации косвенных расходов компаний за счет бюджетных средств. Если после 2026 г. Охват 2 войдет в периметр расчетов платежей по CBAM, импортеры из других стран окажутся в менее выгодном положении, либо будут вынуждены вводить дополнительные схемы поддержки своих производителей.
- 130 Members of European Parliament provide more ambitious proposal for five elements of "Fit for 55" climate package, including EU Carbon Border Adjustment Mechanism / EY Global, May 2022 // URL. https://www.ey.com/en_gl/tax-alerts/european-parliament-approves-five-elements-of-fit-for-55-climate-package-including-a-more-ambitious-eu-carbon-border-adjustment-mechanism
- 131 J. Killick, J. MacLennan, W. De Catelle, G. Giralda Fustes. European Parliament and Council adopt positions on ETS and CBAM proposals: next steps—final agreement & formal adoption / White & Case LLP, July 2022 // URL. <https://www.whitecase.com/publications/alert/european-parliament-and-council-adopt-positions-ets-and-cbam-proposals-next>

- 132 Например, A. Pollak. Climate risk is investment risk, which is why we've built Aladdin Climate / BlackRock, Inc, June 2021 // URL. <https://www.blackrock.com/uk/professionals/solutions/portfolio-design/climate-risk-is-investment-risk>
- 133 Climate change and P&C insurance: The threat and opportunity / McKinsey & Company, November 2020 // URL. <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/climate-change-and-p-and-c-insurance-the-threat-and-opportunity>
- 134 The database of fossil fuel divestment commitments made by institutions worldwide / Global Fossil Fuel Divestment // URL. <https://divestmentdatabase.org/> (дата обращения апрель 2022)
- 135 C. Moitry. Sustainable corporate lending: transition to a low-carbon economy. BNP PARIBAS / Green finance conference, November 2019 // URL. <https://www.mnb.hu/letoltes/07-cecile-moitry-bnp-paribas-slides.pdf>
- 136 RACE TO ZERO. CAMPAIGN OVERVIEW. Official website // URL. <https://racetozero.unfccc.int/join-the-race/>
- 137 Glasgow Financial Alliance for Net Zero (GFANZ). Official website // URL. <https://www.gfanzero.com/>
- 138 Membership and financial assets in Race to Zero prior to the launch of GFANZ // URL. <https://assets.bbhub.io/company/sites/63/2021/11/GFANZ-progress-report-figure-2.svg>
- 139 Посейдонские принципы были выпущены в 2019 году, и направлены на обеспечение прозрачности финансирования портфелей судов, в соответствии с целями 50% сокращения выбросов CO₂ к 2050 году (по сравнению с 2008). Подписанты Посейдонских принципов публикуют информацию о портфеле инвестиций в своих ежегодных докладах. Ожидается, что прозрачность позволит выполнить амбициозные цели, установленные ИМО
- 140 PRINCIPLES FOR RESPONSIBLE BANKING / UNEP Finance Initiative // URL. <https://www.unepfi.org/banking/bankingprinciples/>
- 141 Green Bond Boom Sees Issuances Double to \$621 Billion / BloombergNEF, March 2022 // URL. <https://about.bnef.com/blog/green-bond-boom-sees-issuances-double-to-621-billion/>
- 142 T. Ehlers, F. Packer. Green bond finance and certification / BIS Quarterly Review, 2017 // URL. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3042378
- 143 R. Preclaw, A. Bakshi. The cost of being green / Barclays US Credit Focus, 2015 // URL. https://www.environmental-finance.com/assets/files/US_Credit_Focus_The_Cost_of_Being_Green.pdf

- 144 Например, Tariq Fancy. ESG investing doesn't have any social impact / BlackRock, Mart 2021 // URL.
<https://www.cnbc.com/video/2021/03/16/fmr-blackrock-executive-esg-investing-doesnt-have-any-social-impact.html>
- 145 GLP Closes First Sustainability-Linked Loan of \$658 Million, One of the Largest in APAC / GLP, February 2021 // URL.
<https://www.glp.com/global/article/glp-closes-first-sustainability-linked-loan-658-million-one-largest-apac>
- 146 Green asset ratios What's in store for banks? / Economic & Financial Analysis. Financials Sector Strategy / ING, March 2021 // URL.
https://think.ing.com/uploads/reports/EBA_report_NFRD_disclosure_150321.pdf
- 147 например, <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/bank-shareholder-proposals-curb-new-fossil-fuel-lending-get-slim-support-2022-04-26/>,
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-05-20/energy-crunch-causing-esg-to-fall-out-of-favor-warns-ex-bp-ceo>
- 148 COMPANIES TAKING ACTION / Science Based Targets // URL. <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action?ambitionToggle=1#table>
- 149 Engaging the chain: driving speed and scale. CDP Global Supply Chain Report 2021 / CDP with BCG, February 2022 // URL. https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/006/106/original/CDP_SC_Report_2021.pdf?1644513297
- 150 A.P. Moller. Sustainability Report 2021 / Maersk, 2021 // URL. https://www.maersk.com/~media_sc9/maersk/corporate/sustainability/files/resources/2021/maersk-sustainability-report_2021.pdf
- 151 The sustainability imperative /Nielsen Consumer LLC, October 2015 // URL.
<https://nielseniq.com/global/en/insights/analysis/2015/the-sustainability-imperative-2/>
- 152 D. Bush. Major cargo owners target zero-carbon shipping by 2040 / Lloyd's Loading List. Informa // URL.
<https://www.lloydsloadinglist.com/freight-directory/news/Major-cargo-owners-target-zero-carbon-shipping-by-2040/80149.htm#.YhjsW-hBw2w>
(Дата обращения 25.02.2022).
- 153 Together we can decarbonize ocean shipping / Cargo Owners for Zero Emission Vessels (coZEV). Official website // URL.
<https://www.cozev.org/>

- 154 Ставит своей целью обеспечение к 2040 г. декарбонизацию морских грузовых перевозок участников-судовладельцев; достижение нулевого баланса сектора во всем секторе не позднее 2050 г.
- 155 Кроме компании Central Japan Railway Company. Отчет данной компании на английском языке не предоставляет информацию по отдельным мерам
- 156 IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions / International Maritime Organization (IMO), 2020 // URL: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>
- 157 BP and Maersk Tankers carry out successful marine biofuel trials / BP, December 2021 // URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bp-and-maersk-tankers-carry-out-successful-marine-biofuel-trials.html>
- 158 CMA CGM and Shell perform first Bio-LNG bunkering operation in Rotterdam / CMA CGM Group, December 2021 // URL: <https://www.cmacgm-group.com/en/news-media/CMA-CGM-and-Shell-perform-first-Bio-LNG-bunkering%20operation%20in%20Rotterdam>
- 159 Natural based solutions – природно-ориентированные решения, в частности высадка лесов
- 160 Climate protection / Official website DB // URL: https://gruen.deutschebahn.com/en/strategy/climate_protection
- LEADING THE CHARGE FOR A GREENER PLANET / Official website DB // URL: <https://www.sncf.com/en/commitments/sustainable-development/leading-the-charge-for-the-planet>
- Экологическая стратегия ОАО "РЖД" на период до 2020 года и перспективу до 2030 года / Официальный сайт ОАО «РЖД» // URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=958>
- Official website IndianRailways // URL: https://indianrailways.gov.in/railwayboard/uploads/directorate/secretary_branches/IR_Reforms/Green**.pdf
- INTEGRATED REPORT 2020 / JR East Group, 2020 // URL: https://www.jreast.co.jp/e/environment/pdf_2020/p076-087.pdf,
- JR Central Green Procurement Cuidelines / Central Japan Railway Company // URL: https://global.jr-central.co.jp/en/company/material_procurement/_pdf/green_guide_line.pdf,
- Sustainability Report 2020 / MTR, 2020 // URL: https://www.mtr.com.hk/sustainability/2020/en/pdf/Sustainability_Report_EN.pdf

- 161 A.P. Moller - Maersk accelerates Net Zero emission targets to 2040 and sets milestone 2030 targets / MAERSK, January 2022 // URL: <https://www.maersk.com/news/articles/2022/01/12/apmm-accelerates-net-zero-emission-targets-to-2040-and-sets-milestone-2030-targets>
- Official Website MSC // URL: <https://www.msc.com/ken/news/2020-july/msc-continues-to-invest-in-decarbonising-shipping>,
<https://www.msc.com/che/news/2019-december/msc-confirms-long-standing-commitment-to-reducing>
- Sustainability report 2020 / COSCO SHIPPING Lines Co, 2020 // URL: https://lines.coscoshipping.com/lines_resource/pdf/quality2020en.pdf
- The CMA CGM Group heads towards carbon neutrality by 2050 / CMA CGM, June 2020 // URL: <https://www.cma-cgm.com/news/3143/the-cma-cgm-group-heads-towards-carbon-neutrality-by-2050> From LNG to e-methane, an effective solution now to prepare for the future / CMA CGM, November 2021 // URL: <https://www.cmacgm-group.com/en/betterways-story/from-lng-to-emethane-an-effective-solution-to-prepare-the-future>
- Sustainability Policy and Sustainability report 2020 / Hapag-Lloyd // URL: <https://www.hapag-lloyd.com/en/company/responsibility/sustainability/at-a-glance.html>
<https://www.hapag-lloyd.com/sustainability-report-2020/en/index.html>
- Sustainability. MESSAGE FROM MANAGEMENT / Ocean Network Express Pte. Ltd (ONE) // URL: <https://www.one-line.com/en/csr-home>, https://www.one-line.com/sites/g/files/lnzjqr776/files/2021-07/***_220721.pdf
- Energy and Emission Management / Evergreen Marine Corp. (Taiwan) // URL: https://csr.evergreen-marine.com/csr/jsp/CSR_EnergyEmissionManagement.jsp
- 2020 Corporate Social Responsibility Report. Sustainable Shipping and Environmental First / Evergreen Marine Corp. (Taiwan), 2020 // URL: https://csr.evergreen-marine.com/csr/pdf/csr-policy-report/Evergreen_CSR_2020_CH3.pdf?v=054737
- HMM Sustainability Report / Official Website HMM // URL: <http://www.hmm21.com/cms/company/engn/introduce/sustainability/report/index.jsp>,
[https://www.yangming.com/files/Investor_Relations/***_86\(eng\).pdf](https://www.yangming.com/files/Investor_Relations/***_86(eng).pdf)

- Concern the environment, treasure the earth / Official Website YANG MING // URL: https://www.yangming.com/About_Us/Environment_Preservation/Environment_Performance.aspx
- Инновационное развитие / Официальный сайт ПАО Совкомфлот // URL: https://www.sovcomflot.ru/fleet/sustainable_development/science_and_innovation/
- 162 7 Billion Euro Investment: Deutsche Post DHL Group's ambitious plan toward a greener future / DHL, June 2021 // URL. <https://www.dhl.com/global-en/delivered/sustainability/seven-billion-euro-investment-dpdhl-groups-ambitious-plan-toward-a-greener-future.html>
- 163 ENVIRONMENTAL, SOCIAL & GOVERNANCE SUSTAINABILITY / DHL, June 2021 // URL. <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/events/innovation/logistics-and-supply-chain-summit-hub/mega-trends/environment-social-governance.html>
- 164 Группа Deutsche Post DHL инвестирует 7 млрд евро в климатически нейтральную логистику до 2030 года / EBA, April 2021 // URL. <https://eba.com.ua/gruppa-deutsche-post-dhl-ynvestyruet-7-mlrd-evro-v-klymatychesky-nejtralnuyu-logystyku-do-2030-goda/>
- 165 Improving employability / Deutsche Post DHL Group, 2022 // URL. <https://www.dhl.com/global-en/home/about-us/sustainability/goteach.html>
- 166 Environmental, social and governance report 2021 / DP World, 2021 // URL. <https://www.dpworld.com/-/media/project/dpwg/dpwg-tenant/corporate/global/media-files/sustainability/esg-report-2021.pdf?rev=99f3a0e085df40a38450ab4c285e9870>
- 167 DP World enters partnership with Maersk-backed NGO / MARKETWIRE, ENERGYWATCH, January 2022 // URL. https://energywatch.com/EnergyNews/Policy___Trading/article13680033.ece
- 168 MAN Energy Solutions and DP World sign cooperation agreement/ DP World, October 2021 // URL. <https://www.dpworld.com/news/releases/man-energy-solutions-and-dp-world-sign-cooperation-agreement/>
- 169 Anas S. Alamoush, Aykut I. Ölçer, Fabio Ballini, Ports' role in shipping decarbonisation: A common port incentive scheme for shipping greenhouse gas emissions reduction, Cleaner Logistics and Supply Chain, Volume 3, 2022 // URL. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100021>.

- 170 Ten ways to decarbonize ports, 2022 // URL.
<https://piernext.portdebarcelona.cat/en/environment/ten-ways-to-decarbonize-ports/>
- 171 Rotterdam Climate Agreement / Energyswitch Rotterdam Climate Alliance // URL.
https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5ab410faa2f42204838f7990/5be174d6337f770010c1b69f/files/1.2.2_Rotterdam_Climate_Agreement_ENG.pdf?1601637912
- 172 COS 2022 - Media Factsheet - Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint: Working Towards 2050 / Maritime and Port Authority of Singapore. March 2022 // URL.
<https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-centre/news-releases/detail/15baa4cc-e2fc-4932-b68d-b0f907f5e4ad#:~:text=All%20harbour%20craft%20will%20operate,from%202030%20levels%20by%202050>
- 173 Порты Лос-Анджелеса и Шанхая в партнерстве по зеленому судоходному коридору // URL.
<https://www.nachedeu.com/>
- 174 Изменения климата: физические основы и процессы // URL
https://wwf.ru/upload/documents/Posobie_k_lectiyam_9_may.pdf
- 175 Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. – Санкт-Петербург. 2017. – 106 с. // URL.
<http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/riski.pdf>
- 176 Федеральный закон от 02.07.2021 N 296-ФЗ "Об ограничении выбросов парниковых газов" // URL.
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_388992/
- 177 Проект был принят в первом чтении возможны изменения в последующих чтениях.
- 178 Проект Федерального закона N 37939-8 «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации», принят в первом чтении 21.12.21, <https://sozd.duma.gov.ru/bill/37939-8>
- 179 Углеродная нейтральность Сахалинской области в 2025 году / Министерство экологии Сахалинской области, Ноябрь 2021 // URL. <https://ecology.sakhalin.gov.ru/climate-project/about-climate-project/33-uglerodnaja-nejtralnost-sahalinskoj-oblasti-k-2025-godu.html>
- 180 Т. Дмитракова. Сахалин намерен стать углеродно-нейтральным / Российская газета Форум №200(8551), ВЭФ, Сентябрь 2021 // URL. <https://rg.ru/2021/09/01/reg-dfo/sahalin-nameren-stat-uglerodno-nejtralnym.html>

- 181 На Сахалине в 2024 году планируют запустить водородные поезда/ТАСС, Апрель 2021// URL. https://tass.ru/ekonomika/11227643?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com
- 182 Углеродная нейтральность Сахалинской области в 2025 году/Министерство экологии Сахалинской области, Ноябрь 2021 // URL. <https://ecology.sakhalin.gov.ru/climate-project/about-climate-project/33-uglerodnaja-nejtralnost-sahalinskoj-oblasti-k-2025-godu.html>
- 183 А. Дуэль. Еще четыре региона могут включиться в углеродный эксперимент/ Российская газета RG.RU, Декабрь 2021 // URL. <https://rg.ru/2021/12/06/reg-sibfo/eshche-chetyre-regiona-mogut-vkliuchitsia-v-uglerodnyj-eksperiment.html>
- 184 М. Летюхина. Ключевые вызовы — декарбонизация и повышение производительности труда/ РБК, Октябрь 2021 // URL. <https://spb.plus.rbc.ru/news/615ec01b7a8aagega012dba4>
- 185 Ленобласть включит в стратегию низкоуглеродного развития карбоновые фермы и утилизацию CO₂ / Ведомости. Санкт-Петербург, Февраль 2022 // URL. <https://vedomosti-spb.ru/technology/articles/2022/02/09/908533-lenoblast-strategiyu-nizkouglerodnogo-razvitiya>
- 186 Область включается в декарбонизацию/ Официальный сайт Правительства Ленинградской области, Июнь 2021// URL. <https://lenobl.ru/ru/dlya-smi/news/36895/>
- 187 Национальный проект «Экология»/ Экология России, Август 2019// URL. <https://ecologyofrussia.ru/proekt/chistyj-vozduh/>
- 188 Федеральный проект "Чистый воздух", Официальный сайт// URL. <http://min.prirodyair.tilda.ws/>
- 189 Государственные программы/ Стратегия социально-экономического развития Кемеровской области - Кузбасса на период до 2035 года // URL. <https://xn---2035-3veg1c0a7eat.xn--p1ai/gosudarstvennye-programmy.php>
- 190 Министерство природных ресурсов и экологии Омской области, Официальный сайт // URL. <https://mpr.omskportal.ru/oiv/mpr/etc/RegProject/1/11>
- 191 Кодекс торгового мореплавания Российской Федерации» от 30 апреля 1999 года № 81-ФЗ (ред. от 11.06.2021) // URL. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ / (дата обращения 20.02.2022).

192. Анисимов О., Бадина С., Белолуцкая М., Володин Е., Лавров С., Шерстюков Б., Стрелецкий Д., Кокорев В., Гайда И., Доброславский Н. Изменение климата в Российской Арктике: риски и новые возможности / ФГБУ «Государственный гидрологический институт», Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, Март 2021 // URL. https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/14cc56cf-8817-4a71-b9fb-6810b6d2adca/SKOLKOVO_EneC_RU_ClimateArktika.pdf
193. А. Калинин, Н. Доброславский, А. Лазарива, Устойчивое арктическое судоходство: 10 ключевых вопросов развития/Институт исследований быстроразвивающихся рынков СКОЛКОВО // URL. https://ftp.skolkovo.ru/web_team/iems/SKOLKOVO_IEMS_10.pdf
194. А. Калинин, Н. Доброславский, А. Лазарива, Устойчивое арктическое судоходство: 10 ключевых вопросов развития/Институт исследований быстроразвивающихся рынков СКОЛКОВО // URL. https://ftp.skolkovo.ru/web_team/iems/SKOLKOVO_IEMS_10.pdf
195. А. Львова, И. Цырулева, Дороге — знак: РЖД получит из ФНБ 363 млрд рублей на три стройки/ Известия, Март 2022 // URL. <https://iz.ru/130266g/anastasiia-lvova-irina-tcyruleva/doroge-znak-rzhd-poluchat-iz-fnb-363-mlrd-rublei-na-tri-stroiki>
196. Сумма была высчитана исходя, средний грузовой поезд выбрасывал около 18 граммов углекислого газа на тонно-километр, N. Folkert. Rail freight produces 6 times less CO2 than truck / RailTech, January 2020 // URL: <https://www.railfreight.com/policy/2020/01/08/rail-freight-produces-6-times-less-co2-than-truck/?gdpr=accept>
197. А. Хворостов. Развитие железнодорожного транспорта на альтернативных видах топлива на Дальневосточном полигоне // URL. https://minenergo.sakhalin.gov.ru/site_get_file/1470/
198. И.Башмаков, В.Башмаков, К.Борисов, М.Дзедзичек, А.Лунин, А.Мышак. Россия на траектории углеродной нейтральности \ ЦЭНЭФ -XXI, Центр энергетики Школы управления СКОЛКОВО, 2022. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/c46bfc36-e5d1-4ad8-9c8c-cd3fd8410d7d/SKOLKOVO_EneC_RU_Russia_on_the_trajectory_of_carbon_neutrality.pdf
199. И.Башмаков, В.Башмаков, К.Борисов, М.Дзедзичек, А.Лунин, А.Мышак. Россия на траектории углеродной нейтральности \ ЦЭНЭФ -XXI, Центр энергетики Школы управления СКОЛКОВО, 2022. URL: https://sk.skolkovo.ru/storage/file_storage/c46bfc36-e5d1-4ad8-9c8c-cd3fd8410d7d/SKOLKOVO_EneC_RU_Russia_on_the_trajectory_of_carbon_neutrality.pdf

- 200 Подготовлено в рамках проекта Министерства цифрового развития при поддержке Министерства транспорта и Ассоциации «Цифровой транспорт и логистика»
- 201 Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.02.2008 № 269р "Об энергетической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года" // URL <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=35>
- 202 Сергей Кобзев — о будущем железнодорожного транспорта в России / РБК ТRENДЫ, Июнь 2020 // URL. <https://trends.rbc.ru/trends/green/cmmr/5ed8d39d9a79478a6ef55126>
- 203 Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.02.2008 № 269р "Об энергетической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года" // URL <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=35>
- 204 Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.02.2008 № 269р "Об энергетической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2010 года и на перспективу до 2030 года" // URL <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=35>
- 205 П. Трифонова, В. Гайдаев. Очень хорошие деньги. Как принципы ESG-инвестирования приживаются в России / Газета Коммерсантъ, Март 2021 // URL. <https://www.kommersant.ru/doc/4713497>
- 206 О. Беляева. На смену солярке идут аккумуляторы / Октябрьская магистраль, выпуск № 100, 2020 // URL. <https://gudok.ru/zdr/169/?ID=1506548>
- 207 Локомотивы на альтернативных видах топлива / Инновационный дайджест, Инновационное развитие ОАО «РЖД» // URL. http://www.rzd-expo.ru/innovation/stock/locomotives_for_alternative_types_of_fuels/
- 208 Евстифеев А.А., Ермолаев А.Е. Результаты технико-экономического анализа отдельных вариантов обеспечения ОАО "РЖД" газовым моторным топливом / Научно-технический сборник вести газовой науки, 2 (34), 2018, с. 213-224 // URL. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35311629>
- 209 На МЖД состоялась первая поездка тепловоза с газопоршневым двигателем / Сайт «Сделано у нас», 2013 // URL. <https://sdelanounas.ru/blogs/45297/>

- 210 Конкуренция и монополия: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, научно-педагогических работников и специалистов в области антимонопольного регулирования (Кемерово, 15-16 октября 2020 г.) / под общ. ред. Н. В. Кудреватых, В. Г. Михайлова; КузГТУ. – Кемерово, 2020. – 377 с // URL. https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/kim/2020/kim_2020.pdf
- 211 СТМ получили сертификат на газомоторный тепловоз ТЭМГ1, машина передана «Газпромтранс» / Новости на официальном сайте АО «Синара-Транспортные Машины», Январь 2022 // URL. <https://sinaratm.ru/media/news/stm-poluchili-sertifikat-na-gazomotornyy-teplovoz-temg1-mashina-peredana-gazpromtransu/>
- 212 Маневровый газопоршневой тепловоз ТЭМГ1 / Официальный сайт АО «Синара-Транспортные Машины» // URL. <https://product-stm.ru/temg1>
- 213 Евстифеев А.А., Ермолаев А.Е. Результаты технико-экономического анализа отдельных вариантов обеспечения ОАО "РЖД" газовым моторным топливом / Научно-технический сборник вести газовой науки, 2 (34), 2018, с. 213-224 // URL. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35311629>
- 214 Требушкова и. Е., Полякова н. О. Географический анализ государственной политики на железнодорожном транспорте России / Географическая среда и живые системы, № 1, 2021, с. 110-130 // URL. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45636552>
- 215 Доработанный текст проекта Постановления Правительства Российской Федерации "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения" / Минтранс России, Сентябрь 2016 // URL. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56584876/>
- 216 Доработанный текст проекта Постановления Правительства Российской Федерации "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения" / Минтранс России, Сентябрь 2016 // URL. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56584876/>

- 217 О путях достижения углеродной нейтральности в Дирекции тяги / СЦБИСТ, 2021 // URL. <http://scbist.com/xx2/54723-10-2021-o-putyah-dostizheniya-uglerodnoi-neitralnosti-v-direkcii-tyagi.html>
- 218 Валинский О. С. Импортзамещение как тренд. Локализация и трансфер технологий будущего / Презентация Валинского О. С, Август 2021 // URL. http://web.archive.org/web/20220402081158/https://railwayexpo.ru/images/docs/2021/presentation/%**B9_RU.pdf
- 219 И. Тонковидов: Стратегия-2025 – курс на качественный рост, высокие технологии и человеческий капитал / Корпоративное издание группы СКФ ИЮЛЬ 2020 / № 02(67) // URL. <https://www.scfgroups.ru/upload/uf/67b/67b37e91911fd5dca0236607620fe1eb.pdf>
- 220 Защита окружающей среды и энергоэффективность / Современный Коммерческий Флот (СКФ), ПАО Совкомфлот, 2022 // URL. https://www.scf-group.ru/fleet/sustainable_development/environmentprotectionandenergyefficiency/?print=y
- 221 «Совкомфлот» привержен к использованию экологически чистого топлива в Арктике / Российская палата по материалам пресс-службы ПАО «Совкомфлот», 2019 // URL. <https://www.rus-shipping.ru/ru/stats/?id=860>
- 222 ПАО «Совкомфлот». О компании / Новости ПортНьюс // URL. https://portnews.ru/companies/pao_sovkomflot/
- 223 Более 40 судов Совкомфлота в 2025 году будет работать на СПГ в качестве основного вида топлива/ Новости ПортНьюс, Октябрь 2021 // URL. <https://portnews.ru/news/319663/>
- 224 Годовой отчет Совкомфлот за 2020 г. // URL. <https://ar2020.scf-group.com/ru>
- 225 Более 40 судов Совкомфлота в 2025 году будет работать на СПГ в качестве основного вида топлива/ Новости ПортНьюс, Октябрь 2021 // URL. <https://portnews.ru/news/319663/>
- 226 Группа компаний «Дело» и Госкорпорация «Росатом» переводят портовые терминалы в Новороссийске на использование зеленой энергии ветра / Группа компаний «Дело», Апрель 2021 // URL. <https://delo-group.ru/news/#gruppa-kompaniy-delo-i-goskorporatsiya-rosatom-perevodyat-portovye-terminaly-v-novorossiyske-na-ispo>

- 227 Группа компаний «Дело» и Госкорпорация «Росатом» переводят портовые терминалы в Новороссийске на использование зеленой энергии ветра / АО «НоваВинд», Апрель 2021 // URL.
https://novawind.ru/press/news/news_item.php?page=388
- 228 Первый российский Aframax передан заказчику / SeaNews, Декабрь 2020 // URL. <https://seanews.ru/2020/12/11/ru-pervyj-rossijskij-afamax-peredan-zakazchiku/>
- 229 Б. Воробьев, С. Затепакин, А. Надежкин, В. Рычкова, А. Соболенко. Развитие судов, работающих на газомоторном топливе / Морские вести России №6, 2021 // URL.
<http://www.morvesti.ru/analitika/1689/90019/>
- 230 «Звезда» заложила третий ледокольный танкер-газовоз класса Arc7 / SeaNews, Декабрь 2021 // URL.
<https://seanews.ru/2021/12/10/zvezda-zalozhila-tretij-ledokolnyj-tanker-gazovoz-klassa-arc7/>
- 231 На ССК "Звезда" началось строительство седьмого танкера-газовоза СПГ / KORABEL.RU, Февраль 2022 // URL.
https://www.korabel.ru/news/comments/na_ssk_zvezda_nachalos_stroitelstvo_sedmogo_tankera-gazovoza_spg.html
- 232 Т. Дятел. Танкеры расплылись / Газета «Коммерсантъ» №90 от 25.05.2022 // URL.
<https://www.kommersant.ru/doc/5367711>
- 233 Доработанный текст проекта Постановления Правительства Российской Федерации "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по автомобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения" / Минтранс России, Сентябрь 2016 // URL.
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56584876/>
- 234 Технические характеристики - Лихтеровоз СЕВМОРПУТЬ / Портал КОРАБЕЛ.РУ // URL.
<https://www.korabel.ru/fleet/info/3321.html>
(дата обращения 27.06.2022)
- 235 З.С. Устинова, С.А. Устинов. Перспективы создания гражданских судов С АТОМНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ / Труды Крыловского государственного научного центра. Т. 2, № 392. 2020 // URL.
<https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sozdaniya-grazhdanskih-sudov-s-atomnymi-energeticheskimi-ustanovkami/viewer>
- 236 Nuclear Powered Ships / ScienceDirect // URL.
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/nuclear-powered-ships>

- 237 Атомный ледокольный флот / Официальный сайт ГК «Росатом» // URL. <https://rosatom.ru/production/fleet/> (дата обращения 27.06.2022)
- 238 С. Афолина. Четвёртый серийный: Петербург отправит "Чукотку" расчищать СМП // Деловой Петербург, декабрь 2020 // URL. https://www.dp.ru/a/2020/12/21/CHetvjortij_serijnij?hash=761055
- 239 Ледокол "Якутия" спустят на воду уже этой осенью // Портал КОРАБЕЛ.РУ, апрель 2022 // URL. https://www.korabel.ru/news/comments/ledokol_yakutiya_spustyat_na_vodu_uzhe_etoj_osenyu.html
- 240 В Приморье началось строительство самого мощного в мире атомного ледокола / РИА Новости, Июль 2020 // URL. <https://ria.ru/20200706/1573934403.html>
- 241 K. Hochkirch, V. Bertram, Engineering Options for More Fuel-Efficient Ships /GreenTech Conference, May 2010 // URL. https://www.researchgate.net/publication/228388311_Engineering_Options_for_More_Fuel_Efficient_Ships
- 242 K. Hochkirch, V. Bertram, Engineering Options for More Fuel-Efficient Ships /GreenTech Conference, May 2010 // URL. https://www.researchgate.net/publication/228388311_Engineering_Options_for_More_Fuel_Efficient_Ships
- 243 International Conference on Ship Efficiency / Ship Efficiency by STG // URL. https://www.stg-online.org/veranstaltungen/Ship_Efficiency.html
- 244 Efficiency Finder/DNV GROUP// URL. <https://www.dnvgl.com/maritime/energy-efficiency/efficiency-finder.html>
- 245 The State Energy Efficiency Index 2020 / Government of India Ministry of Power, December 2020 // URL. <https://stateenergyefficiencyindex.in/>
- 246 ISO 14000 Family Environmental Management // URL. <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>
- 247 Green Marine Official site // URL. <https://green-marine.org/>
- 248 Green Marine Europe Official site // URL. <https://green-marine.org/europe/>
- 249 Environmental Ship Index (ESI) / International Assosiation of Ports and Harbors (IAPH) // URL. <https://www.environmentalshipindex.org/>
- 250 Green Award Official site // URL. <https://www.greenaward.org/>
- 251 Clean Shipping Index. For clean air and healthy oceans // URL. <https://www.cleanshippingindex.com/>

- 252 Zero-harm maritime industry / Official Website RightShip // URL. <https://rightship.com/about-us/>
- 253 ГОСТ Р ИСО 14040–2010 / Национальный стандарт Российской Федерации. Экологический Менеджмент. Оценка Жизненного Цикла. Принципы и структура // URL. <https://docs.cntd.ru/document/1200077762>
- 254 ISO 14064 – Учет и контроль парниковых газов/ SGS Россия// URL. <https://www.sgs.ru/ru-ru/sustainability/environment/carbon-services/greenhouse-gas-emissions-and-lifecycle-assessment/iso-14064-greenhouse-gas-accounting-and-verification>
- 255 IGBC Green Railway Stations/ Indian Green Building Council// URL. <https://igbc.in/igbc/redirectHtml.htm?redVal=showGreenRailwaynosign>
- 256 LEED rating system. The most widely used green building rating system in the world/ USGBC Live 2022 // URL. <https://www.usgbc.org/leed>
- 257 BREEAM is the world's leading science-based suite of validation and certification systems for sustainable built environment / BRE Group Official site// URL. <https://www.breeam.com/>
- 258 P. Munch, RE100 – the world's most influential companies committed to 100% renewable power/ ECOHZ // URL. <https://www.ecohz.com/facts/re100-the-worlds-most-influential-companies-committed-to-100-percent-renewable-power>
- 259 C. Bricaud, A. Mathys, Guarantees of Origin (GOs)/ ECOHZ // URL. <https://www.ecohz.com/guarantees-of-origin>
- 260 P. Bloor, A. Mathys, Renewable Energy Certificates (RECs)/ ECOHZ // URL. <https://www.ecohz.com/renewable-energy-certificate>
- 261 P. Bloor, A. Mathys, International RECs (I-RECs)/ ECOHZ // URL. <https://www.ecohz.com/international-recs-i-recs>
- 262 В. Милькин, А. Волобуев, К. Потаева. На логистическом рынке заключена первая сделка с зелеными сертификатами / Ведомости, Октябрь 2021 // URL. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/10/05/889840-logisticheskoy-rinke>