

На правах рукописи

**КОПАНСКАЯ АЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА**

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ  
КОМБИНАТОВ**

Специальность 08.00.05 - Экономика и управление народным хозяйством  
(экономика природопользования)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата экономических наук

Санкт-Петербург – 2022

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

**Научный руководитель** кандидат экономических наук, доцент  
**Трейман Марина Геннадьевна**

**Официальные оппоненты:** **Медяник Наталья Витальевна**, доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры «экономики, менеджмента и государственного управления»  
Пятигорский институт (филиал)  
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

**Череповицын Алексей Евгеньевич**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономики, организации и управления»  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**Ведущая организация:** ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»

Защита диссертации состоится «\_\_» 2022 года в \_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 212.354.18 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу: 191023, набережная канала Грибоедова 30-32, литер А, ауд. 3033.

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

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года.

Ученый секретарь

Бездудная А.Г.

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы диссертационного исследования.**

Климатические изменения, произошедшие вследствие интенсификации процессов глобального потепления, ведут к формированию значительных рисков для благоприятной жизнедеятельности населения. Для России эти риски, прежде всего, связаны с изменчивостью и экстремальностью климата, возможным сбоем функционирования продовольственных систем, увеличением смертности и ухудшением показателей по заболеваемости населения, изменением морских и прибрежных экосистем и др. В связи с этим, научным сообществом активно проводятся исследования, направленные на изучение механизмов образования парниковых газов и формирование эколого-экономических подходов и концепций, ориентированных на снижение эмиссии парниковых газов.

К антропогенным источникам, вносящим значительный вклад в формирование и образование парниковых газов, относят прежде всего промышленные комплексы. В связи с этим, одной из приоритетных задач последних лет федерального и регионального уровня, является разработка эколого-экономических инструментов, направленных на экологизацию производственных процессов и стимулирование перехода промышленных предприятий на «зеленые» технологии.

Особенно актуальны подобные исследования для горно-обогатительных промышленных комплексов, обладающих развитой транспортно-логистической инфраструктурой. Разработка эффективных программ и мероприятий для горно-обогатительных комбинатов позволит оптимизировать деятельность промышленных комплексов с учетом их негативного воздействия на окружающую среду, снизить оказываемую антропогенную нагрузку на регион, в том числе уменьшить объем выбросов парниковых газов, что позволит внести вклад в стабилизацию погодноклиматических процессов.

Данное направление является крайне актуальным, с одной стороны в связи с мировыми тенденциями по формированию экологически безопасной среды в соответствии с концепцией устойчивого развития, с другой стороны, в связи с ужесточением природоохранной политики Российской Федерации и ее ориентацией на внедрение стратегии низкоуглеродного тренда.

Кроме того, являясь градообразующими предприятиями, горно-обогатительные комбинаты вносят наибольший вклад в формирование негативных экологических сценариев и способствуют развитию неблагоприятной обстановки в регионах. Повышение экологической эффективности горно-обогатительных комбинатов позволит существенно снизить выбросы парниковых газов и улучшить социально-экономическую обстановку в регионе.

**Степень разработанности научной проблемы.** Обозначенной проблемой занимались зарубежные и отечественные авторы, исследования которых можно подразделить по следующим научным направлениям:

в части разработки методических подходов, направленных на развитие эколого-экономической деятельности предприятий и разработке программ по их экологизации – Д. Боданский, М. Петерсон, Р. Викленд, М.Г. Аверкин, А.Г. Айрапетова, Т.И. Безденежных, Д.Ф. Годман, Т.А. Евсеенкова, В.И. Ефимов, М.Ф. Замятина, Э.М. Зомонова, Л.М. Капустина, Н.Ф. Полякова, И.А. Пономарева, С.Г. Шеина и др.;

в части определения и оценки влияния на окружающую природную среду предприятий горно-обогатительного комплекса – Д. Вирт, Д. Джонес, С. Мюррей, А.Ш. Гиясидинов, О.С. Зиновьева, И.В. Ларионов, Н.А. Икромов, М.А. Любарская, О.И. Москвина, В.С. Меркушев, В.С. Рузиматов, М.Л. Хазин, А.В. Хохряков, Е.М. Цейтлин и др.

Несмотря на значительное количество научных публикаций и исследований, на сегодняшний момент до сих пор недостаточно проработаны вопросы оценки эколого-экономической эффективности природоохранных программ для горно-обогатительных комбинатов.

**Цель данного исследования:** разработка методического обеспечения и формирования эколого-экономических направлений деятельности горно-обогатительных комбинатов за счет снижения выброса ими парниковых газов.

В соответствии с основной целью в работе сформулированы следующие **задачи**:

- обосновать возможность выделения горнодобывающей промышленности в качестве самостоятельного объекта исследования и формирования политики в сфере экономики природопользования и охраны окружающей среды, идентифицировать её основные специфические особенности;

- уточнить роль и место выбросов парниковых газов предприятиями горнодобывающей промышленности при определении критериев эколого-экономического обоснования хозяйственных решений для управления деятельностью таких предприятий;

- обосновать потребность в дополнительном, учитывающем специфические особенности горно-обогатительных комплексов, методическом обеспечении деятельности по разработке эффективных эколого-экономических направлений деятельности этих предприятий в реализации экологически значимых мероприятий, в том числе, по сокращению выброса ими парниковых газов;

- разработать методический подход к оценке в процессе формирования программ повышения эффективности функционирования горно-обогатительного предприятия его негативного воздействия на окружающую природную среду и соответствующие методики;

- разработать методическое обеспечение для выработки первоочередных мероприятий по повышению эффективности функционирования транспортно-логистической инфраструктуры горно-обогатительного предприятия за счет снижения выброса парниковых газов, в

том числе, по модернизации структуры бизнес-процессов предприятия от добычи до реализации готовой продукции, а также по оценке их эффективности;

– выполнить апробацию разработанного методического обеспечения предложений на примере АО «Ковдорский ГОК».

**Объект исследования:** производственная деятельность горно-обогатительных комбинатов.

**Предмет исследования** – механизмы развития эколого-экономических направлений деятельности горно-обогатительных комбинатов за счет снижения выброса ими парниковых газов.

**Научная гипотеза** исследования заключается в предположении, что деятельность горно-обогатительных комбинатов необходимо контролировать и стимулировать к разработке программ по снижению выбросов парниковых газов и формированию методического обеспечения эколого-экономической деятельности, что впоследствии позволит существенно снизить их негативное воздействие на окружающую среду на региональном уровне.

**Теоретической основой** исследования послужили концепции и методы, разработанные на основе постулатов таких областей научного знания как: концепция устойчивого развития, экономика природопользования, эколого-экономическое управление производственными системами.

**Методологическую основу диссертационного исследования** составляет совокупность общенаучных и специализированных методов и принципов научного исследования, обеспечивающих реализацию аналитических исследований с применением следующих методов: анализа и синтеза, индукции и дедукции, применения экономико-математических методов и методов прогнозирования и другие современные способы обработки статистических данных.

**Информационной базой** исследования послужили материалы Федеральной службы государственной статистики, обзорно-аналитические материалы, опубликованные в периодической печати, отчетные данные и материалы горно-обогатительных комбинатов, нормативно-правовые документы в сфере охраны окружающей среды.

**Обоснованность и достоверность результатов исследования** обеспечиваются тем, что результаты диссертационного исследования основаны на фундаментальных теориях в области экономики природопользования, концепции устойчивого развития с применением нормативно-правовых документов в области охраны окружающей среды Российской Федерации и использовании информации из официальных отчетов и статистических данных. При подготовке диссертационного исследования применены методы системного и комплексного анализа, была проведена апробация результатов исследования на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Область исследования соответствует паспорту специальности ВАК 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» – Экономика природопользования: п. 7.1. «Теоретические основы экономики природопользования и охраны окружающей среды. Устойчивость и эффективность социо-эколого-экономического развития. Система показателей устойчивого развития для совершенствования управления», п. 7.5. «Исследование выбора критериев эколого-экономического обоснования хозяйственных решений для различных уровней управления», п. 7.25. «Разработка методов и программ повышения заинтересованности предприятий в реализации экологически значимых мероприятий», п.7.26. «Формирование программ повышения эффективности и устойчивости функционирования предприятий за счет их экологизации».

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в разработке методик, позволяющих развивать эколого-экономическую деятельность горно-обогатительных комбинатов, направленную на снижение выбросов парниковых газов. К числу наиболее значимых и обладающих **новизной научных результатов, полученных лично соискателем**, относятся следующие:

1. Разработаны подходы к формированию механизма по снижению негативного воздействия на окружающую природную среду в связи с наличием источника загрязнения атмосферного воздуха в регионе – горно-обогатительного комбината; определены принципы управления, позволяющие обосновать принимаемые решения для мониторинга природоохранной деятельности горно-обогатительных комбинатов.

2. Разработаны методические рекомендации, позволяющие анализировать и оценивать как экологическую деятельность горно-обогатительных комбинатов с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов, так и эффективность отдельных экологических мероприятий.

3. Обоснована унифицированная схема функционирования транспортно-логистической инфраструктуры горно-обогатительного комплекса и разработаны показатели по оценке ее эффективности, что позволит в дальнейшем сократить негативное воздействие на окружающую природную среду и сформировать экологическую программу работы предприятия в новых условиях.

4. Разработана система критериев эколого-экономического обоснования управленческих решений и оценки негативного воздействия предприятий горно-обогатительной отрасли, что позволило скорректировать методы эколого-экономической оценки эффективности функционирования транспортно-логистической инфраструктуры предприятий.

5. Предложена методика расчета углеродного налога как механизма стимулирования горнодобывающих предприятий к сокращению выбросов парниковых газов, что позволяет определить размер налога, а также оценить

эколого-экономическую эффективность деятельности горно-обогатительных комбинатов.

**Теоретическая значимость результатов исследования** определяется развитием научно-теоретических аспектов в управлении производственных систем с учетом концепции устойчивого развития и разработки мер и инструментов оценки организационно-экономического стимулирования предприятий горнодобывающего комплекса к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

**Практическая значимость результатов исследования** заключается в разработке методик и алгоритмов, которые могут быть использованы для совершенствования эколого-экономической деятельности горно-обогатительных комбинатов, ориентированных на повышение экологической эффективности.

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

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования были доложены и получили одобрение на международных и всероссийских научно-практических конференциях, материал которых раскрывает проблемы эколого-экономического управления производственными системами горно-обогатительных комбинатов.

Разработанные методики и подходы внедрены на предприятиях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и ООО «Внедренческий центр перспективных технологий плюс», а также в учебном процессе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», что подтверждено актами о внедрении.

**Публикации результатов исследования.** Основные результаты и положения исследования отражены в 12 научных статьях, в том числе в 5 статьях, опубликованных в рецензируемых журналах, включенных в рекомендованный список ВАК Российской Федерации, общим объемом 4,15 п.л. (в том числе авторским – 3,4 п.л.).

**Структура диссертации.** Цели и задачи диссертационного исследования определили его структуру. Структура диссертационного исследования раскрывается во введении, трех главах, заключении. Диссертационная работа содержит 181 страницу основного текста, включает список использованной литературы из 106 наименований, 36 таблиц, 15 рисунков, 6 приложений.

## II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

**1. Разработаны подходы к формированию механизма по снижению негативного воздействия на окружающую природную среду в связи с наличием источника загрязнения атмосферного воздуха в регионе – горно-обогатительного комбината; определены принципы управления, позволяющие обосновать принимаемые решения для мониторинга природоохранной деятельности горно-обогатительных комбинатов.**

В основе экологической деятельности горно-обогатительных комплексов лежит механизм взаимодействия промышленных комплексов с органами государственной власти и местного самоуправления, представленный на рисунке 1.



Рис.1. Механизм взаимодействия горно-обогатительных комбинатов с органами государственной власти

В качестве объекта управления необходимо рассматривать горно-обогатительный комплекс, который в результате своей деятельности наносит существенный ущерб окружающей среде и является источником образования загрязняющих веществ. Для осуществления управленческого воздействия на региональном и федеральном уровне сформированы субъекты управления, представленные органами государственной власти и местного самоуправления.

Разработкой и формированием нормативно-правовых актов занимаются региональные органы власти, которые также осуществляют обеспечение контроля и выполнения принятой законодательной базы в области негативного воздействия на окружающую среду, со стороны предприятия осуществляется обратная связь в виде экологической отчетности в региональные подразделения Федеральной службы по надзору в сфере природопользования.

В качестве элемента обратной связи и для оценки вклада промышленного предприятия в экологический след региона была создана классификация объектов инфраструктуры по количеству образования

парниковых газов, которая позволяет оценить степень влияния инфраструктуры на климатические процессы.

Автор предлагает выделять 4 класса инфраструктурных объектов. К первому классу относятся объекты инфраструктуры, в ходе производственных процессов которых образуются парниковые газы в количестве свыше 150 тыс. т/ год, ко второму классу относится инфраструктура предприятия, производящая массу парниковых газов в пределах 50-150 тыс. т/ год, к третьему классу можно отнести объекты с выбросами от 1 до 50 тыс.т/ год и к четвертому классу соответственно относят все инфраструктурные объекты с выбросами менее 1 тыс. т/ год.

**2. Разработаны методические рекомендации, позволяющие анализировать и оценивать как экологическую деятельность горно-обогатительных комбинатов с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов, так и эффективность отдельных экологических мероприятий.**

Транспортные потоки оказывают существенное негативное влияние на окружающую среду, это связано в первую очередь с недостаточно экологичным топливом и нерациональной организацией перемещения транспортной сети на предприятии. Для улучшения деятельности любого предприятия важно выстроить грамотное управление транспортными системами как с эколого-экономической, так и с логистической точки зрения, что позволит снизить вклад в объем образующихся парниковых газов. Подробное раскрытие данных этапов представлено в таблице 1.

Таблица 1. Методика оценки экологической эффективности технико-технологических мероприятий, направленных на совершенствование каждого из выделенных элементов транспортно-логистической инфраструктуры горно-обогатительных комбинатов

№ п/п	Наименование этапа	Характеристика этапа
1	Определение необходимых мер в сфере управления горнодобывающим предприятием	Анализ информации о деятельности горно-обогатительных комбинатов позволил вывести основные направления их дальнейшего развития.

## Продолжение таблицы 1

2	Создание мероприятий и методики оценки эффективности модернизированной в соответствии с предложенным подходом структуры бизнес-процессов горнодобывающего предприятия	Составляющие элементы методики сводятся к следующим: - формирование схемы бизнес-процессов с определением функциональных взаимосвязей и подразделения их по типам влияния; - адаптация системы оценки эффективности формирования функциональных взаимосвязей в схеме бизнес-процессов и оценка их эффективности; - создание системы процентного распределения выбросов для оптимизации инфраструктуры промышленного предприятия; - создание системы ключевых индикаторных показателей для горно-обогатительного комбината, позволяющих создать комплексную систему оценки вклада предприятия в парниковый эффект; - апробация результатов расчета на данных конкретного горно-обогатительного комбината и создание рейтингового сравнения горно-обогатительных комплексов.
3	Формирование организационно-экономических механизмов, позволяющих оценить и повысить устойчивость и экологизировать деятельность предприятий, относящихся к горно-обогатительному комплексу	К основным организационно-экономическим механизмам, позволяющим стимулировать эколого-экономическую деятельность на предприятиях можно отнести следующие: - создание методики расчета углеродного налога для горно-обогатительных комбинатов; - апробация методики расчета на данных горно-обогатительного комбината.

Использование данной методологии позволит сформировать комплекс мероприятий, позволяющих улучшить эколого-экономическую деятельность, повысить устойчивость эколого-экономических систем региона, существенно снизить негативное воздействие и более рационально использовать природные ресурсы предприятиями.

**3. Обоснована унифицированная схема функционирования транспортно-логистической инфраструктуры горно-обогатительного комплекса и разработаны показатели по оценке ее эффективности, что позволит в дальнейшем сократить негативное воздействие на окружающую природную среду и сформировать экологическую программу работы предприятия в новых условиях.**

Транспортные потоки оказывают существенное негативное влияние на окружающую среду, это связано в первую очередь с недостаточно экологичным топливом и нерациональной организацией перемещения транспортной сети на предприятии. На рисунке 2 представлена упорядоченная схема бизнес-процессов горно-обогатительного комбината, далее дано описание основных процессов.

*Процесс 1:* Добыча руды производится открытым буровзрывным способом на двух карьерах. Погрузочно-разгрузочные работы осуществляются бульдозерами и экскаваторами.

*Процесс 2:* Транспортировка добытых руд и образованных отходов производится автосамосвалами. Основное минеральное сырье перевозится до усреднительных складов с последующей их перегрузкой на конвейерно-поточную линию дробильной фабрики.

*Процесс 3:* Для получения конечной продукции, минеральные руды измельчаются на дробильной фабрике и отправляются на обогатительный комбинат, где происходит обогащение руды и получение концентрата.

*Процесс 4:* В качестве готовой продукции горно-обогатительный комбинат производит: железнорудовый, апатитовый и бадделеитовый концентрат.

*Процесс 5:* Вспомогательные транспортные процессы обеспечивают производственные процессы неосновными материальными ресурсами, формируют необходимую транспортную инфраструктуру, обеспечивают ремонт и диагностику специализированного транспорта и др.

*Процесс 6:* Энергетические процессы обеспечивают производственные нужды горно-обогатительного комбината.

Взаимодействие организационно-управленческих процессов с управлением природоохранной деятельностью позволяет выстроить комплексный подход управления производственными процессами с учетом их антропогенного воздействия на всех этапах от добычи до реализации готовой продукции.

В исследовании проведена оценка эффективности построенной модели бизнес-процессов предприятия АО «Ковдорский ГОК». Значение коэффициента сложности составляет 0,29, что соответствует сложной модели бизнес-процессов. Бизнес-процесс является процессным, что свидетельствует о наличии причинно-следственной связи между отдельными производственными процессами. Учитывая, что коэффициент  $k_{отв} = 1$ , можно говорить о контролируемости процесса. Полученное значение  $k_p = 0,18$  характеризует бизнес-процесс как процесс с низкой ресурсностью.

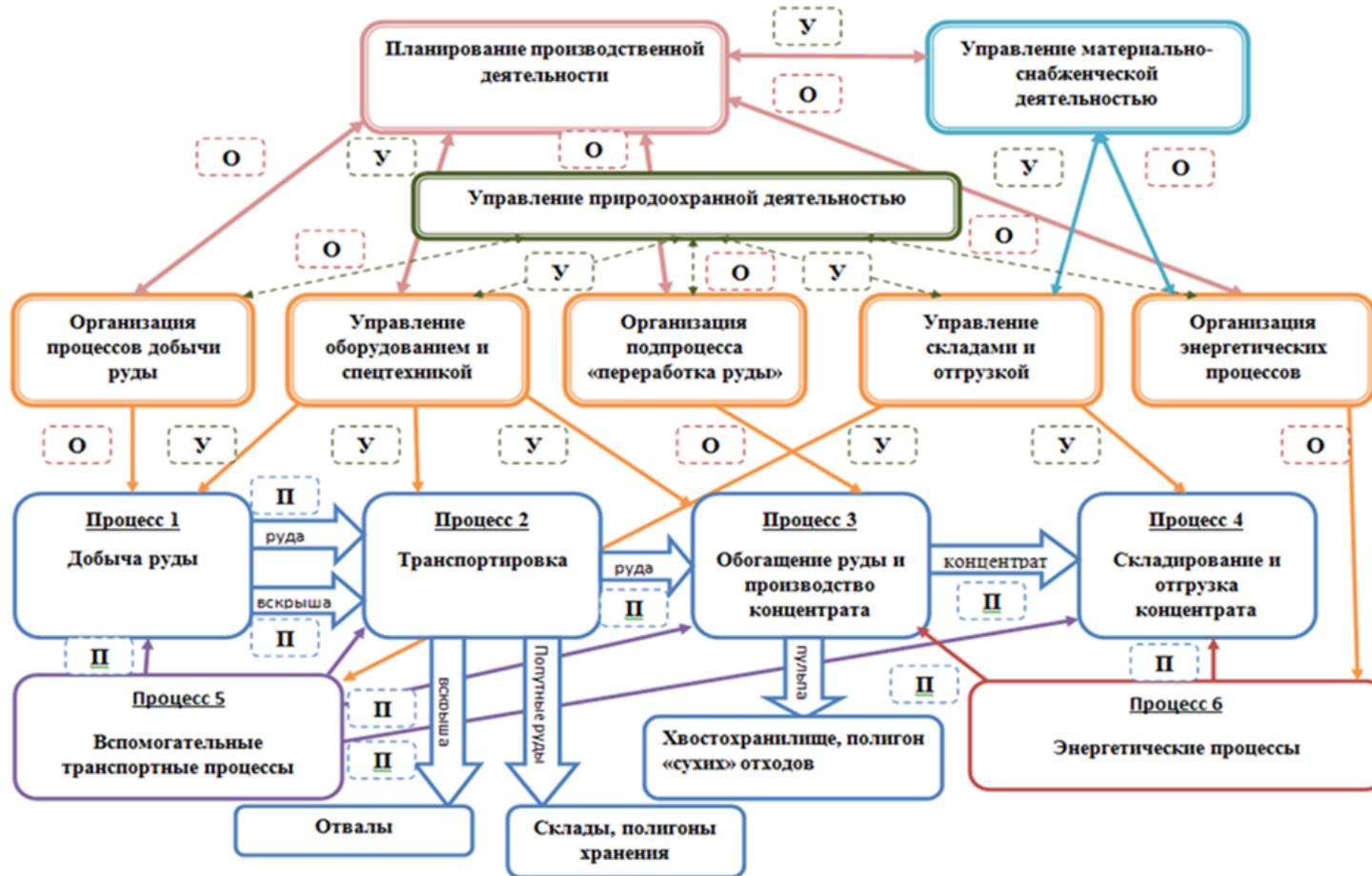


Рис. 2. Усовершенствованная схема производственных бизнес-процессов горнодобывающего комбината

Таким образом, на основе произведенного анализа можно сделать вывод, что разработанная схема производственных бизнес-процессов предприятия АО «Ковдорский ГОК» является эффективной, и отвечает требованиям процессной модели, контролируемой со стороны владельцев бизнес-процессов и характеризуется низкой ресурсностью.

**4. Разработана система критериев эколого-экономического обоснования управленческих решений и оценки негативного воздействия предприятий горно-обогатительной отрасли, что позволило скорректировать методы эколого-экономической оценки эффективности функционирования транспортно-логистической инфраструктуры предприятий.**

Инфраструктура горнодобывающих комбинатов, оказывает значительное воздействие на окружающую среду, в связи с этим, целесообразно разработать систему ключевых показателей, позволяющую выявлять проблемы в управлении, прежде всего, элементов транспортной системы и оценить эффективность принимаемых решений, направленных на снижение антропогенного воздействия.

Система ключевых показателей, разработанная для горно-обогатительных комбинатов автором, представлена в таблице 2.

Для учета влияния элементов инфраструктуры горнодобывающего комплекса на изменение климата, в систему ключевых показателей включена оценка выбросов парниковых газов. Для учета углеродного следа при производстве единицы продукции используется показатель интенсивности парниковых газов.

Таблице 2. Система ключевых показателей оценки эколого-экономической деятельности для предприятий горнодобывающей отрасли

Наименование показателя	Формула
Процентное распределение выбросов от элементов логистической инфраструктуры	$C_i^{\text{лог}} = (M_i^{\text{эл}} / M_i) \times 100\%, \quad (1)$ <p>где:  <math>C_i^{\text{лог}}</math> – процентное распределение выбросов от элементов логистической инфраструктуры, %;  <math>M_i^{\text{эл}}</math> – масса i-го выброса от элемента логистической инфраструктуры, т/год;  <math>M_i</math> – масса i-го выброса от предприятия, т/год.</p>
Удельная нагрузка на атмосферный воздух на ед. добытого сырья	$C_i^{\text{тп}} = M_i / m, \quad (2)$ <p>где:  <math>C_i^{\text{тп}}</math> – удельная нагрузка на атмосферный воздух на ед. добытого сырья, б/р;  <math>M_i</math> – масса i-го выброса от предприятия, т/год;  <math>m</math> – масса добытой сырой руды, млн т/год.</p>
Средний выброс загрязняющих веществ от ед. транспорта	$M_i^{\text{тп}} = (M_i^{\text{двс}} + M_i^{\text{пыли}} + M_i^{\text{обсл}}) / \Phi, \quad (3)$ <p>где:  <math>M_i^{\text{тп}}</math> – средний выброс загрязняющих веществ от единицы транспорта, т/ед.;  <math>M_i^{\text{двс}}</math> – масса i-го выброса от работы двигателя при перевозке руды, т;  <math>M_i^{\text{пыли}}</math> – масса пыли, образующая от пыления дорог при транспортировке руды, т;  <math>M_i^{\text{обсл}}</math> – масса i-го выброса от обслуживания транспорта, т;  <math>\Phi</math> – количество единиц транспорта.</p>
Интенсивность выброса загрязняющих веществ от транспорта на ткм	$I = \frac{M_i}{m \times L}, \quad (4)$ <p>где:  <math>I</math> – интенсивность выброса загрязняющих веществ от транспорта на ткм, т/ткм;  <math>M_i</math> – масса i-го выброса, т.;  <math>m</math> – масса перевезенной руды, т.;  <math>L</math> – пройденное расстояние, км.</p>

<p>Процентное распределение времени работы двигателя при различных режимах</p>	$T_{xx}=(t^{xx}/t^{об}) \times 100\%, \quad (5)$ $T_{чм}=(t^{чм}/t^{об}) \times 100\%, \quad (6)$ $T_{мм}=(t^{мм}/t^{об}) \times 100\%, \quad (7)$ <p>где:  <math>T_{xx}</math> – процентное распределение времени работы двигателя при холостом ходе, %;  <math>T_{чм}</math> – процентное распределение времени работы двигателя при частичной мощности, %;  <math>T_{мм}</math> – процентное распределение времени работы двигателя при максимальной мощности, %;  <math>t^{xx}</math> – время работы двигателя на холостом ходу, ч;  <math>t^{чм}</math> – время работы двигателя на частичной мощности, ч;  <math>t^{мм}</math> – время работы двигателя на максимальной мощности, ч;  <math>t^{об}</math> – общее время работы двигателя, ч.</p>
<p>Среднесуточный пробег</p>	$L_{cc} = L_{общ} / N, \quad (8)$ <p>где:  <math>L_{cc}</math> – среднесуточный пробег, км /сут.;  <math>L_{общ}</math> – общий пробег, км;  <math>N_a</math> – количество автомобиле-дней в работе.</p>
<p>Интенсивность парниковых газов на единицу выпускаемой продукции</p>	$I_{п.г.} = M_{co2-экв} / m_{г.п.}, \quad (9)$ <p>где:  <math>I_{п.г.}</math> – интенсивность парниковых газов на единицу выпускаемой продукции, т/т;  <math>M_{co2-экв}</math> – суммарная масса парниковых газов в пересчете на CO<sub>2</sub>-экв., т/год;  <math>m_{г.п.}</math> – масса выпущенной продукции, т/год;</p>
<p>Доля эмиссии парниковых газов от транспортной системы</p>	$D_{тр.}^{п.г.} = M_{co2-экв} / M^{тр}_{co2-экв}, \quad (10)$ <p>где:  <math>D_{тр.}^{п.г.}</math> – доля эмиссии парниковых газов от транспортной системы, б/р;  <math>M_{co2-экв}</math> – суммарная масса парниковых газов в пересчете на CO<sub>2</sub>-экв., т/год;  <math>M^{тр}_{co2-экв}</math> – масса парниковых газов в пересчете на CO<sub>2</sub>-экв. выделившаяся от транспортной системы, т/год.</p>

Создание системы ключевых показателей позволит осуществлять мониторинг транспортных систем в части их влияния на окружающую природную среду и позволит улучшить эколого-экономическую обстановку в регионе.

**5. Предложена методика расчета углеродного налога как механизма стимулирования горнодобывающих предприятий к сокращению выбросов парниковых газов, что позволяет определить размер налога, а также оценить эколого-экономическую эффективность деятельности горно-обогатительных комбинатов.**

Промышленные объекты существенно загрязняют окружающую природную среду регионов, важный вклад вносят такие элементы их инфраструктуры как технологические линии, транспортные системы, теплоэнергетические объекты и пр.

Наибольший вклад в парниковый эффект вносят транспортные элементы инфраструктуры и энергетические объекты горно-обогатительных комбинатов. Доля выбросов парниковых газов в процессе добычи минеральной руды крайне незначительна и не учитывается.

По нашему мнению, важным инструментом стимулирования предприятий к снижению углеродного следа является введение транспортного налога.

Для проведения оценки автор предлагает использовать следующую формулу для расчета углеродного транспортного налога для различных типов транспортных систем (11):

$$U_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ТР}} = M_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}} \times S \times K_1 \times K_2, \quad (11)$$

где:

$U_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ТР}}$  – углеродный транспортный налог, тыс. руб.;

$M_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}$  – фактическая масса, выделившихся парниковых газов в пересчете на  $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ , т/год;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от типа транспортных средств, б/р;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от расстояний и особенностей передвижения транспортных средств, б/р;

$S$  – стоимость углеродной единицы, тыс.руб./т.

При этом важно отметить, что в процессе добычи руды в основном применяется технологический транспорт с не стандартизированными двигателями, что приводит к дополнительному загрязнению атмосферы. В связи с этим, для перехода на более экологичные виды техники, предложены повышающие коэффициенты при использовании спецтехники и автомобилей, не соответствующих современным экологическим требованиям, а также разработан понижающий коэффициент при использовании транспорта, отвечающего более строгим зарубежным стандартам.

Таблица 3. Коэффициент сжигания топлива для различных типов транспортных средств ( $K_1$ )

Транспортные средства по соответствию ДВС стандартам Tier*	Транспортные средства по соответствию стандартам Euro	Диапазон коэффициентов в зависимости от типа транспортного средства
Tier 0	Все автомобили ниже класса Euro 4	2
Tier 1 - Tier 2	Euro 4	1,5
Tier 3	Euro 5	1
Tier 4	Euro 6	0,8

\* для технологического транспорта и внедорожной техники

Формирование оптимального маршрута движения транспорта и уменьшение пройденного им расстояния является важным фактором, направленным на снижение выбросов парниковых газов. При рассмотрении технологического горного транспорта наиболее эффективным является применение комбинированных способов транспортировки с использованием конвейеров и поточных линий, либо железнодорожного транспорта. В таком случае технологический автотранспорт используется только внутри карьерных площадок и для перевозок на небольшие расстояния, что позволяет в значительной мере снизить выбросы парниковых газов. В таком случае, коэффициент, зависящий от расстояний и особенностей движения транспортных средств ( $K_2$ ) представлен в таблице 4. Для вспомогательного транспорта, не участвующего в основных производственных процессах, данный коэффициент будет равен 1.

Таблице 4. Коэффициент, зависящий от расстояний и особенностей движения транспортных средств ( $K_2$ )

Тип транспортировки	Коэффициент
Автосамосвалами	1,1
Комбинированный: автосамосвалами с применением поточных линий	1
Комбинированный: автосамосвалами с применением железнодорожного транспорта	

Для энергетических систем производственных комплексов расчет углеродного налога производится по формуле (12):

$$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ЭН}} = M_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}} \times S, \quad (12)$$

где:

$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ЭН}}$  – углеродный энергетический налог, тыс. руб.;

$M_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}$  – фактическая масса, выделившихся парниковых газов в пересчете на  $\text{CO}_2\text{-ЭКВ}$ ;

$S$  – стоимость углеродной единицы, тыс.руб. /т;

Общий углеродный налог по предприятию составит (13):

$$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{общ}} = \sum Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ТР}} + Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ЭН}}, \quad (13)$$

где:

$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{общ}}$  – общий углеродный налог по предприятию, тыс. руб.;

$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ТР}}$  – углеродный транспортный налог, тыс. руб.;

$Y_{\text{CO}_2\text{-ЭКВ}}^{\text{ЭН}}$  – углеродный энергетический налог, тыс. руб.

Формирование подходов управления, направленных на экологизацию способов добычи и транспортировки руды позволит в значительной мере снизить негативное воздействие на окружающую среду и уменьшить объем эмиссии  $\text{CO}_2$  от транспортных средств. Одним из таких инструментов может стать углеродный налог, который позволит учитывать соответствие транспортного парка экологическим стандартам и будет стимулировать предприятия к модернизации автопарка и выбора более оптимальных способов транспортировки.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные тенденции природоохранной политики направлены на создание благоприятной окружающей среды для населения страны за счет развития промышленных комплексов в рамках концепции устойчивого развития, а также перехода на низкоуглеродные тренды. Развитие методик оценки и оптимизации эколого-экономической деятельности горнодобывающих комплексов позволят добиться комплексного подхода в управлении инфраструктурой предприятия с учетом экологических, экономических и социальных аспектов, что снизит антропогенную нагрузку на регион и уменьшит выбросы парниковых газов.

В результате проведенного исследования автором были разработаны 3 методики оценки негативного воздействия горно-обогатительных комбинатов на окружающую природную среду, которые включают в себя следующие:

- формирование механизмов негативного воздействия и на их основе определение наиболее существенных источников этого воздействия с их полной характеристикой;
- проведение анализа слабых и сильных сторон в части экологических аспектов деятельности горно-обогатительного комплекса;
- проведение анализа производственной инфраструктуры горно-обогатительного комбината на основе исследования основных бизнес-процессов предприятия, в частности его транспортно-логистических подсистем.

Разработанные автором методики могут быть адаптированы и для других предприятий, относящихся к данной отрасли, при этом расчет должен осуществляться на основании стандартной отчетности предприятия и его статистической информации, а также данных экологического мониторинга.

Предложенное автором методическое обеспечение по внедрению углеродного налога как организационно-экономического механизма стимулирования предприятий горно-обогатительного комплекса к снижению

объемов выбросов парниковых газов позволит снизить экологическое воздействие горнодобывающей отрасли на окружающую среду на региональном уровне.

Проведенная апробация на примере горно-обогатительного предприятия АО «Ковдорский ГОК», позволила модернизировать транспортно-логистическую инфраструктуру предприятия и существенно повысить его экологическую эффективность в области сокращения образования парниковых газов и вклада в углеродный след региона.

#### **IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных  
журналах и изданиях, рекомендованных ВАК России**

**1. Копанская, А.А. Анализ технико-экономических показателей транспортных систем горно-обогатительных комплексов / А.А. Копанская, М.Г. Трейман // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – №4. – С.17-28. – 0,6 п.л. / 0,3 п.л. авт.**

**2. Копанская, А.А. Исследование особенностей внедрения принципов «зеленой» логистики для промышленных предприятий России / А.А. Копанская, М.Г. Трейман // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – №1. – С.86-94. – 0,7 п.л. / 0,35 п.л. авт.**

**3. Копанская, А.А. Управление бизнес-процессами на горнодобывающем предприятии / А.А. Копанская // Управленческий учет. – 2021. – №11-1. – С.54-61. – 0,55 п.л.**

**4. Копанская, А.А. Оценка эффективности эколого-экономической деятельности горнодобывающих предприятий / А.А. Копанская // Управленческий учет. – 2021. – №12-2. – С.444-452. – 0,5 п.л.**

**5. Копанская, А.А. Особенности образования парниковых газов в России и меры их регулирования / А.А. Копанская // Финансовая экономика. – 2022. – №2. – С. 140-150.– 0,55 п.л.**

#### **Другие научные публикации**

**6. Копанская, А.А. Применение «зеленых» технологий в логистической деятельности предприятия горнодобывающей отрасли / А.А. Копанская // XVII Международная научно-практическая конференция «Логистика: современные тенденции развития». – СПб: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О.Макарова, 2018. – С.234-237. – 0,2 п.л.**

**7. Копанская, А.А. Тенденции использования «зеленых» технологий в горнодобывающей отрасли / А.А. Копанская // «Форсайт логистики: будущее глазами молодых ученых»: сборник материалов международной форсайт-сессии. – СПб: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2018. – С.162-167. – 0,2 п.л.**

8. Копанская, А.А. Методы управления производственной деятельностью промышленных предприятий / А.А. Копанская, М.Г. Трейман // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы методической и научно-практической конференции (15 ноября 2019 г.) / под ред. д.э.н. проф. Т.Р.Терешкиной; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб, 2019. – С. 44-49. – 0,2 п.л. / 0,1 п.л. авт.

9. Копанская, А.А. Исследование технологии «цифровых двойников» в горной отрасли / А.А. Копанская // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы методической и научно-практической конференции (20 ноября 2020 г.) / под ред. д.э.н. проф. Т.Р.Терешкиной; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб, 2020. – С. 74-78. – 0,2 п.л.

10. Копанская, А.А. Углеродный след как фактор оптимизации эколого-экономической деятельности предприятия / А.А. Копанская // Экономические и управленческие технологии XXI века: теория и практика, подготовка специалистов: материалы методической и научно-практической конференции (25 ноября 2021 г.) / под ред. доц. Л.В.Войновой; ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб, 2021. – С. 28-32. – 0,2 п.л.

11. Копанская, А.А. Зарубежный опыт регулирования углеродного следа / А.А. Копанская // Актуальные вопросы развития современных технологий: сборник статей Международной научно-практической конференции (3 марта 2022 г.) – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 75-78. – 0,15 п.л.

12. Копанская, А.А. Углеродный налог как инструмент регулирования углеродного следа на горно-обогатительных предприятиях / А.А. Копанская // Современные социально-экономические процессы: проблемы, тенденции, перспективы: сборник статей X Международной научно-практической конференции (7 марта 2022 г.) – Петрозаводск: МЦНП «Новая наука», 2022. – С. 34-37. – 0,1 п.л.