

На правах рукописи

ПЛЕШАКОВ СТАНИСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ
РАЗВИТИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени кандидата экономических наук
Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(Экономика природопользования и землеустройства)

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Научный руководитель доктор экономических наук, профессор
Айрапетова Ануш Генриховна

Официальные оппоненты: **Ефимова Галина Анатольевна**, доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», профессор кафедры земельных отношений и кадастра

Череповицын Алексей Евгеньевич, доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», заведующий кафедрой «Организации и управления»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем региональной экономики Российской академии наук

Защита диссертации состоится «___» 2026 г. в ___ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.06 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: 191023, город Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.unecon.ru/dis-sovety> Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан «___» _____ 2026 года.

Ученый секретарь

Бездудная А.Г.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования.

В настоящее время в российской экономике наблюдаются тенденции к формированию жесткого экологического регулирования в области управления выбросами парниковых газов. В развитых зарубежных странах приоритетным становится экономическое развитие с учетом влияния промышленного сектора на климатические изменения, что требует разработки механизмов и инструментов, направленных на стимулирование предприятий к декарбонизации производственных процессов. Более 110 стран заявили о намерении достичь углеродной нейтральности, что формирует запрос на изменение экономических принципов и рассмотрение низкого углеродного следа как одного из направлений экологизации деятельности различных систем.

В Российской Федерации нормативно-правовое регулирование выбросов парниковых газов находится в начальной стадии реализации, но можно отметить тенденции к его постепенному ужесточению, в частности в связи с принятием стратегии низкоуглеродного социально-экономического развития. В связи с этим, возникает необходимость в разработке и совершенствовании инструментов и методов управления выбросами парниковых газов во всех отраслях экономики, которые являются ключевыми эмитентами для оценки влияния негативных выбросов, к которым в свою очередь можно отнести и транспортный сектор. Одной из важных задач является развитие механизмов учета и оценки углеродного следа от транспортных процессов, а также внедрение подходов управления выбросами углекислого газа в систему экологического менеджмента предприятий транспортной отрасли для формирования единой, целостной системы природоохранной деятельности.

В настоящий момент крупные промышленные предприятия реализуют мероприятия, направленные на повышение энергосбережения и снижение энергоемкости производственных процессов, что позволяет снизить климатическую нагрузку. Однако, эти инициативы зачастую носят точечный и разрозненный характер, реализуясь как отдельные проекты, а не как части единой комплексной стратегии. Исследование направлено на разработку метрик и методик для эффективного управления выбросами парниковых газов на транспортно-логистических предприятиях, осуществляющих железнодорожные грузовые и пассажирские перевозки. Полученные результаты позволят предприятиям откорректировать долгосрочные стратегии устойчивого развития с учетом минимизации воздействия транспортных процессов на климатические изменения и повысить эффективность управления климатическими рисками на основе улучшенной методики оценки углеродного следа и включения методических аспектов управления выбросов парниковых газов в систему экологического менеджмента.

Степень разработанности научной проблемы. Проблемами управления выбросами парниковых газов на промышленных предприятиях и

в транспортном секторе занимаются отечественные и зарубежные ученые. В частности, можно выделить следующие направления исследований:

- оценка потенциала возобновляемой энергетики и подходов устойчивого развития – авторы А.Г. Айрапетова, А.Г. Бездудная, В.М. Грега, Г.А. Ефимова, И.В. Ластовка, В.М. Разумовский, Р.В. Смирнов, М.Г. Трейман, А.Е. Череповицын и др.

- внедрение «зеленых» технологий, направленных на снижение выбросов парниковых газов в транспортных процессах – авторы Р.Г. Ахтямов, А.А. Гаврилова, Д.В. Василенко, А.Ф. Зайнутдинова, В.Л. Зинин, Л.Ф. Ильгамова, Е.И. Макарова И.В. Мухаметова, Н.С. Сараханова, А.Р. Садыкова, О.А. Юсупова, А.А. Явися и др.

- разработка методов и инструментов в части совершенствования стратегии управления углеродными рисками на железнодорожном транспорте – авторы А.В. Григорьева, О.Е. Кондратьева, М.Е. Косов, Н.С. Кузнецов, О.А. Локтионов, Р.И. Мамедгулиев, А.Ю. Скорород, Д.В. Щербакова, Лонг Чен, Мэн Цао, Сяоцзин Юань и др.

Однако следует отметить, что в настоящий момент недостаточно изучены подходы в области разработки интегрированных систем менеджмента, которые в реальном времени увязывали бы производственные, логистические, энергетические решения с углеродным следом и стоимостными показателями.

Целью диссертационного исследования является формирование эколого-экономических аспектов управления развитием железнодорожного транспорта в условиях необходимости решения проблемы снижения углеродного следа.

Реализация поставленной цели требует выполнения следующих задач:

- изучить особенности процессов железнодорожного предприятия и разработать методику по оценке выбросов парниковых газов с учетом специфики отрасли и возможности использования локомотивов с различными типами энергетической тяги;

- рассмотреть методические аспекты управления выбросами парниковых газов и предложить модель по их внедрению в систему экологического менеджмента для железнодорожного транспорта;

- выявить особенности оценки эффективности управления выбросами парниковых газов в транспортной отрасли с учетом современных тенденций оценки климатических рисков и предложить сбалансированную систему показателей, позволяющую проводить анализ эффективности проводимой климатической стратегии на железнодорожном транспорте;

- рассмотреть требования российского законодательства в области реализации климатических проектов и разработать механизм выбора наиболее эффективных решений с учетом минимизации финансовых и климатических рисков.

Объект исследования: железнодорожный транспорт.

Предмет исследования: инструменты управления выбросами вредных газов, образующимся от деятельности железнодорожного транспорта.

Научная гипотеза исследования сформулирована автором, исходя из предположения, что в российской экономике будут усиливаться тенденции по необходимости регулирования объемов газовых выбросов, что требует формирования подходов к совершенствованию системы управления выбросами загрязняющих веществ от деятельности железнодорожного транспорта, а также разработке инструментов по оценке углеродного следа с учетом специфики транспортной отрасли.

Теоретической основой исследования являются концепции и методические подходы таких областей научного знания как: управление эколого-экономической деятельностью промышленных предприятий, декарбонизация транспортных процессов, управление климатическими рисками, регулирование выбросами парниковых газов, принципы устойчивого и низкоуглеродного развития, экономические механизмы управления углеродным следом на различных уровнях управления.

Методологическую основу исследования составляет комплекс взаимосвязанных общенаучных и специальных методов, направленных на решение поставленных целей. В исследовании использованы следующие методы: анализа и синтеза, индукции и дедукции, системный и процессные подходы, методы моделирования и оптимизации, экономико-математические методы и др.

Информационной базой исследования послужили нормативно-правовые и стратегические документы, в том числе международные, национальные и корпоративные стандарты и соглашения; аналитические отчеты и обзоры международных и российских организаций в области оценки углеродного следа; корпоративные стратегии устойчивого развития железнодорожных компаний; научно - аналитическая литература по проблематике углеродного регулирования и управления климатическими рисками; материалы, опубликованные в периодической печати.

Обоснованность результатов диссертационного исследования обеспечена использованием фундаментальных теоретических положений в области экологического менеджмента, экономики природопользования, организации эколого-экономической деятельности предприятия, а также применением международных и национальных стандартов в области управления парниковыми газами и соответствии требованиям действующего нормативно-правового климатического регулирования Российской Федерации.

Достоверность результатов диссертационного исследования обусловлена использованием официальных и верифицированных источников информации, а также применением основных методов, используемых в исследовании: системного и комплексного анализа, аналитическое исследование с последующей апробацией результатов.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.

Направление научного исследования, представленного в диссертации, соответствует Паспорту научной специальности ВАК РФ 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика природопользования и землеустройства): п. 9.10. «Стратегии повышения эффективности использования природных ресурсов в народном хозяйстве. Ресурсо- и энергосбережение», п. 9.19. «Проблема борьбы с климатическими изменениями. Вопросы развития «зеленой» и низкоуглеродной экономики».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в совершенствовании инструментов управления эколого-экономической деятельностью железнодорожного транспорта и разработке подходов к оценке выбросов парниковых газов с учетом специфики транспортной отрасли.

К числу наиболее значимых и обладающих новизной научных результатов, полученных лично соискателем, относятся следующие:

1. Разработана методика влияния выбросов парниковых газов, поступающих в атмосферу от локомотивов разных типов, в том числе работающих на альтернативных источниках энергии, позволяющая проводить оценку углеродного следа при предоставлении услуг по грузовым и пассажирским перевозкам.

2. Разработана комплексная система показателей оценки эффективности управления выбросами парниковых газов на железнодорожном транспорте, позволяющая проводить анализ эффективности внедрения экологизированных технологий и «зеленых» технологий, направленных на снижение выбросов парниковых газов.

3. Предложена модель интеграции инструментов управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента железнодорожного предприятия на основе цикла PDCA, позволяющая управлять углеродным следом в рамках непрерывного, сбалансированного и прогнозируемого процесса с учетом специфики железнодорожной отрасли в рамках природоохранной деятельности компании.

4. Предложена методика выбора климатических проектов, включающая в себя этапы: оценка соответствия принципу дополнительности и определение приоритета реализации климатических проектов на основании балльной системы отбора.

Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные научно-методические положения позволяют углубить теоретические основы экологизации предприятий транспортной отрасли, расширить инструменты оценки углеродного следа с учетом специфики грузовых и пассажирских перевозок, совершенствовать механизмы экологического менеджмента.

Практическая значимость результатов исследования определяется возможностью применения разработанных результатов исследования для совершенствования природоохранной деятельности железнодорожных предприятий и компаний транспортно-логистического сектора, осуществляющих железнодорожные перевозки. Предложенные инструменты

позволят повысить эффективность управления выбросами парниковых газов с учетом требований нормативно-правового законодательства.

Кроме этого, результаты исследования могут быть также использованы в высших учебных заведениях при подготовке специалистов, получающих образование по специальностям: «Экологический менеджмент», «Экономика природопользования».

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были представлены и получили одобрение на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Разработанные методы и инструменты внедрены в деятельность в учебный процесс ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», в деятельность Русский регистр - ассоциация по сертификации, ООО «Лаборатория», АО «РЖД» (Октябрьская дирекция тяги), что подтверждено актами о внедрении.

Публикации результатов исследования. Основные результаты и положения исследования отражены в 11 научных статьях, в том числе в 7 статьях, опубликованных в рецензируемых журналах, включенных в рекомендованный список ВАК Российской Федерации (в том числе авторским – 3,6 п.л.).

Структура диссертации. Цели и задачи диссертационного исследования определили его структуру. Структура диссертационного исследования раскрывается во введении, трех главах, заключении. Диссертационная работа содержит 161 страницы основного текста, включает список использованной литературы из 128 наименований, 24 таблиц, 17 рисунков, 1 приложение.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Разработана методика влияния выбросов парниковых газов, поступающих в атмосферу от локомотивов разных типов, в том числе работающих на альтернативных источниках энергии, позволяющая проводить оценку углеродного следа при предоставлении услуг по грузовым и пассажирским перевозкам.

При осуществлении железнодорожных перевозок необходимо учитывать прямые и косвенные выбросы парниковых газов. Прямые выбросы образуются в результате использования локомотивов на энергетической тяге, которые в качестве топлива применяют углеводородные виды топлива.

При транспортировке по электрифицированным железнодорожным путям прямые выбросы отсутствуют, но следует учитывать количество потребленной энергии, затраченное на осуществление услуг по перевозке, для оценки косвенных энергетических выбросов. Потребленная электроэнергия чаще всего закупается в сторонних организациях и для оценки выбросов требуется информация о способе выработки энергии, типе и характеристике топлива и др. Также при оценке углеродного следа при применении альтернативных источников энергии и альтернативных видов топлива, необходимо учитывать технологический процесс их получения и характеристики используемого топлива.

В таблице 1 обобщены данные по расчету выбросов углекислого газа от локомотивов разных категорий.

Таблица 1. Расчет выбросов парниковых газов от разных категорий ЛОКОМОТИВОВ

Категория локомотива	Формула расчета
Дизельные локомотивы	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j = R_{\text{перев}}^j \cdot EF^j, \text{ или} \quad (1)$ $M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j = R_{\text{перев}}^j \cdot EF^j \cdot \rho^j \cdot 10^{-3}, \quad (2)$
Тепловозы	где:
Локомотивы, работающие на сжиженном природном газе	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j$ – масса выбросов углекислого газа от сжигания моторного топлива типа j на железнодорожном транспорте за поездку, т CO_2 ; $R_{\text{перев}}^j$ – расход топлива вида j транспортным средством за поездку, тонн; EF^j – коэффициент выбросов CO_2 при использовании на транспортном средстве топлива вида j , т $\text{CO}_2/\text{т}$; ρ^j – плотность топлива, кг/л
Биодизельные локомотивы	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j = R_{\text{перев}}^j \cdot K_1 \cdot \text{NCV} \cdot K_2 \cdot (44/12), \quad (3)$ где: $M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j$ – масса выбросов углекислого газа от сжигания моторного топлива типа j на железнодорожном транспорте за поездку, тонн CO_2 ; $R_{\text{перев}}^j$ – расход топлива вида j транспортным средством за поездку, тонн; K_1 – коэффициент, учитывающий выход углерода из топлива при сгорании; NCV – низшая теплота сгорания топлива ТДж /т; K_2 – коэффициент, учитывающий полноту сгорания топлива т С/ТДж ; 44/12 – соотношение молекулярных масс CO_2 и углерода.

Окончание таблицы 1

Электровозы	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}} = R_{\text{перев}}^{\text{эл}} \cdot KЭВ_{\text{перед}},$ (4)
Локомотивы с аккумуляторными батареями	где: $M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}}$ – масса косвенных выбросов углекислого газа на железнодорожном транспорте за поездку, т CO_2; $R_{\text{перев}}^{\text{эл}}$ – расход электроэнергии, потраченный локомотивом за поездку, МВт*ч; $KЭВ_{\text{перед}}$ – коэффициент косвенных энергетических выбросов для подвижного электрифицированного состава, т $\text{CO}_2/\text{МВт*ч}$.
Двухрежимные дизель – электрические локомотивы	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}} = M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j + M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}},$ (5) где: $M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^j$ – масса выбросов углекислого газа от сжигания моторного топлива типа j на железнодорожном транспорте за поездку, т CO_2 (рассчитывается по формуле 1 или 2);
Гибридные локомотивы с аккумуляторными батареями	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}}$ – масса косвенных выбросов углекислого газа на железнодорожном транспорте за поездку, т CO_2 (рассчитывается по формуле 4).
Локомотивы с водородными топливными элементами	$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}} = R_{\text{перев}}^{\text{вод}} \cdot KЭВ^{\text{вод}},$ (6) где: $M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^{\text{косв}}$ – масса косвенных выбросов углекислого газа от локомотива на водородных батареях за поездку, т CO_2; $R_{\text{перев}}^{\text{вод}}$ – расход водородного топлива, потраченный локомотивом за поездку, м^3; $KЭВ^{\text{вод}}$ – коэффициент косвенных энергетических выбросов для подвижного состава на водородных элементах, т $\text{CO}_2/\text{м}^3$

Следует учитывать, что выбросы парниковых газов считаются нулевыми при использовании зеленого водорода и в случае, если производство водорода включает в себя технологии улавливания и хранения углекислого газа, а также при электрификации сетей и использования локомотивов на аккумуляторных батареях, в случае если потребляемая электроэнергия получена от возобновляемых источников энергии.

В случае если в процессе осуществления железнодорожной услуги происходит смена категории локомотива, суммарный выброс парниковых газов будет рассчитываться по формуле 7:

$$M_{\text{CO}_2, \text{перев}} = \sum M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^i \quad (7)$$

где:

$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}$ – суммарный выброс парниковых газов в результате железнодорожной перевозки, т CO_2 ;

$M_{\text{CO}_2, \text{перев}}^i$ – выброс парниковых газов от i категории транспорта, т CO_2 .

Необходимо отметить, что при расчете углеродного следа при осуществлении услуг железнодорожной перевозки можно также учитывать выбросы от сопутствующих процессов, которые являются источниками менее 5% парниковых выбросов.

Однако в случае, если углеродный след рассчитывается для получения усредненных значений выбросов парниковых газов от отдельных категорий локомотивов за какой - либо определенный период, либо в целом от деятельности организации, в таком случае использование дополнительных элементов позволит получить более объективные показатели. Алгоритм расчета выбросов в данном случае представлен на рисунке 1.

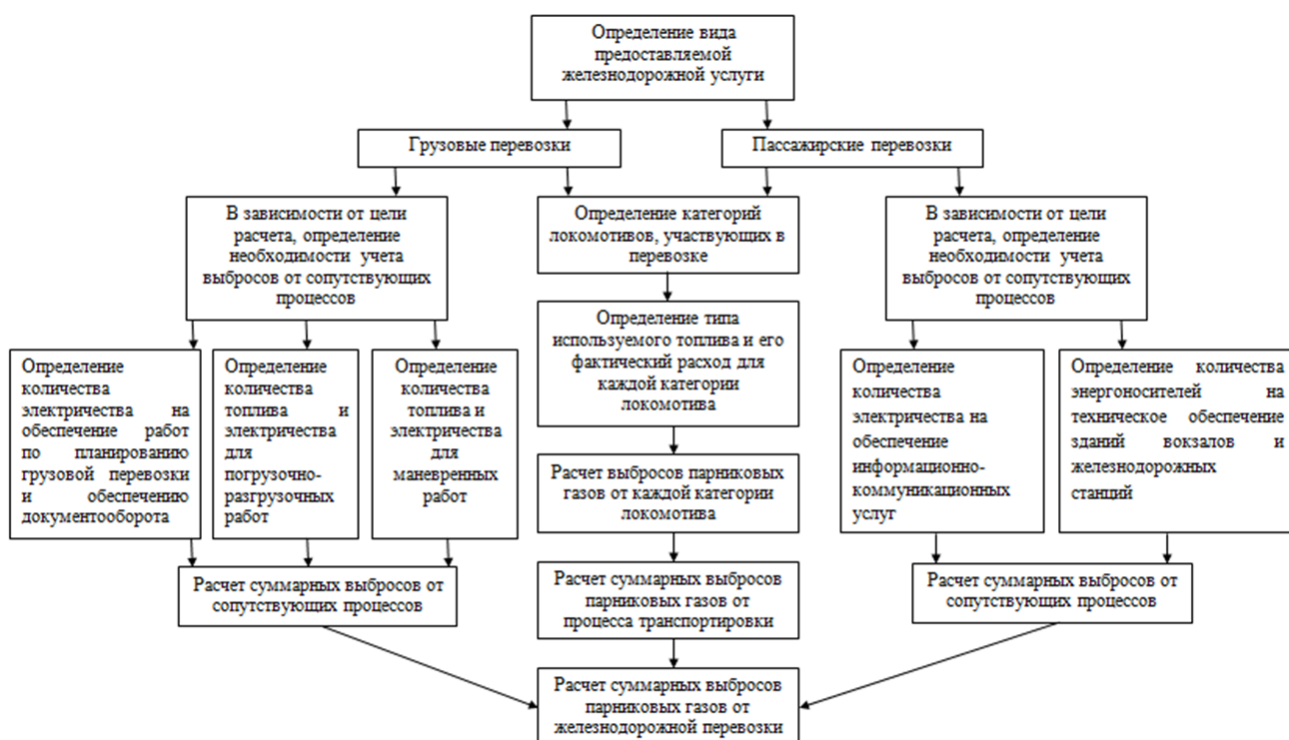


Рис. 1. Поэтапное проведение расчетов выбросов парниковых газов при осуществлении железнодорожных перевозок

Таким образом, представленные механизмы управления позволяют повысить точность оценки углеродного следа в сложившихся экономических реалиях и сформировать комплексные подходы к его оценке в эколого-экономической деятельности железнодорожного транспорта.

2. Разработана комплексная система показателей оценки эффективности управления выбросами парниковых газов на железнодорожном транспорте, позволяющая проводить анализ эффективности внедрения экологизированных технологий и «зеленых» технологий, направленных на снижение выбросов парниковых газов.

Для формирования устойчивой системы управления выбросами парниковых газов требуется разработка ключевых показателей, которые позволили бы проводить оценку эффективности управления выбросами на железнодорожном транспорте. В таблице 2 представлены основные показатели по оценке управления выбросами парниковых газов, разделенные на 3 группы: экологические, включающие абсолютные и относительные (удельные) показатели; показатели активности компании по снижению выбросов; финансовые показатели.

Таблица 2. Система показателей оценки эффективности управления выбросами парниковых газов на железнодорожном транспорте

1. Экологические показатели	
1.1. Абсолютные показатели	
Суммарный объем выбросов ПГ тCO ₂ -экв	$M_{co2} = \sum M_{score\ 1} + \sum M_{score\ 2}, \quad (8)$ где: $\sum M_{score\ 1}$ – суммарный объем выбросов парниковых газов Score 1, тCO₂ -экв.; $\sum M_{score\ 2}$ – суммарный объем выбросов парниковых газов Score 2, тCO₂ -экв.
Суммарный объем выбросов ПГ Score 1, тCO ₂ -экв	$\sum M_{score\ 1} = \sum_{i=0}^n M_{i,\ score\ 1}, \quad (9)$ где: $M_{i,\ score\ 1}$ – масса выбросов парниковых газов от i-го источника, выбросы которых могут быть отнесены к категории Score 1, тCO₂ -экв. ; n – количество источников, выбросы которых могут быть отнесены к категории Score 1
Суммарный объем выбросов ПГ Score 2, тCO ₂ -экв	$\sum M_{score\ 2} = \sum_{i=0}^n M_{i,\ score\ 2}, \quad (10)$ где: $M_{i,\ score\ 2}$ – масса выбросов парниковых газов от i-го источника, выбросы которых могут быть отнесены к категории Score 2, тCO₂ -экв.; n – количество источников, выбросы которых могут быть отнесены к категории Score 2
Объем выбросов ПГ Score 3 по ключевым категориям, тCO ₂ -экв	$\sum M_{score\ 3} = \sum_{i=0}^n (M^x_{i,\ score\ 3} + M^y_{i,\ score\ 3} + \dots), \quad (11)$ где: $M^x_{i,\ score\ 3}$ – масса выбросов парниковых газов, выбросы которых могут быть отнесены к категории x Score 3, тCO₂ -экв.; $M^y_{i,\ score\ 3}$ – масса выбросов парниковых газов, выбросы которых могут быть отнесены к категории y Score 3, тCO₂ -экв.
1.2. Относительные показатели	
Удельный выброс ПГ на единицу транспортной работы, гCO ₂ -экв /ткм или гCO ₂ -экв /пасс*км	$UB_{тр} = M_{co2} / A_{тр} \cdot 10^6, \quad (12)$ где: M_{co2} – суммарный выброс углекислого газа при предоставлении услуг по железнодорожным перевозкам, тCO₂ -экв.; $A_{тр}$ – транспортная работа при предоставлении услуг по железнодорожным перевозкам, ткм или пасс*км.
Удельный выброс ПГ на м ² отапливаемой площади (для инфраструктурных объектов), гCO ₂ -экв / м ²	$UB_{инф} = M_{co2} / S \cdot 10^6, \quad (13)$ где: M_{co2} – суммарный выброс углекислого газа, образующийся при сжигании топлива, необходимого для отопления инфраструктурных объектов, тCO₂ -экв.; S – отапливаемая площадь инфраструктурных объектов, м²; 10⁶ – переводной коэффициент

Окончание таблицы 2

Удельные выброс ПГ на единицу выручки, т СО ₂ -экв / млрд руб. выручки.	$УВ_{\text{выр}} = M_{\text{CO}_2} / ВР, \quad (14)$ где: M_{CO_2} – суммарный выброс углекислого газа, тСО₂-экв; $ВР$ – выручка (доход) компании, млрд руб.;
2. Показатели активности компании по снижению выбросов	
2.1. Анализ внедрения новых технологий и энергоэффективной инфраструктуры	
Структура транспортного парка по локомотивам разной категории, %	$Д_i = Л_i / Л_{\text{общ}} \cdot 100\%, \quad (15)$ где: $Л_i$ – количество локомотивов i – той категории, шт.; $Л_{\text{общ}}$ – общее количество локомотивов в транспортном парке, шт.;
Темп обновления транспортного парка на более эффективные модели, %	$Т = \frac{Л_t - Л_{t-1}}{Л_{t-1}} \cdot 100\%, \quad (16)$ где: $Л_t$ – количество локомотивов более эффективной модели в отчетном периоде t, шт; $Л_{t-1}$ – количество локомотивов в предыдущем периоде, шт.;
Доля ВИЭ и низкоуглеродной энергетики в общем потреблении электроэнергии, %	$Д_{\text{ВИЭ}} = E_{\text{ВИЭ}} / E_{\text{общ}} \cdot 100\%, \quad (17)$ где: $E_{\text{ВИЭ}}$ – количество потребленной электрической энергии, выработанной от ВИЭ, кВт / час; $E_{\text{общ}}$ – общее количество электрической энергии, потребленное предприятием, кВт / час
2.2. Управление выбросами Score 3	
Доля поставщиков, раскрывающих данные о своих выбросах ПГ (Score 3), %	$Д_{\text{пос}} = П_3 / П_{\text{общ}} \cdot 100\%, \quad (18)$ где: $П_3$ – количество поставщиков, раскрывающих данные о своих выбросах ПГ или имеющих экологическую сертификацию, шт.; $П_{\text{общ}}$ – общее количество поставщиков, шт.
3. Финансовые показатели	
Экономический эффект от внедрения энергосберегающих технологий, руб./год.	$Э_{\text{эк}} = \Delta Э_{\text{эн}} \cdot Т, \quad (19)$ где: $\Delta Э_{\text{эн}}$ – экономия энергетических ресурсов в результате реализации энергосберегающих мероприятий, т.у.т; $Т$ – тариф на энергетический ресурс, руб. / т.у.т.
Количественная оценка климатических рисков млрд руб.	$R = W \cdot Ущ, \quad (20)$ где: W - вероятность наступления события; $Ущ$ – материальный ущерб, млрд руб.

Экологические показатели позволяют объективно измерить негативное воздействие транспортного предприятия на окружающую среду и контролировать соответствие климатическому законодательству и принятым обязательствам, а также проводить оценку эффективности экологической политики.

Показатели активности компании по снижению выбросов парниковых газов позволяют управлять процессом улучшений и стимулировать экологизацию деятельности транспортного сектора.

3. Предложена модель интеграции инструментов управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента железнодорожного предприятия на основе цикла PDCA, позволяющая управлять углеродным следом в рамках непрерывного, сбалансированного и прогнозируемого процесса с учетом специфики железнодорожной отрасли в рамках природоохранной деятельности компании.

Интеграция управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента позволяет перейти от разрозненных «углеродных» проектов к целостному управлению климатическими рисками и возможностями в рамках общей системы менеджмента.

При интеграции подходов управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента особое внимание следует уделить этапу планирования. Ключевым нововведением становится проведение полной инвентаризации выбросов ПГ по категории Score 1 (прямые выбросы от подвижного состава и котельных), Score 2 (косвенные энергетические выбросы от поставщиков электроэнергии), Score 3 (прочие косвенные выбросы по цепочке создания стоимости). Эти данные становятся объективной основой для выявления наиболее значимых аспектов и постановки измеримых, научно-обоснованных целей по декарбонизации. На рисунке 2 представлена схема интеграции методических аспектов управления выбросами парниковых газов на этапе планирования.

На основе проанализированных ключевых факторов, оказывающих влияние на объем выбросов парниковых газов, можно провести оценку потенциала их снижения и сформировать систему показателей КРІ, которые позволят достичь установленных целей в области регулирования выбросов парниковых газов. В дальнейшем разрабатываются мероприятия по снижению выбросов парниковых газов и проводится их комплексная оценка, которая позволяет выбрать наиболее перспективные подходы.

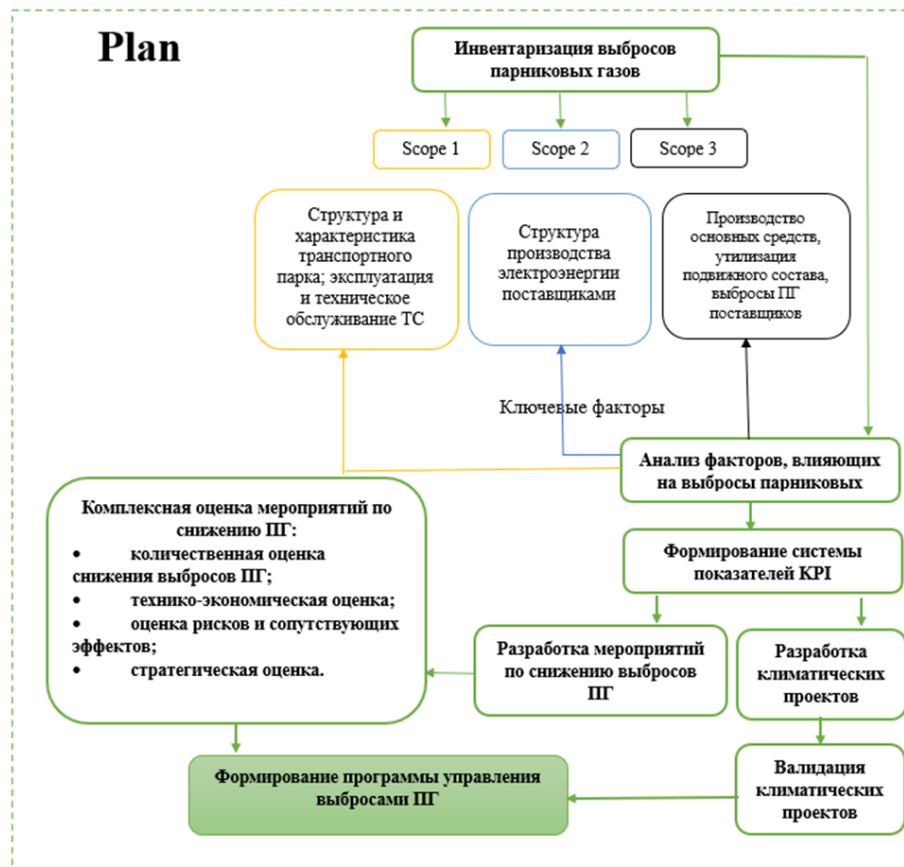


Рис. 2. Схема управления выбросами парниковых газов в рамках этапа планирования системы экологического менеджмента железнодорожного транспорта

Отдельно следует отметить, что развитие углеродного рынка в России требует включение в СЭМ разработки климатических проектов и их дальнейшей валидации и верификации, что позволит организации стать участником добровольного рынка и в случае дальнейшего ужесточения климатического регулирования и введения обязательного углеродного рынка, обладать разработанными инструментами и подходами для учета и реализации углеродных единиц.

Итоговым документом этапа планирования должна стать программа управления выбросами парниковых газов, включающая в себя конкретные технологические проекты и управленческие решения, которые реализуются на этапе выполнения.

После формирования программы управления выбросами парниковых газов, происходит переход на следующие этапы цикла PDCA, которые представлены на рисунке 3.

Следует обратить внимание, что должны быть разработаны и сформированы в виде инструкций процедуры операционного контроля и обучения, предусмотренные СЭМ, а также разработаны инструкции и сопутствующая документация для формирования дальнейшей отчетности.

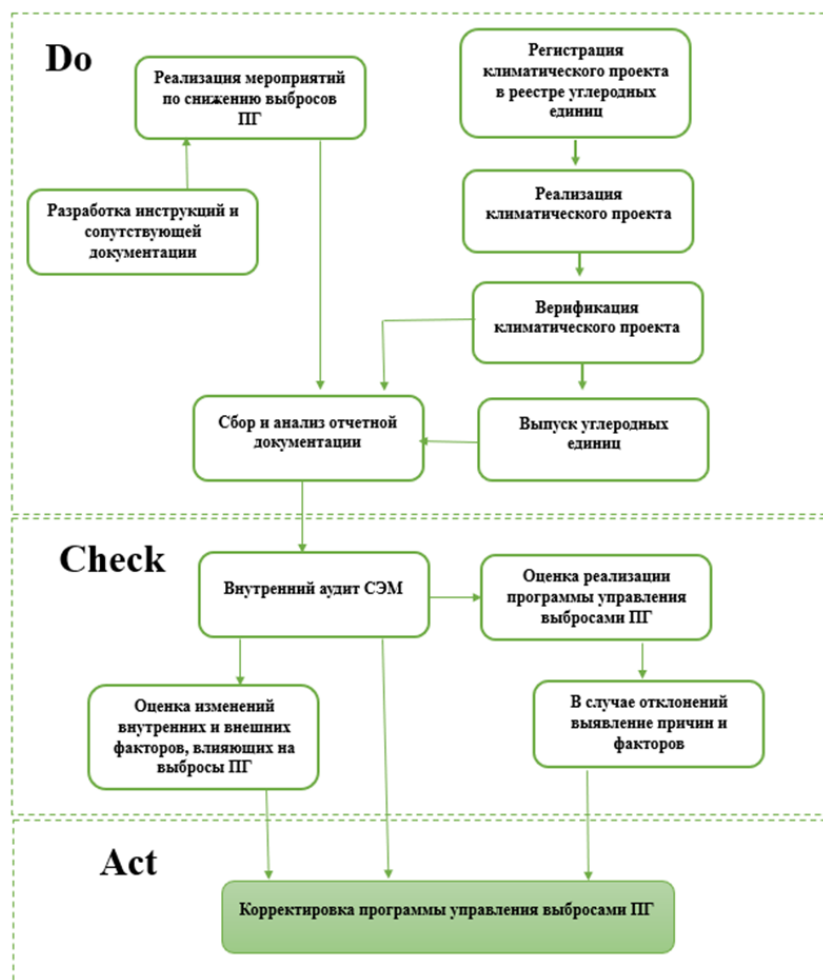


Рис. 3. Управление выбросами парниковых газов в рамках направлений: «выполнение», «проверка», «действие», системы экологического менеджмента железнодорожного транспорта

Климатические проекты регистрируются в реестре углеродных единиц в соответствии с установленным положением. Для выпуска и дальнейшей продажи углеродных единиц, компания должна верифицировать свои климатические проекты, т.е. пройти процедуру проверки реального сокращения выбросов сторонними аккредитованными экспертами. Кроме этого, проверяются также методики расчета выбросов на соответствие принятым международным и национальным стандартам, оцениваются системы сбора и обработки исходных данных, контроль качества данных и др. Только после верификации компания может торговать углеродными единицами, которые будут снижены в результате реализации проекта.

На этапе выполнения предполагается также сбор данных о реализации программы управления парниковыми выбросами для последующего анализа и оценки эффективности СЭМ. В дальнейшем эти данные используются для проведения внутреннего аудита и мониторинга.

Основой мониторинга является сравнение показателей с установленными целевыми и плановыми метриками, которые отражены в системе показателей KPI. Кроме этого, проводится проверка выполнения

запланированных операционных процедур и инструкций, а также регламентов, предотвращающих негативное воздействие на окружающую среду. Методами являются регулярные проверки, аудиты и наблюдения. Оценивается также ход выполнения программ по достижению целей, анализируются выделенные ресурсы, сроки и эффективность предпринимаемых действий.

В случае отклонения от установленных плановых показателей, следует провести анализ причин и факторов, которые могли привести к неэффективной реализации СЭМ и соответственно внести корректировки или пересмотреть цели.

На последнем этапе происходит корректировка программы управления выбросами парниковых газов.

Представленная методика позволяет ввести подходы и элементы управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента, что позволяет повысить климатическую ответственность компании и предложить низкоуглеродные транспортно-логистические услуги клиентам.

4. Предложена методика выбора климатических проектов, включающая в себя этапы: оценку соответствия принципу дополнительности и определение приоритета реализации климатических проектов на основании балльной системы отбора.

Методика отбора климатических проектов должна включать в себя последовательные шаги, которые позволят выбрать наиболее перспективные решения.

Этап 1 включает в себя разработку проектной документации, которая содержит:

- описание проекта и базового сценария, отражающего климатическую ситуацию до реализации проектной деятельности;
- инвестиционный анализ, в том числе рассчитанный доход от продажи углеродных единиц, а также ряд ключевых финансовых метрик: дисконтируемый срок окупаемости, внутренняя норма доходности, чистая приведенная стоимость проекта, отношение издержек и прибыли и др.;
- источники финансирования;
- оценка финансовых и климатических рисков реализации проекта;
- оценка объема сниженных выбросов парниковых газов, рассчитанная по одной из утвержденных методик (либо в случае отсутствия в реестре углеродных единиц подходящей методики, можно инициировать утверждение собственной методики).

Этап 2 включает в себя оценку дополнительности в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 4. Обоснование дополнительности климатических проектов удобно проводить сразу на основании инвестиционного анализа, который был представлен в проектной документации. Как уже отмечалось выше, соответствие принципу

дополнительности является одним из ключевых факторов валидации климатического проекта.



Рис.4. Совокупность факторов для обоснования дополнительности проектной деятельности

На данных этапах отбираются перспективные климатические проекты, которые с одной стороны приносят существенный вклад в снижение выбросов парниковых газов, с другой стороны важными для компании с точки зрения финансовых рисков.

Этап 3 включает в себя определение приоритета реализации климатических проектов по снижению выбросов парниковых газов на основании балльной системы отбора.

Суть данного подхода заключается в выделении наиболее значимых критериев и на основании экспертной оценки и присуждение им баллов. В данной работе представлены 6 основных критериев для отбора, раскрытых в таблице 3.

Таблица 3. Балльная система отбора климатических проектов в железнодорожной отрасли

Критерий	Алгоритм выставления баллов
К1: Оценка потенциала снижения выбросов парниковых газов	0 баллов – проекты с низким потенциалом снижения выбросов парниковых газов; 1 балл – проекты со средним потенциалом снижения выбросов парниковых газов; 2 балла – проекты с высоким потенциалом снижения выбросов парниковых газов.

Окончание таблицы 3

К2: Оценка сопутствующих экологических эффектов	0 баллов – проекты, не обладающие сопутствующим положительным эффектом, либо данный эффект минимален; 1 балл – проекты, обладающие сопутствующим положительным эффектом; 2 балла – проекты, обладающие существенным сопутствующим положительным эффектом.
К3: Потенциал проекта для распространения на другие структурные подразделения и филиалы	0 баллов – проект узконаправлен и невозможен для дальнейшего распространения; 1 балл – имеется возможность создания отраслевого стандарта;
К4: Оценка доли внебюджетных источников	0 баллов – проект реализуется полностью из собственных средств компании; 1 балл – проект предполагает возможность привлечения «зеленого» финансирования; 2 балла – возможно софинансирование партнерами.
К5: Совместимость и интеграция в существующую инфраструктуру	0 баллов – проект требует строительства новой инфраструктуры без возможности интеграции в существующую; 1 балл – требуется модернизация существующей инфраструктуры; 2 балла – минимизация необходимости в полной перестройке систем, высокий потенциал интеграции с существующей инфраструктурой.
К6: Уровень технологической готовности	0 баллов – проекты на стадии идеи; 1 балл – пилотные проекты; 2 балла – проекты с высокой технологической зрелостью;

На основании представленных критериев можно рассчитать интегрированный показатель, определяемый по следующей формуле:

$$I_n = K1 \cdot w_1 + K2 \cdot w_2 + K3 \cdot w_3 + K4 \cdot w_4 + K5 \cdot w_5 + K6 \cdot w_6, \quad (21)$$

где:

I_n – интегральный показатель, баллы;

$K1, K2, K3, K4, K5, K6$ – критерии отбора климатических проектов в соответствии с таблицей 3, баллы;

$w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6$ – вес критерия.

Вес критерия определяется группой экспертов в зависимости от стратегических приоритетов компании. Суммарное значение должно составлять единицу в соответствии со следующей формулой:

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 + w_6 = 1 \quad (22)$$

На основании полученного значения интегрального показателя климатические проекты ранжируются и составляется рейтинг проектов, по которому впоследствии осуществляется их выбор.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования предложены механизмы и инструменты управления парниковыми газами на железнодорожном транспорте. Было отмечено, что в рамках ужесточения углеродного регулирования в Российской Федерации важно выработать подходы по

совершенствованию природоохранной деятельности транспортных организаций с учетом их влияния на климатические изменения и специфики деятельности.

Предложена методика расчета выбросов парниковых газов от железнодорожной перевозки, в том числе в случае перехода на перспективные альтернативные решения в области модернизации подвижного состава. Предложенная оценка выбросов углекислого газа позволяет проводить более точный расчет углеродного следа транспортного процесса.

Совершенствование стратегии устойчивого развития компании требует интеграции методических элементов управления выбросами парниковых газов в систему экологического менеджмента железнодорожного предприятия, что позволит выстроить непрерывный, сбалансированный и прогнозируемый процесс управления углеродным следом. При этом важным элементом является разработка системы показателей эффективности, которая является основой стратегического управления и важным элементом природоохранной деятельности предприятия.

Как дополнительный фактор снижения углеродоемкости железнодорожного транспорта, может стать реализация климатических проектов в рамках участия в добровольном углеродном рынке. Предложенная методика отбора климатических проектов позволит отбирать перспективные климатические проекты, которые с одной стороны приносят существенный вклад в снижение выбросов парниковых газов, с другой стороны являются для компании приемлемыми с точки зрения финансовых рисков.

Таким образом, предложенные инструменты направлены на стратегическую трансформацию управления выбросами парниковых газов на железнодорожном предприятии и ориентированы на переход от разрозненных «углеродных» проектов к целостному управлению климатическими рисками.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Плешаков, С.М. Особенности оценки углеродного следа на железнодорожном транспорте / С.М. Плешаков // Экономика строительства. – 2025. – №8. – С. 245-247. – 0,4 п.л.

2. Плешаков, С.М. Оценка экологического воздействия на окружающую среду от деятельности железнодорожного транспорта / С.М. Плешаков // Экономика строительства. – 2025. – №3. – С. 300-302. – 0,35 п.л.

3. Плешаков, С.М. Система управления парниковыми выбросами на железнодорожном транспорте / С.М. Плешаков // Экономика строительства. – 2025. – №2. – С. 311-313. – 0,35 п.л.

4. Плешаков, С.М. Совершенствование системы экологического менеджмента с учетом регулирования выбросов парниковых газов / С.М.

Плешаков // Финансовые рынки и банки. – 2025. – №12. – С. 98-101. – 0,6 п.л.

5. Плешаков, С.М. Особенности реализации климатических проектов в железнодорожной отрасли / С.М. Плешаков // Финансовые рынки и банки. – 2026. – №1. – С. 228-230. – 0,5 п.л.

6. Плешаков, С.М. Проблематика внедрения искусственного интеллекта как нейропомощника на примере ОАО «РЖД» / А.А. Гречиха, С.М. Плешаков, Э.Ю. Чистяков, А.Ю. Павлов // Экономика железных дорог. – 2025. – №4. – С. 91-101. – 0,8 п.л. / 0,2 п.л. авт.

7. Плешаков, С.М. Организация системы экологического менеджмента на примере обрабатывающих производств / А.А. Гречиха, С.М. Плешаков, Э.Ю. Чистяков // Техник транспорта: образование и практика. – 2025. – Т.6. – №3. – С. 326-336. – 0,75 п.л. / 0,25 п.л. авт.

8. Плешаков, С.М. Повышение эффективности метрологической деятельности на железнодорожном транспорте / А.Е. Шляева, С.М. Плешаков // Развитие экономической науки на транспорте: сборник научных статей международной научно-практической конференции (1 декабря 2022 г.) / под редакцией Н.А. Журавлевой // Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 231-242. – 0,4 п.л. / 0,2 п.л. авт.

9. Плешаков, С.М. Достоверность результатов измерений / С.М. Плешаков, Э.Ю. Чистяков // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: сборник трудов LXXXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в двух томах (18-25 апреля 2022 г.). // Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. – Санкт-Петербург, 2022. – Т.2. – С. 83-88. – 0,2 п.л. / 0,1 п.л. авт.

10. Плешаков, С.М. Зарубежный опыт расчета углеродного следа для железнодорожного транспорта / С.М. Плешаков // Управление инновационными и инвестиционными процессами и изменениями в современных условиях: материалы VIII международной научно-практической конференции (23-24 октября 2025 г.) / Под редакцией д-ра экон. наук проф. Г.Л. Багиева, д-ра экон. наук проф. А.Г. Бездудной, д-ра экон. наук доц. М.Г. Трейман. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2025. – С. 237-243. – 0,5 п.л.

11. Плешаков, С.М. Обеспечение ОАО «РЖД» высококвалифицированными кадрами по направлению «Метрология, стандартизация и управление качеством». Предложение по фиксированию опыта лабораторной деятельности на базе ПГУПС / С.М. Плешаков, Ю.И. Макаров, А.А. Верисокина, М.А. Верисокина // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: материалы VI всероссийская научно-техническая конференция с международным участием (12 ноября 2021 г.). – Омск: Изд-во Омский государственный университет путей сообщения, 2021. – С. 75-81. – 0,2 п.л. / 0,05 п.л. авт.