

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

На правах рукописи

**Закондырин Александр Евгеньевич**

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ОРГАНИЗАЦИОННО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ПРИНЦИПАХ  
РЕАЛИЗАЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность 5.2.3. - «Региональная и отраслевая экономика»

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора экономических наук

Научный консультант  
доктор экономических наук, профессор  
Мясков Александр Викторович

Москва – 2023

## Оглавление

	<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1</b>	<b>Теория эколого-ориентированного развития промышленности</b>	<b>16</b>
1.1	Теоретические аспекты концепций экологизации экономики промышленных секторов	16
1.2	Ключевые принципы и подходы развития природоохранных технологий: роль и место НДТ	35
1.3	Эволюция НДТ как инструмента экологизации: отечественный и зарубежный опыт	47
	Выводы по главе 1	59
<b>Глава 2</b>	<b>Методология экологизации промышленного сектора</b>	<b>61</b>
2.1	Основы организационно-экономического инструментария экологизации промышленности	61
2.2	Методические подходы к оценке эффективности эколого-ориентированного развития	67
2.3	Обобщение подходов к оценке эколого-ориентированного развития промышленных предприятий на микроуровне	85
	Выводы по главе 2	101
<b>Глава 3</b>	<b>Анализ проблем внедрения эколого-ориентированных производств и технологий на промышленных предприятиях</b>	<b>103</b>
3.1	Критический анализ современного состояния информационно-технологических справочников и рекомендации по их совершенствованию	103
3.2	Принципы программно-целевого управления как элемента реализации организационно-экономического механизма	118
3.3	Совершенствование подходов к экономической оценке использования НДТ	137
	Выводы по главе 3	150
<b>Глава 4</b>	<b>Модельно-методические конструкции по управлению организационно-экономическим механизмом экологизации</b>	<b>152</b>
4.1	Анализ мер стимулирования эколого-ориентированных производств	152
4.2	Роль стейкхолдеров и модели взаимодействия в программах экологизации	163
4.3	Анализ применения экологического мониторинга как составной части стимулирования экологизации и одного из видов НДТ	177
	Выводы по главе 4	196

Глава 5	<b>Примеры эффективной реализации проектов экологизации в горно-металлургического комплекса и проектов низкоуглеродной направленности</b>	198
5.1	Проблемы и предпосылки эколого-ориентированного развития горнодобывающего комплекса и металлургии на основе НДТ	198
5.2	Развитие проектов углеродного регулирования, оценки их экономической эффективности	210
	Выводы по главе 5	218
	Заключение	219
	Список литературы	222

## **Введение**

### **Актуальность темы исследования.**

Современное развитие мировой экономики и национальных производственных систем отдельных стран сопровождается активным использованием экологических инноваций и интенсификацией «зеленых» инициатив. Фактор преобразований эколого-ориентированного типа в экономике и обществе является глобальным и связан с обеспечением устойчивого развития, благополучия и здоровья населения в стратегической перспективе.

В рамках охраны окружающей среды и рационального природопользования правительствами большинства стран, а также крупнейшими промышленными компаниями предпринимаются значительные усилия по экологизации производств, низкоуглеродной экономике, вовлечению полученных отходов в хозяйственный оборот и формированию технологических цепочек замкнутого цикла. Одновременно с этим, нельзя не учитывать климатическую повестку, которая определяет необходимый комплекс мер, как глобального, так и национального характера. Снижение высокой углеродоемкости приводит к созданию разных технологических опций и формированию новых производств и отраслей. Во многих странах запущены регуляторные меры, стимулирующие производителей к достижению экологической эффективности.

По мере наращивания объемов промышленных производств и увеличения общего потребления повышается вероятность угроз экосистемам, увеличиваются климатические риски, растет накопленный ущерб, истощаются экономически рентабельные запасы важнейших видов минерального сырья. Государству необходимо реагировать на возможные угрозы и формировать экологическую политику, обеспечивающую сбалансированное развитие общества, природных систем, промышленности.

Необходимо отметить, что интенсификация производственно-хозяйственной деятельности промышленности в интересах общества влечет за собой неизбежный рост добычи и переработки полезных ископаемых, а также увеличение потребления энергии, что в свою очередь приводит к повышению и уровня техногенного воздействия на окружающую среду. Повышение уровня экономики и качества жизни общества, связано с развитием добычи и переработки минерального сырья, при этом предприятия горнодобывающего комплекса, металлургии и энергетики являются одновременно источником наивысшего негативного воздействия на окружающую среду и человека, традиционно оставаясь самыми «грязными» в промышленности.

В этой связи возникают вопросы о целесообразности разработки методологического подхода к созданию организационно-экономических инструментов экологизации промышленного сектора в целом и, в частности, добывающих производств, металлургии и энергетики, как ключевых секторов национальной экономики, призванных сформировать систему механизмов и методов, обеспечивающих решение технологических и управленческих проблем с одновременным развитием эффективного взаимодействия государства, бизнеса и общества.

Представляется значимым широкомасштабно использовать функции регулирования и координации, что особенно важно для экологизации промышленности. Такой инструментарий может интегрировать существующие концепции экологического развития и использовать категорию экологического мониторинга и наилучших доступных технологий (НДТ) как элементов, с помощью которых будет осуществляться модернизация производств, повышаться эффективность природопользования и использования ресурсов.

Научно-обоснованные подходы, способствующие масштабному проникновению процессов экологизации в ключевые энергоемкие промышленные сектора национальной экономики, могут обеспечить устойчивое развитие и повысить конкурентоспособность предприятий и

организаций в условиях глобальной трансформации мирового хозяйства, а также тенденций формирования «зеленой» экономики.

Важно использовать комплекс методов и инструментов, способных регулировать отношения стейкхолдеров, а именно бизнеса и государства, поставщиков, потребителей, общественных организаций, экспертных сообществ, для более объективной оценки эколого-ориентированных преобразований и достижения синергетических эффектов общественного и экономического характера.

При этом категорию НДТ разумно отождествлять не только с технологиями экологической направленности, а как дефиницию, имеющую гораздо более широкий смысл для природных и социально-экономических систем и способствующую развитию социальной ответственности и вовлечению в процессы экологизации все большего количества заинтересованных сторон.

В связи с вышеперечисленными фактами, автору представляется важным усовершенствовать теоретико-методологические подходы и уточнить принципы формирования организационно-экономического инструментария экологизации производств, способствующего, в том числе, масштабному внедрению НДТ, повышению общей экологической безопасности и эффективности на государственном уровне.

Все вышеуказанное обосновывает актуальность темы диссертационного исследования.

### **Степень научной разработанности проблемы**

Вопросы экологической, экономической и промышленной политики подробно рассмотрены такими специалистами, как: А.А. Аверченков, Г. И. Идрисов, С.Н. Бобылев, Д.В. Мантуров, Д.О. Скобелев, Е.А. Шварц, П. Кругман, М. Обстфельд и рядом других авторов. Затрагиваемые аспекты были раскрыты сквозь призму трендов устойчивого развития, проблемы повышения эффективности использования ресурсов, необходимости экологической

модернизации производств и обеспечения конкурентоспособности всей отечественной экономики.

Важные аспекты, связанные с экологизацией и развитием промышленности России и отдельных территорий нашли свое раскрытие в различных диссертационных работах экономического профиля, в том числе в трудах В.П. Ануфриева, Г.М. Голобковой, Е.В. Закалкиной, А.С. Карелова, Ю.Ю. Максюковой, А.М. Фадеева, В.М. Эрдеевой и др.

Теоретические подходы к формированию организационно-экономического механизма в рамках функционирования экономических, производственных и природных систем были отражены в работах таких авторов как: И.И. Коваленко, Д.М. Магамедова, Т. Ю Прокофьева, И.В. Петрова, А. Н. Пыткин, А.И. Хисамова.

В ряде исследований таких специалистов как: А.В. Мясков, В.И. Федоров, Л.Н. Хусаинова, А.П. Хаустов уделено внимание эколого-экономическому анализу функционирования отдельных отраслей национальной экономики. Комплексная оценка производственно-хозяйственной деятельности отдельных предприятий с учетом эколого-экономических факторов проводилась в трудах И.В. Косяковой, Е.В. Котляровой, М.П. Федотовой.

Вопросам развития эколого-ориентированной системы управления и проблемы природопользования раскрывались в фундаментальных трудах, таких авторов как: А.С. Астахов, В.П. Гридин, Н.П. Иватанова, С.А. Липина, И.А. Лобанова, Н.Я. Лобанов, Ю.А. Мылышев, Н.В. Пашкевич, Г.М. Петренко М.А. Ревазов, А.Е Череповицына, Э.Ю. Черкесова. Из зарубежных исследований следует выделить работы Ж. Бэккеса, К. Гамильтона, Дж. Диксона, Дж. Констанца, С. Педжиолы и т.д.

Вопросы о НДТ в современной научной литературе раскрываются преимущественно в статьях периодического цикла. Как правило, рассматриваются некоторые отдельные аспекты о роли НДТ в современной практике работы промышленных предприятий, проблемах их внедрения и применения, реализуемой государственной политике в данном направлении.

Среди современных исследователей, публикующих статьи в данном тематическом направлении, можно выделить таких авторов как: О.В. Астафьева, В.М. Бегак, Б.В. Боравский, Д.С. Буклагин, О.П. Бурматова, Э.В. Васильев, Т.В. Гусева, Л.М. Верещагина, А.А. Волосатова, Д.А. Данилович, С.Е. Дерягина, О.В. Гревцов, Т.В. Гусева, М.А. Канунников, О.В. Клёцкина, В.А. Кныш, Т.Н. Кузьмина, Д.В. Мантуров, Н.П. Мишуров, О.В. Мезенцева, Т.Н. Сомова Т.Н., В.Ф. Федоренко, А.В. Фомин, В.Ф. Фомина, В.Н. Швецов, А.С. Широбоков, А.Н. Эпов и др. Преимущественно в научных статьях основной исследовательский акцент делается на правовых, экологических и технологических аспектах внедрения НДТ. Экономические вопросы в рамках реализации проектов НДТ встречаются значительно реже. При этом социо-экологические задачи и общественная роль НДТ практически не рассматриваются.

Признавая высокую значимость работ вышеперечисленных авторов, следует отметить, что на настоящее время не сформирован научно-обоснованный организационно-экономический инструментарий экологизации на уровне сложных промышленных комплексов, к которым можно отнести металлургию, добычу полезных ископаемых, энергетику. Такой инструментарий должен учитывать проблемы эффективности использования ресурсов, ущербоемкости, энергоемкости, углеродоемкости с обоснованием роли НДТ. Причем в свете важности повышения климатической эффективности и борьбы с выбросами техногенных парниковых газов, снижение выбросов парниковых газов становится одним из ключевых элементов экологизации современного промышленного предприятия.

Кроме того, в большинстве исследований НДТ их практическое применение связано с экологической модернизацией производств, однако не рассматриваются возможности НДТ для решения социально-экономических и климатических задач государства и промышленных предприятий. Также не исследован потенциал консолидации ключевых стейкхолдеров для решения



общественно значимых стратегических эколого-ориентированных проблем при реализации природоохранных проектов.

В этой связи, **цель исследования состоит в** разработке методологических подходов и инструментов экологизации промышленных производств на основе принципов реализации НДТ, включающих синтез эколого-ориентированных концепций трансформации экономики на макроуровне и обобщении показателей оценки эффективности эколого-ориентированных производств на микроуровне, ведущих к ресурсоэффективности и низкой углеродоёмкости.

**Научная идея работы.** Ключевые концептуально-методологические аспекты формирования и реализации организационно-экономического инструментария экологизации промышленности целесообразно связывать с эффективным использованием ресурсов и энергии, а также снижением углеродоемкости, рассматривая социально-экономические, экологические и климатические проблемы в научно-обоснованной взаимосвязи между собой. При этом НДТ должны выступать как инструмент, позволяющий уменьшать ущербы природной среде и модернизировать промышленность, а также повысить вовлеченность общества в процесс экологизации экономики.

#### **Задачи исследования:**

- Проведение теоретического анализа эколого-ориентированных концепций;
- Обоснование категории НДТ с технологических, экономических, социальных и эколого-климатических позиций;
- Разработка научного подхода к определению возможных общественных эффектов в эколого-ориентированных проектах;
- Систематизация основных показателей для оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств в промышленности;
- Проведение критического анализа развития институциональной среды в сфере экологизации промышленности и обобщение мер экономического стимулирования внедрения и использования НДТ в России;

- Определение роли экспертного сообщества, при реализации эколого-ориентированных программ и проектов внедрения НДТ;
- Концептуальная визуализация сложных промышленных цепочек на примере климатических технологий, способствующих становлению низкоуглеродной экономики
- Обоснование необходимости внедрения стандарта НДТ, способствующего развитию технологий по снижению углеродоемкости производств;
- Формирование концептуальных основ организационно-экономического механизма экологизации промышленности.

**Предмет исследования** - экономические и управленческие концепции и методы, способствующие использованию принципов экологизации и устойчивого развития в сложных промышленных системах.

**Объект исследования** - комплекс взаимоотношений между социально-экономическим и технологическим развитием национальной экономики и процессами экологизации в промышленных секторах, связанных с добычей полезных ископаемых, металлургией и энергетикой.

**Область научного исследования.** Направленность и содержание работы отвечают следующим разделам паспорта научных специальностей ВАК 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика»: 9.1. Теоретические и методологические основы экономики природопользования, землеустройства и охраны окружающей среды; 9.10. Стратегии повышения эффективности использования природных ресурсов в народном хозяйстве. Ресурсо- и энергосбережение; 9.11. Экологическая политика. Стимулирование экологизации экономики и повышения эффективности природопользования методами экономической политики; 9.19. Проблема борьбы с климатическими изменениями. Вопросы развития «зеленой» и низкоуглеродной экономики.

**Теоретической и методологической базой исследования** являются фундаментальные труды отечественных и зарубежных ученых в области развития теоретико-концептуальных и методологических подходов и принципов экологизации национальных хозяйств и сложных промышленных

систем, оказывающих значительное влияние на окружающую среду. В работе использовались мыслительно-логические и эмпирические методы исследования, включая такие как: научное обобщение, сравнение, стратегический анализ, синтез, методы аналогий, экспертных оценок, теория принятия решений, статистический и социологические методы исследования, а также методы индукции, дедукции и экономико-математического моделирования.

**Информационной основой работы** являются законодательные и нормативные правовые документы Российской Федерации в области экологии и охраны окружающей среды, развития промышленности, официальные материалы Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы государственной статистики; государственные программы, директивы Европейского союза, документы Организации экономического сотрудничества и развития, статистические отчеты международных агентств, обзоры консалтинговых организаций, информация специализированных и корпоративных изданий, материалы научно-практических конференций и круглых столов, открытая отчетность российских и зарубежных компаний.

**Основные защищаемые научные положения:**

1. Определение целей экологизации промышленных производств необходимо проводить на основе новых методологических подходов, предлагающих синтез эколого-ориентированных концепций и социально-экономических программ федерального уровня, использующих принципы реализации наилучших доступных технологий (НДТ) для достижения целей охраны окружающей среды, развития отраслей экономики и технологического суверенитета страны.
2. Оценка эффективности экологизации промышленных предприятий должна базироваться на учете факторов на макроуровне, способствующих реализации государственной природоохранной политики, развитию промышленного потенциала национальной экономики и повышению технологического

суверенитета, а также факторов микросреды, подтверждающих эффективность стратегий развития предприятий.

3. Организационно-экономический инструментарий реализации программ экологизации в промышленном секторе должен базироваться на использовании методов формирования открытого информационного пространства, способствующих общественному восприятию природоохранных инициатив с последующим созданием квалифицированного экспертного сообщества и кадрового обеспечения рассматриваемых процессов.

4. Реализация программ экологизации промышленных производств должна проводиться с учетом интересов и способов влияния основных стейкхолдеров на проект, с также мер экономического воздействия, направленных на достижение ресурсоэффективности и низкой углеродоёмкости.

5. Обеспечение устойчивости социо-эколого-экономических систем и повышение конкурентоспособности промышленных производств за счёт их экологизации, целесообразно осуществлять применяя предложенную методологию с использованием разработанного организационно-экономического механизма, учитывающего различные особенности отраслей промышленности и инвестиционную привлекательность проектов экологизации, в рамках комплексных программ стратегического развития, для разных стейкхолдеров.

#### **Новизна научных результатов:**

1) Предложена новая научная идея, заключающаяся в том, что реализация природоохранных проектов в промышленном секторе экономики должна происходить с применением НДТ на основе учета социально-экономических, экологических и климатических условий и возможностей модернизации производства в научно-обоснованной взаимосвязи между собой.

2) Разработаны методологические подходы, в которых на основе авторского представления обобщены концепции экологизации экономики: устойчивое развитие, «зеленая» экономика, низкоуглеродное развитие, экономика замкнутого цикла, направленные на обеспечение экологической

безопасности, повышение эффективности использования ресурсов, достижение экономического роста при снижении нагрузки на экосистемы, внедрение наилучших доступных технологий (НДТ).

3) Доказано, что категория НДТ выступает как инструмент реализации эколого-ориентированного развития и модернизации экономики, учитывающий помимо экологических и экономических факторов, также климатические и социальные аспекты, подчеркивающие необходимость концептуализации новой стратегии в области экологизации и повышения эффективности использования природных ресурсов.

4) Предложены показатели оценки эффективности создания эколого-ориентированных производств на макроуровне, характеризующие достижения целей национальной политики в соответствии с принципами реализации НДТ.

5) Предложены основные показатели оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств в промышленности на микроуровне, одни из которых позволяют дать общую характеристику производственно-технологическим процессам, а другие – оценить результативность предложенных мер, внедряемых технологий и осуществляемых программ.

6) Определена роль экспертного сообщества при реализации эколого-ориентированных программ и проектов внедрения НДТ; разработаны критерии отбора кандидатов в экспертное сообщество, позволяющие детально оценить их компетенции и отобрать высококвалифицированных специалистов для проведения экспертно-общественной оценки проектов экологизации. Представлены результаты экологического мониторинга, позволяющего оценить экономическую целесообразность реализации природоохранных мероприятий на основе принципов НДТ.

7) Разработан организационно-экономический механизм экологизации промышленных производств с учетом необходимости более широкого использования категории НДТ, который следует рассматривать как элемент экологической политики, представленный совокупностью взаимосвязей,

принципов, методов и инструментов, направленных на управление рациональным природопользованием и охрану окружающей среды.

**Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций** подтверждаются анализом большого количества исследований теоретического и прикладного плана по изучаемому спектру вопросов, а также смежным тематическим аспектам, с одновременным корректным использованием общепринятых научных методов, положительными результатами применения рекомендаций и положений диссертационного исследования в практике разработки ряда мероприятий и программ, направленных на повышение общей эффективности реализуемой эколого-промышленной политики страны.

**Теоретическая значимость** определяется развитием подходов и принципов, концепций и методов, моделей и алгоритмов, направленных на экологизацию промышленности, в том числе минерально-сырьевого комплекса, в контексте тенденций устойчивого развития и формирующихся направлений «зеленой» экономики и низкоуглеродного развития. Предложен синтез концепций, направленных на экологизацию экономики и решение климатических проблем с выделением их специфических характеристик по отношению к промышленности. Предложена авторская дефиниция понятия наилучших доступных технологий, которая определяется как инструмент экологической модернизации производств, решающий одновременно социальные, климатические, экологические и экономические задачи. Сформулированы принципы реализации НДТ, обеспечивавшие пути перехода к эколого- и ресурсоэффективному функционированию промышленности.

**Практическая значимость диссертации** заключается в следующем:

- разработаны предложения по реализации мер экономического стимулирования внедрения и использования НДТ в России;
- разработан организационно-экономический механизм экологизации промышленных производств;

- предложены практические рекомендации по уточнению информационно-технических справочников НДТ;
- разработаны критерии отбора экспертов, позволяющие учитывать профессиональные достижения, опыт и научную квалификацию для контроля и мониторинга реализации программ экологизации промышленных производств;
- предложен к внедрению национальный стандарт, способствующий успешному выполнению эколого-ориентированных программ;
- научные и практические результаты использовались в федеральных программных документах, региональных экологических проектах в ходе общественных проверок по реализации проектов внедрения НДТ, разработке концепций экологоориентированного развития промышленных предприятий.

**Апробация работы.** Основные положения работы обсуждались и получили одобрение на международных и национальных научно-практических конференциях: XXXI Международный научный симпозиум «Неделя Горняка-2023», Международно-практическая конференция «Особенности развития ESG стандартов в регулируемых отраслях» (РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2022 г.), «Восточный экономический форум» (Владивосток, 2022 г.), Алтайский экологический форум «Нить природы» (Горно-Алтайск, 2022 г.), Всероссийский экологический форум «Экосистема. Устойчивое развитие» (Петропавловск-Камчатский, 2022 г.) Петербургский международный экономический форум (Санкт-Петербург, 2022 г.), а также научных семинарах НИТУУ «МИСИС».

**Публикации.** По тематике диссертационного исследования опубликовано более 20 научных работ, в том числе 16 основополагающих статей в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК Минобрнауки России, и 2 монографии.

**Объем и структура работы.** Работа состоит из введения, 5 глав и заключения, содержит 16 таблиц и 30 рисунков, а также список использованных источников.

# **ГЛАВА 1. ТЕОРИЯ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

## **1.1. Теоретические аспекты концепций экологизации экономики промышленных секторов**

На протяжении веков, возрастающие, в процессе роста численности населения, потребности человека стимулировали рост экономики. Это, в свою очередь, создало среду благоприятную для развития науки и технологий, способствующих увеличению объемов производства и благосостояния человека. Необходимость в поддержании и наращивании темпов промышленного производства и все нарастающего потребления энергии обозначила острую проблему зависимости экономического роста от экстенсивного использования природного капитала, прежде всего, в части увеличения потребления различных природных, в т.ч. минерально-сырьевых ресурсов. Также стало более ощутима антропогенная нагрузка на экосистемы, появились тренды климатических изменений.

В XX веке ученые обратили внимание общественности на негативное влияние антропогенного воздействия на состояние окружающей среды и возможные последствия. Экологические аварии, катастрофы, связанные с разливами нефти, ухудшение качества воздуха крупных городов, накопленные отвалы выработанных горных пород и большое количество других техногенных воздействий промышленного производства и деятельности человека, наметили тренд поиска путей и направлений, способных противостоять глобальным и локальным экологическим угрозам.

Таким образом, начинались дискуссии о необходимости перехода от ресурсоемкого к ресурсосберегающему (ресурсоэффективному) типу экономического развития мирового хозяйства. Данные тезисы и дискуссии было впервые затронуты в рамках Римского клуба в 1972 году. В дальнейшем проблема развития ориентированного на сохранение и сбережение природных систем и ресурсов получила импульс для обсуждения в общественных, научных



и бизнес сообществах [175]. Становление концепции устойчивого развития и формирование первых международных соглашений в области эколого-ориентированного развития пришлось на конец 20 века.

Формирование парадигмы новой экономики на основе устойчивого развития началось в 1987 году в рамках отчета Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее». В данном документе устойчивое развитие определялось как удовлетворение текущих потребностей общества и индивида. При этом в рамках «философии» устойчивого развития говорилось о необходимости сохранить все блага для будущих поколений, и в частности, следующие поколения должны иметь возможность пользоваться природными ресурсами [236].

2-ая Международная конференция Организации Объединенных наций по окружающей среде утвердила в 1992 году первую программу по устойчивому развитию, определившая концептуальные положения и ключевые направления взаимодействий мирового сообщества в сфере окружающей среды [156]. В итоге устойчивое развитие (УР) стало движущей силой перехода на новый вектор экономического развития, который должен искать баланс между промышленным ростом, потреблением, минимизацией воздействия на природную среду и сохранением природного капитала для современного общества и будущих поколений. Промышленники, государственные структуры всех уровней, научная общественность в современной экономике должны выступать интегрированным сообществом, определяющим направления постепенной трансформации от техногенной экономики, экстенсивно использующей ресурсы, к хозяйствованию на основе эколого-ориентированных подходов и обеспечению нового качества жизнедеятельности человека.

В 2012 году в ходе проведения международной конференции «РИО + 20» утвержден документ, получивший название «Будущее, которое мы хотим» В документе сформулированы и систематизированы ключевые *цели развития тысячелетия* (ЦРТ). Впоследствии содержание обозначенных целей было

пересмотрено. На смену им впоследствии сформированы цели устойчивого развития (ЦУР) и сопряженные с ними задачи (в общей сложности, 169 задач). ЦУР отражают ключевые действия, направленные на «достижение устойчивого развития». В официальных ЦУР – пять из семнадцати целей непосредственно связаны с охраной окружающей среды:

1. Цель 11: Устойчивые города и населенные пункты;
2. Цель 12: Ответственное потребление и производство;
3. Цель 13: Борьба с изменением климата;
4. Цель 14: Сохранение морских экосистем;
5. Цель 15: Сохранение экосистем суши.

Можно констатировать особую важность реализации экологических инициатив в промышленности и других секторах национальных экономик, как важнейших условий устойчивого развития мирового хозяйства.

На современном этапе развития экология и экономика имеют все более тесную связь. Ввиду чего для достижения приоритетов в сфере охраны окружающей среды и глобальных целей УР было решено сменить вектор развития мировой экономики в пользу «экологизации» [57, 74].

Согласно определению Н.Ф. Реймерса «Экологизация – процесс неуклонного и последовательного внедрения систем технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов и условий наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества природной среды (или вообще среды жизни) на локальном, региональном и глобальном уровнях» [174].

Исследователи за рубежом ассоциируют экологизацию экономики с такими понятиями как «зеленая» экономика, экономика замкнутого цикла, низкоуглеродное развитие. Вышеуказанные термины имеют вполне легитимный характер и используются в национальных нормативных и правовых актах, а также в значительном количестве международных конвенций и программ эколого-ориентированного развития [224].

Важно отметить, что устойчивое развитие и «зеленая» экономика не являются взаимозаменяемыми концепциями. «Зеленая» экономика выступает как составная часть общемировой *парадигмы взглядов* – так можно назвать «устойчивое развитие». «Зеленая экономика», по мнению автора, дополняет совокупность направлений глобального устойчивого экономического роста промышленного сектора. Автор считает, что сохранение существующего экономического уклада современного общества и его благ, должно обеспечиваться перманентным достижением все новых уточненных целей устойчивого развития. По мнению ряда исследователей, устойчивое развитие глубоко связано с возможностью создания экономики [289], способной обеспечить развитие (рост) при одновременной минимизации воздействий на природные экосистемы. Например, десятилетия нарастающего ресурсоемкого развития промышленности и все еще растущего количества использования ископаемого топлива угля, мазута, природного газа, ведут уже не только к проблемам экологического характера, но и поставили мир перед лицом климатических изменений, угрожающих деградации большого количества территорий, голоду, массовой миграции населения, возникновению конфликтов, и в конечном счете, гибели миллионов людей. При этом автор хотел бы отметить, что новая экономика не должна отказываться от ископаемого топлива. В новой парадигме экономического развития промышленности и других секторов необходимо обеспечить баланс между всеми источникам ресурсов и добиваться роста эффективности производств с меньшим количеством использования энергетического и минерального сырья.

Согласно определению ООН от 2011 года, «зеленая экономика – это экономика, которая обеспечивает долгосрочное повышение благосостояния людей и сокращение неравенства, при этом существенно снижая риски для окружающей среды и ее обеднения» [289].

Переход к структурным изменениям, которые будут идентифицировать «зеленую» экономику, должен сопровождаться набором комплексных организационно-экономических мер государственного регулирования,

связанных с изменениями налоговой политики, субсидированием, созданием институциональных изменений в части создания рыночной среды и для вовлечения стейкхолдеров в реализацию инновационных «зеленых» проектов, формированием механизмов торговли выбросами техногенного CO<sub>2</sub> и др. Представляется также важным формирование информационного пространства и его наполнение для отслеживания потенциальными инвесторами и общественностью инициативных идей, перспективных проектов и программ.

Тем самым переход к модели «зеленой» экономики требует вмешательства государственных структур управления. Промышленная политика должна трансформироваться в экологическую промышленную политику, которая направлена на обеспечение баланса - рост промышленного производства при одновременном развитии экологически чистых отраслей и технологий. Важно также формировать инновационную, гражданскую промышленную и социальную инфраструктуру, обеспечивающую реализации «зеленых проектов».

Инициирование, проектирование, разработка и трансфер инновационных технологий являются теми важными звеньями инновационного процесса экологизации, который способствует переходу к «зеленой» экономике. Масштабирование и коммерциализация комплекса передовых производственных технологий, связанных с цифровыми решениями, роботизацией, будут формировать новые высокотехнологичные рынки эколого-ориентированной продукции в мировой экономике [95]. В качестве примера можно отметить технологические цепочки по улавливанию и захоронению углекислого газа (технологии секвестрации, CC(U)S). Проекты секвестрации развиваются, многие из них не достигли стадии коммерциализации, при этом появляются производители, обладающие уникальными компетенциями и техническим решениями, начинает формироваться рынок. Успешная реализация таких проектов и дальнейшее их масштабирование выведут на передовые позиции сегодняшних лидеров и венчурных инвесторов, которые имеют на настоящее время рискованные позиции.

Модернизация на основе «зеленых» технологий или экоиноваций интенсифицирует и использование наилучших доступных технологий (НДТ). Можно предположить, что НДТ выступают инструментом реализации экологических целей компании. Посредством этого инструмента государство, в свою очередь, может устанавливать технологические нормативы, способные улучшать экологическую обстановку.

Все больше отмечается то факт, что традиционная линейная модель использования ресурсов является не совсем рациональной в свете достижения эколого-ориентированных целей устойчивого развития. В рамках традиционных циклов экономики значительная часть промышленной и гражданской продукции выходит из потребления слишком быстро, отсутствуют возможности переработки такой продукции. Соответственно, истощаются природные ресурсы, растут объемы отходов, поэтому можно констатировать, что возможности природных систем по восстановлению и очищению существенно падают.

Экономика замкнутого цикла (или циркулярная экономика) – это тип хозяйствования, включая создание сложных промышленно-технологических цепочек, который основан на формировании непрерывных циклов уменьшая возможности стремительного роста количества отходов промышленного и бытового характера [288]. Экономика замкнутого цикла базируется на важных эффектах для социо-эколого-экономических систем. Базовые направления возникающих эффектов в рамках экономики замкнутого цикла представлены на рисунке 1.1.

Циркулярная модель работает на принципах сокращения, повторного использования, переработки [75]. Согласно Национальному Стандарту РФ «Ресурсосбережение и обращение с отходами» (ГОСТ Р 57702-2017) [39], создание замкнутых циклов – это воспроизведение циклов, существующих в природных системах. По большому счету большая часть производимой продукции на момент ее вывода из промышленного оборота должна перерабатываться [44].



*Рисунок 1.1 - Базовые аспекты возникающих эффектов при формировании технологических цепочек замкнутого цикла*

*Источник: составлено автором*

Например, при переходе к технологиям замкнутого цикла в производстве важнейших материалов, таких как сталь, цемент, пластик, алюминий, снизится уровень эмиссии углекислого газа на 40% к 2050 г. Сокращение выбросов произойдет благодаря значительному увеличению срока использования основных производственных фондов. Кроме того выбросы уменьшаются и за счет повторного применения материалов в технологическом цикле. Это позволит уменьшить использование сырья, что снизит выбросы углекислого газа, а также уменьшит эмиссию, связанную с добычей или производством сырьевых ресурсов [118, 256].

При организации схем замкнутого цикла важно обеспечить взаимосвязанность и комплементарность элементов технологических цепочек, а также исключить «узкие места» производства или минимизировать их. В рамках экономики замкнутого цикла осуществляется переход к сложным технологическим системам полуоткрытого и закрытого типов, где отходы и вторичные ресурсы перерабатываются [94].

В 2016 г ICMM был опубликован отчет «Горнодобывающая промышленность, металлы и циркулярная экономика» [273], в нем оценивались

перспективы компаний минерально-сырьевого комплекса в формирующейся экономике замкнутого цикла. Авторы отчета предполагали, что технологические изменения позволят более полно извлекать и повторно использовать минералы и производимые металлы. Добывающим компаниям целесообразно составлять стратегические планы развития с детальной оценкой долгосрочных технологических трендов и изменяющегося спроса на металлы, которые будут участвовать в развитии «зеленой энергетики и зеленых производств». Цикличность позволит более полно извлекать полезные компоненты, которые востребованы на рынке, например редкоземельные металлы.

Циркулярная экономики направлена на стремление снизить уровень потребления первичных сырьевых ресурсов по всему производственно-технологическому циклу, где формируется добавленная стоимость продукции. Для добывающих компаний масштабное развитие и использование циркулярных технологий в обрабатывающих отраслях на уровнях более высокого предела продукции может нести рыночные опасности, выражающиеся в снижении спроса. Соответственно, компаниям минерально-сырьевого комплекса (МСК) необходимо совершенствовать старые и развивать новые организационно-управленческие подходы к ведению производственно-хозяйственной деятельности. При этом у компаний МСК появляются возможности для модернизации и развития инноваций, внедрения НДТ. Технологическое развитие в МСК позволит добывать многокомпонентные руды и повышать экономическую целесообразность извлечения попутных компонентов, а также осуществлять более глубокую переработку минеральных ресурсов.

Концепция циркулярной экономики, отвечающая ценностям ресурсосбережения и ресурсоэффективности и формирующая конкретные организационно-экономические инструменты развития циклических технологий и производств, становится частью парадигмы устойчивого развития и экологизации, и в той или иной мере, является важным направлением в

стратегических программах эколого-сбалансированного развития многих национальных экономик.

Понятийные подходы и принципы низкоуглеродного развития промышленности и национальных хозяйств впервые были предложены в 2003 году Правительством Великобритании [292]. Низкоуглеродную экономику определили как экономическое развитие или стабильное функционирование, посредством достижения значимого экономического эффекта за счет меньшего потребления природных, включая сырьевые ресурсы и снижения загрязнения природы [278].

При этом низкоуглеродная экономика, как широкая социальная пограничная экономическая концепция, фактически не имеет общепринятого определения [248]. Считается, что низкоуглеродная экономика, в основном, бывает двух видов: низкоуглеродное производство и низкоуглеродное потребление. Конечная цель низкоуглеродной экономики – достижение устойчивого развития, а низкоуглеродное производство – это устойчивый способ производства [291]. Ключевым условием реализации в таком случае является энергоэффективность и чистая энергия, ядром реализации являются технологические и управленческие инновации.

Таким образом, низкоуглеродная экономика не может развиваться без инноваций в области энергетики. Технологии, поддерживающие декарбонизацию, включают ветроэнергетику, солнечную фотоэлектрическую энергию, электромобили, хранение энергии, переработку металлов, водородные топливные элементы, а также улавливание и хранение углерода. В целом низкоуглеродное развитие связано с уменьшением концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере, обеспечением технологических и организационно-экономических мер по снижению эмиссии.

Эксперты оценивают необходимые объёмы снижения выбросов  $\text{CO}_2$  примерно в 45% к 2030 году по сравнению с уровнем 2010 г. с последующим снижением до нуля к 2050 г для удержания роста температуры в пределах  $1,5^\circ\text{C}$  [234]. Однако, согласно последнему отчёту МГЭИК, объёмы глобальных



выбросов парниковых газов продолжают увеличиваться каждый год со средним темпом роста порядка 1,3% за последнее десятилетие [252]. В этом контексте научное сообщество стремится обосновать более перспективные направления низкоуглеродного развития. Промышленному развитию задают вектор по снижению углеродоемкости и углеродной нейтральности. Государства на различных уровнях запускают инициативы по снижению углеродоемкости, а некоторые из них уже утвердили стратегические цели по достижению углеродной нейтральности. В России в 2021 году также была утверждена Стратегия низкоуглеродного развития до 2050 года [38].

Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата определяет углеродную нейтральность как состояние, при котором выбросы парниковых газов, выбрасываемые в атмосферу, были уменьшены или предотвращены, а оставшаяся часть компенсирована [253]. В связи с чем предложено следующее разделение подходов к снижению углеродного следа:

- предотвращение выбросов (carbon avoidance);
- сокращение выбросов (carbon reduce);
- компенсация выбросов (carbon compensation).

Предотвращение выбросов являются результатом деятельности человека, которая приводит к снижению или полному прекращению выбросов CO<sub>2</sub>. Такому подходу соответствуют мероприятия, позволяющие сократить количество выбросов до их непосредственного попадания в атмосферу. Инициативы по предотвращению выбросов могут включать в себя варианты технологических изменений, например, повышение энергоэффективности, переход при производстве энергии с угля на природный газ, с мазута на природный газ или с ископаемого топлива на возобновляемые источники энергии. Так могут использоваться изменения в методах управления, например, изменение методов землепользования или сохранение экосистем. Не следует забывать и о поведенческих изменений потребителей, например, переход на другой вид транспорта и более широкое использование электромобилей.

Сокращение выбросов предполагает комплекс мероприятий, позволяющих уменьшать эмиссию парниковых газов, избежать возникновения которых на данном этапе было бы невозможно по различным причинам. К данной категории можно отнести технологии уменьшения совокупных выбросов непосредственно из крупных промышленных источников-эмитентов, к таким технологиям относят технологии улавливания, использования и захоронения углерода (технологии секвестрации, CC(U)S). Сокращать выбросы можно и напрямую из атмосферы. Такого рода меры связаны с антропогенным усилением биологических или геохимических поглотителей. Также существуют в рамках перспективных разработок технологии прямого улавливания из воздуха. Стоит отметить, что мероприятия по сокращению исключают естественное поглощение углекислого газа, не вызванное непосредственно деятельностью человека.

Компенсация выбросов CO<sub>2</sub> подразумевает ряд организационно-экономических механизмов, направленных на использование углеродных кредитов и квот на выбросы, действующих в некоторых странах, озеленение и другие методы, которые не уменьшают непосредственный выброс парниковых газов эмитента, но позволяют уменьшить его расчетное количество за счет экономической поддержки «зеленых» инициатив. В соответствии с Парижским соглашением, в масштабах страны компенсацией может также считаться финансирование экологически полезных инициатив за рубежом.

В таблице 1.1. представлены общие фундаментальные направления экологизации промышленности на основе реализации НДТ.

Концепция устойчивого развития или парадигма – как система устоявшихся взглядов – является фундаментальным направлением современной экономики. Ориентация на охрану окружающей среды, сохранение природных систем, рациональное использование природных ресурсов, благосостояние современного общества, его здоровье и забота о будущих поколениях определяет устойчивое развитие.

<b>Концепции</b>	<b>Авторское представление</b>	<b>Влияние на экологизацию промышленности на основе НДТ</b>
<b>Устойчивое развитие</b> <i>Фундаментальная основа новой экономики, всесторонний охват</i>	Философия развития, направленная на обеспечение потребностей современного общества в интересах будущих поколений.	Концепция развития современного промышленного производства, обеспечивающее устойчивое развитие предприятия на долгосрочную перспективу
<b>Зеленая экономика</b> Фундаментально-прикладное направление новой экономики, всесторонний охват, механизмы и инструменты реализации зеленых проектов в промышленности и других сферах	Уменьшение экологических рисков и развитие чистых технологий в промышленности. Развитие организационно-управленческих инструментов способствующих внедрению и реализации зеленых проектов.	Комплексная модернизация промышленного производства на основе НДТ
<b>Низкоуглеродное развитие</b> Фундаментально-прикладное направление новой экономики, снижение выбросов CO <sub>2</sub> – повышение эффективности использования энергии и ресурсов	Декарбонизация экономики и промышленных секторов – сокращение эмиссии CO <sub>2</sub> , применение технологических инноваций.	Снижение выбросов парниковых газов в энергоемких областях с точки зрения эмиссии CO <sub>2</sub> (энергетика, металлургия итд)
<b>Экономика замкнутого цикла</b> Фундаментально-прикладное направление новой экономики – замкнутый цикл, безотходное производство	Максимальное использование ресурсов в рамках технологического цикла, использования современных технологий. Развитие безотходных производств.	Внедрения в производственный процесс предприятия циклических технологий, которые позволяют снизить объем образования отходов и их максимальное вторичное использование

*Таблица 1.1 - Общие фундаментальные направления экологизации промышленности на основе НДТ*

*Источник: составлено автором*

При этом остальные рассмотренные концепции имеют более узкий характер и можно сказать, что они находятся ближе к промышленному производству, могут решать задачи конкретных отраслей, компаний, в том числе по организации социально ответственного бизнеса.

«Зеленая» экономика решает большое количество задач по обеспечению экономического роста при снижении нагрузки на экосистемы, привлечению инвестиций в чистые производства, формированию нормативного и правового поля и др. В рамках такой экономики важно формировать организационно-экономические инструменты, способствующие созданию институциональной среды для ведения эколого-социо-ориентированного бизнеса.

Модели, технологии, методы и приемы циркулярной экономики и низкоуглеродного производства представляются автору настоящего исследования как варианты научно-практической реализации «зеленой экономики», направленные на решение ряда возникающих задач в рамках устойчивого развития.

Технологические циклы по переработке техногенных отходов в промышленности - одна из задач циркулярной экономики. Утилизация техногенного углекислого газа и создание новых производств, рынков, продуктов - также представляется важной задачей.

При этом автор хотел бы отметить, что экология не должна быть самоцелью современной промышленности. Экологические цели необходимо достигать путем создания ресурсоэффективных производств и внедрения лучших природоохранных технологий.

Автором предложены критерии сравнения, где сознательно не используется эколого-ориентированный критерий.

Значимые характеристики, подчеркивающие особенности эколого-ориентированных концепций рассмотрены в таблице 1.2.

Говоря об экологизации, в работе доказано, что все концепции, безусловно, направлены на бережное отношение к природным системам.

Выделены критерии, которые затрагивают ресурсоэффективность, человеческий фактор, технологические, экономические и управленческие аспекты.

Таблица 1.2

## Сравнительные критерии эколого-ориентированных концепций

Критерий сравнения	Устойчивое развитие	Зеленая экономика	Низкоуглеродное развитие	Экономика замкнутого цикла
Макроэкономический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение стабильного долгосрочного развития мировой экономики;</li> <li>- формирование глобальных общественных инициатив.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение экономического развития промышленных отраслей и других сфер экономики;</li> <li>- новые требования в макроэкономическим параметрам оценки национальных хозяйств.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономическое развитие с целью «нулевая эмиссия»;</li> <li>- охват всех энергоемких отраслей промышленности, включая минерально-сырьевой комплекс и энергетику.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- экономические параметры промышленности на основе снижения отходоёмкости.</li> </ul>
Экономический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- баланс экономических результатов с социально-экологическим и результатами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование организационно-экономических инструментов способствующих стимулированию развития зеленых инвестиций и проектов;</li> <li>- развитие ответственных инвесторов и компаний.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизация капитальных и эксплуатационных затрат на использование новых технологий способных снижать эмиссию CO<sub>2</sub>;</li> <li>- трансформация проектов, находящихся на стадии пилотных в коммерческие проекты.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поиск экономического эффекта вовлечения вторичных ресурсов в промышленный оборот;</li> <li>- развитие экономики проектов комплексного извлечения руд МСК;</li> <li>- эффективность управления отходами.</li> </ul>
Технологический	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индустриализация через природоохранные инновации;</li> <li>- технологическое лидерство в паритете с другими критериями развития.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зеленые технологии – большой перечень связанный с цифровизацией, роботизацией, биотехнологиями;</li> <li>- использование НДТ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- высокая технологичность;</li> <li>- использования механизма НДТ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- поиск новых технологических решений рентабельного производства;</li> <li>- использование НДТ.</li> </ul>
Ресурсный	<ul style="list-style-type: none"> <li>- эффективность</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- развитие большого количества</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использование отходов, которые</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вовлечение техногенных</li> </ul>

	использования ресурсов в национальных хозяйствах и фундаментальные взгляды на способы сохранения природного капитала.	зеленых производств, способных оптимизировать использование сырьевых ресурсов; - сохранение природного капитала.	не использовались ранее в промышленности - энергоэффективность; - переход на более экологические виды топлива.	минерально-сырьевых ресурсов, в промышленный оборот.
Социальный	- повышение качества жизни людей и будущих поколений.	- рост благосостояния общества и уменьшение экологических рисков	- климатическая эффективность; - региональная «климатическая» миграция.	- сокращение площадей территорий с нарушенными ландшафтами; - снижение влияния на людей в зонах складирования отходов.
Управленческий	- высокий стратегический уровень менеджмента и политиков; - сильное влияние научных инноваций; учет международных конвенций; - большая роль государственных программ в принятии стратегических решений.	- развитие руководителей национальной экономики и отраслевых ведомств, топ-менеджмент компаний с природоохранной философией ведения бизнеса.	- эколого-ориентированный стиль управления ориентированный на легкость в принятии решений природоохранного характера; - обеспечение реализации гранично-рентабельных проектов.	- инженерный стиль управления, реализация нетривиальных технико-технологических задач.

*Источник: составлено автором*

Автор не противопоставляет рассмотренные экологические концепции друг другу. Важно понять уровень охвата концепций, выделить их специфические черты, которые, в конечном счете, влияют на экологизацию промышленности и других сфер национальных хозяйств с сохранением темпов экономического развития, что важно для общества.

Модернизации промышленности и внедрение чистых технологий, доступных на настоящий момент, является условием устойчивого развития.

Сегодня существует потребность в кардинальных изменениях при организации управления промышленными компаниями. Менеджмент акцентирует свое внимание на быстрое внедрение энергоэффективных и энерго- и ресурсосберегающих решений. Достижение высокой производительности при меньшем использовании ресурсов – путь к обеспечению устойчивости бизнеса.

Менеджеры промышленных предприятий должны решать задачи по адаптации бизнеса к изменяющимся условиям, консерватизм многих из них приводит к тому, что компании продолжают использовать устаревшее оборудование и низкоэффективные технологии.

Устойчивое развитие промышленности, как уже отмечалось, связано со снижением зависимости экономического развития от роста антропогенного воздействия на природную среду. Важным результатом всех рассмотренных концепций является достижение эффекта декаплинга (decoupling) [239].

Выделяют ресурсный декаплинг и декаплинг воздействия. Ресурсный декаплинг направлен на сокращение объемов использования первичных ресурсов на единицу произведенной продукции в натуральном или стоимостном выражении. В данном контексте речь идет о снижении ресурсо- и материалоемкости производств. Декаплинг воздействия должен обеспечивать увеличение объема производства при одновременном уменьшении нагрузки на экологию [85].

Понятие декаплинга может также применяться в отношении, например, конкретного государства: относительный декаплинг, появляется тогда, когда растут использование различных ресурсов и загрязнение окружающей среды, но этот темп роста ниже, чем увеличение объемов производства промышленной продукции. Абсолютный декаплинг – это возрастание объемов производства при снижении потребления ресурсов и загрязнения экосистем.

Есть немного примеров декаплинга на страновом уровне. Абсолютного общего снижения потребления ресурсов в течение определенного периода времени достигла Германия в период с 1995 по 2005 гг., однако, в основном это

было связано со значительным сокращением объемов строительства и добычи угля [264].

Концепция декаплинга, и, в частности, различные его индикаторы, особенно необходимы для разработки промышленной политики, которая, во-первых, считает необходимым экономический рост, а, во-вторых, признает, что сегодняшние уровни использования материалов и наносимое экономикой негативное воздействие на природную среду не может соответствовать устойчивому развитию. Дальнейшие темпы экономического роста, не должны быть прямо пропорциональны растущему использованию природных ресурсов или достигаться ценой пропорционального увеличения воздействия на экосистемы. В этом контексте показатели декаплинга могут использоваться в качестве аргумента для обоснования «зеленого» роста экономики в целом и отдельных секторов промышленности.

В конце 80-х годов XX века в научный оборот был введен термин «промышленная экология» [87], являвший собой начало экологизации промышленной деятельности. Это связано с окончательным осознанием важности обеспечения тесного и активного взаимодействия, соединения природно-экологических и межотраслевых промышленных систем. Промышленная экология рассматривалась в качестве научно-прикладной сферы деятельности, направленной на разработку малоотходных процессов технологического плана и формирование специальных кластеров, состоявших из компаний различных отраслей, взаимодействующих между собой в целях повышения общей эффективности их функционирования, а также снижения негативных воздействий на окружающую среду [87].

Дальнейшие исследования в данном направлении позволили конкретизировать ее главную цель, состоящую в реализации эколого-ориентированного подхода к организации производств (управление материальными потоками, снижение ресурсоемкости) с учетом приоритетов устойчивого развития. Для достижения поставленной цели в рамках промышленной экологии формируются конкретные сценарии устойчивого



функционирования производственных систем и выстраиваются стратегии, в основе которых лежат не абстрактные представления о будущем развитии отраслей промышленности, а конкретные технологические инновации и институты [82]. Таким образом, промышленная экология направлена на разработку экологически устойчивой модели для деятельности промышленности.

Поскольку промышленные комплексы – это основные источники антропогенных загрязнений окружающей среды, возникает вопрос о правовом регулировании и законодательном ограничении этого воздействия. Правоотношения промышленности в сфере экологии регулирует экологическая промышленная политика государства.

В ряде зарубежных исследований используется понятие «зеленая промышленная политика». Данный термин близок к «экологической промышленной политике». При этом зарубежный термин в большей мере отражает современную риторику принятых международными организациями документов (Организация экономического сотрудничества и развития, ООН и др.). Впервые необходимость перехода промышленности к практической реализации принципов устойчивого развития была обоснована в Докладе ООН по «зеленой промышленной политике», представленном в 2017 году [238]. Исходя из вышеуказанного доклада, можно дать определение зеленой промышленной политике. Зеленая промышленная политика – это механизмы и инструменты государственного регулирования, направленные на увеличение темпов роста структурной перестройки промышленных секторов и комплексов для достижения более эффективного использования ресурсов, снижения углеродоемкости производств, интенсификации зеленых проектов. При этом обращение к экологическим аспектам не предполагало снижения производительности и стагнации экономического роста.

Несмотря на то, что за рубежом концепция экологической промышленной политики уже получила широкую практическую реализацию, российские ученые и практики пришли к данной проблематике относительно недавно [186].

С 1990-х годов экологическая политика в России в основном рассматривалась как бремя, а иногда и как угроза экономическому развитию. Например, в Стратегии экономической безопасности Российской Федерации от 2017 г. [19], развитие «зеленых» технологий представлено как процесс, являющийся угрозой и вызовом для экономической безопасности страны, поскольку такие технологии снижают спрос на сырье, экспортируемое Россией [290]. Однако такой подход сегодня не жизнеспособен. Вышерассмотренные современные тенденции в экономике указали на то, что «зеленая» экономика и низкоуглеродное развитие и в т.ч. природоохранные технологии, продолжают развиваться.

Предпосылки для формирования новых подходов к экологической промышленной политике появились в 2014 году, после принятия следующих Федеральных законов (ФЗ): «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 г. и «О промышленной политике в Российской Федерации» от 31.12.2014 г.

В то же время сегодня сохраняются проблемы, связанные с трактовкой понятийного аппарата. В научной литературе, как правило, используется термин «экологическая политика». Однако в нормативных и правовых документах данный термин отсутствует. Вместо него закреплены понятия «стратегии экологической безопасности» и «государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности». Тем не менее, непонятно, являются ли они равнозначными и как соотносятся с термином «экологической политики» [186].

Считается, что именно государство должно стать основным регулятором по экологическим проблемам. Такой тезис был выдвинут в документе «Экологическая промышленная политика Российской Федерации», разработанном и выпущенном Российским Союзом Промышленников и Предпринимателей (РСПП). В нем рассматривались ключевые подходы и задачи ответственного ведения бизнеса с учетом экологической составляющей.

Также в указанном документе дана трактовка «экологической промышленной политики». Экологическая промышленная политика понимается как сбалансированная систем норм, правил и ключевых принципов регулирования в сфере промышленных правоотношений, ориентированных на достижение приоритетных целей в трех направлениях: экономика, экология и социальная сфера [219]. То есть фактически экологическая политика соответствует триединству приоритетов устойчивого развития. Базовыми составляющими перехода к экологической промышленной политике при этом являются:

- 1) Внедрение элементов управления качеством окружающей среды и природопользования в действующую систему государственного регулирования;
- 2) Построение принципиально новой системы функционирования промышленного сектора на основе соблюдения принципов и требований устойчивого развития.

В настоящее время ведется активная работа над совершенствованием системы регулирования деятельности промышленных предприятий в области эколого-ориентированного развития.

В Указе президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» от 7 мая 2018 г. экология названа в числе основных приоритетов [13]. Указ президента «О национальных целях развития России до 2030 года» от 21 июля 2020 года определяет «создание комфортных и безопасных условий для жизни» в качестве одной из национальных целей [14]. Окружающая среда упоминается в поправках к Конституции.

## **1.2. Ключевые принципы и подходы развития природоохранных технологий: роль и место НДТ**

Как было определено ранее, эффективность преодоления экологических проблем во многом зависит от технологической составляющей – внедрение прогрессивных ресурсосберегающих, природоохранных, природоподобных, безотходных технологий [209]. Технологические инновации являются

важнейшим компонентом перехода к зеленой экономике, и сегодня существует острая необходимость в разработке и внедрении «зеленых» технологий в отраслях промышленности.

Природоохранные технологии создаются и используются таким образом, чтобы беречь природный капитал снижать негативное воздействие на экосистемы. Природоохранные технологии сокращают объемы используемого ископаемого топлива и оказывают меньший вред здоровью человека, животных и растений. Предполагается, что использование «зеленых» технологий сократит количество отходов, которые образуются в процессе производства и потребления.

Хотя сложно точно определить сферы, охватываемые этими технологиями, можно с уверенностью сказать, что «природоохранные технологии — это разработка и применение продуктов, оборудования и систем, используемых для сохранения окружающей среды и ресурсов, которые сводят к минимуму и сокращают негативные последствия от влияния человеческой деятельности». Эти технологии должны удовлетворять потребности общества таким образом, чтобы минимизировались негативные последствия для экосистем как можно дольше, и при этом не истощались природные ресурсы.

Таким образом, можно говорить о том, что повсеместное внедрение природоохранных технологий влияет на глобальные процессы и глобальные природные системы.

По мнению Шелехова А.М., одной из приоритетных задач в контексте обеспечения целевых приоритетов УР является практическое внедрение достижений научно-технического прогресса в области ресурсосбережения и охраны окружающей среды, организации производств «замкнутого цикла», применения элементов циклической экономики и пр. [150].

В современном понимании природоохранные технологии следует относить к экологически чистым технологиям. Однако они имеют ряд особенностей, позволяющих выделить их в отдельную группу. К таким чертам следует отнести:

- ориентацию на сведение к минимуму рисков загрязнения ОС;
- устойчивое использование ресурсного потенциала с целью снижения показателей ресурсо- и материалоемкости производственно-технологических процессов;
- расширение возможностей переработки вторичных ресурсов (в том числе, техногенных объектов и отходов производств);
- совершенствование путей и технологических возможностей обращения с промышленными отходами;
- обеспечение возможности очистки и обработки вод (включая сточные воды).

Подобные технологии преимущественно относятся к различным сферам в различных отраслях национальных экономик. Например, природоохранные технологии критически необходимы при переработке отходов, обработке и очистки сточных вод, снижении вредных выбросов в атмосферу, уменьшении эмиссии парниковых газов, информировании о возможных экологических катастрофах, снижении выбросов выхлопных газов на транспорте и во многих других сферах. Однако природоохранные технологии включают не только саму технологию производства, но и эффективные инженерно-технические и управленческие решения и «ноу-хау», которые свели бы к минимуму объем образуемых техногенных отходов на протяжении всего жизненного цикла производства или создания продукта [81].

Государственная экологическая политика играет важную роль, как при формировании «зеленых» инициатив, так и при распространении «зеленых» технологий. Рыночная среда не способна самостоятельно сформировать достаточное количество стимулов для инвестиций в разработку и распространение природоохранных технологий без участия государства. Можно выделить две причины этому недостаточному стимулированию:

1. Участники рынка не могут самостоятельно определять и устанавливать стоимость загрязнения. Ввиду чего без государственного вмешательства компании (предприятия, системы), функционирующие в

промышленности, просто не будут иметь соответствующих стимулов к соблюдению утверждаемых экологических стандартов. Следовательно, не будет формироваться спрос на ресурсосберегающие и природоохранные технологии. Справедливо мнение о том, что рыночные стимулы не способны в полной мере отразить экологические преимущества от применения «зеленых» технологий. Без участия государства компании, безусловно, смогут прийти к необходимости технологического перевооружения производств, но исключительно под давлением «затрат» и стремления снизить объемы потребляемых ресурсов.

2. Для широкого применения новых природоохранных технологий, они должны быть доступны общественности. Однако, общий доступ к знаниям может привести к дополнительным инновациям или даже к копированию текущих инноваций, которые не принесут никакого экономического эффекта изобретателю. В результате у частных компаний может быть недостаточно стимулов для развития исследовательской деятельности в этой сфере [276].

Государственная политика стимулирует развитие и распространения технологических инноваций природоохранного характера. Субсидии на НИОКР и налоговые льготы способствуют развитию новых технологий. Развитие системы нормативно-правового регулирования производственной деятельности в части ужесточения экологических параметров, может способствовать распространению природоохранных технологий.

В рамках устойчивого развития характер государственной экономической и промышленной политики сегодня преимущественно стал «упреждающим», а не «реагирующим». Технологические изменения и модернизация производств важны для стимулирования «зеленого» роста, так как снижают затраты на экологию. Хотя внедрение и использование природоохранных технологий часто влечет за собой большие первоначальные вложения, выгоды, которые они предоставляют в дальнейшем, проявляются не только в виде экономии на экологических платежах, но и в виде эффектов для социума, а именно, улучшение здоровья и качества жизни людей.

В отечественной практике модернизация производства была направлена на повышение экономической эффективности и усилении конкурентных позиций российских предприятий. Про экологический аспект забывали, но в последние годы технологическая модернизация начинает связываться с улучшением экологических параметров промышленных систем [62]. «Экологически чистые» технологии на предприятии можно внедрить на основе выбора лучших из доступных технологий. Важным условием технологической модернизации отечественной промышленности видится переход на принципы наилучших доступных технологий (НДТ).

Экологическая политика России реализуется посредством национального проекта «Экология», который включает 11 подпроектов, в том числе [99]:

- «Чистая вода»;
- «Чистый воздух»;
- «Чистая страна»;
- «Оздоровление Волги»;
- «Комплексное обращение с твердыми бытовыми отходами»;
- «Класс I-II Инфраструктура управления опасными отходами»;
- «Сохранение озера Байкал»;
- «Сохранение уникальных водоемов»;
- «Сохранение лесов»;
- «Сохранение биоразнообразия и природных объектов»;
- «Внедрение наилучших доступных технологий (НДТ)».

Проект *Внедрение НДТ* досрочно завершен в 2020 году и вопросы, связанные со стимулированием перехода промышленных предприятий на НДТ, будут рассматриваться в федеральных проектах «Чистый воздух» и «Оздоровление Волги».

Чтобы определить роль и место НДТ в системе экологизации промышленности кратко рассмотрим, как развивалась экологическая промышленная политика РФ, вынесем основные механизмы регулирования

антропогенного воздействия, представим краткую характеристику сложившейся в России системы экологических стандартов.

На сегодняшний день в России используются экологические стандарты, которые были разработаны и утверждены во времена Советского Союза в 50-е годы. Первые экологические индикаторы, включали предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК) для воздуха, воды и почвы. ПДК – это уровни загрязнения, безопасные для здоровья человека. Следовательно, значения установленных предельно допустимых концентраций стали ориентиром для промышленных предприятий. Превышение норм свидетельствовало о нарушении экологических требований и стандартов. Фактически ПДК стали базисом для выстраивания целостной системы экологических стандартов, основанной на принципах нормирования.

В 1980-х годах ряд экологических стандартов был пересмотрен, а сама система дополнена новыми показателями, в состав которых вошли лимиты на размещение производственно-промышленных отходов (техногенных объектов), а также показатели предельно допустимых сбросов (ПДС) и выбросов (ПДВ).

Существующая в нашей стране система экологических стандартов все больше подвергается критическим замечаниям и констатирует необходимость их совершенствования. Эксперты подчеркивают многоступенчатость системы экологических стандартов, а также зачастую большие сложности использования установленных норм и нормативов в практической деятельности [59]. Стандарты обобщены и не учитывают особенности конкретных отраслей промышленности.

Следует отметить, что непроработанность экологических стандартов приводит к возникновению ряда организационно-управленческих проблем, влияющих на качество и стабильность мер эколого-экономического развития промышленных секторов. Зачастую становится невозможным выполнить качественный анализ негативного воздействия в средне- и долгосрочной перспективах и оценку экологического ущерба. Также нерезультативно



используются механизмы стимулирования эколого-ориентированной деятельности, поскольку завышены нормативы.

Представляется целесообразным изучать опыт экономик и экологических политик зарубежных стран, где используют систему гибких стандартов. Важно пересмотреть отечественную систему экологических стандартов – и постепенно внедрять систему нормирования, базирующуюся на регулировании технологической составляющей.

В России появились комплексные экологические разрешения (КЭР) для средних и крупных предприятий промышленного сектора, производственная деятельность которых имеет значительный уровень воздействия на экологию и социальную среду. Разработан алгоритм получения КЭР, в основе которого лежит сравнение технологических показателей производственной деятельности предприятий с эталонными значениями, при использовании НДТ. Таким образом, НДТ выступают как инструментальный технологического нормирования.

НДТ и подходы, заложенные в этой концепции, достаточно успешно реализуются и за рубежом. Ключевые принципы представлены на рисунке 1.2.

Применение НДТ ориентировано на ключевые характеристики экологических концепций и связаны с энерго- и ресурсосбережением. Доступность можно охарактеризовать также их экономической эффективностью.

В ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», приведено следующее определение НДТ:

«технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения» [21].

В российской практике были предложены ряд мер для перехода на принципы НДТ.



Рисунок 1.2. - Идентификация и принципы внедрения НДТ [88]

В 2015-2017 годах специальными техническими рабочими группами (ТРГ) разработаны и внедрены документы стандартизации, которые получили название – справочники НДТ. В большинстве отраслей данный документ, стал ключевым при внедрении НДТ в промышленности.

НДТ, можно сказать, были внедрены посредством Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Также приняты другие законы и постановления, связанные с продвижением НДТ, такие как:

- Постановление правительства Российской Федерации № 398-р от 19 марта 2014 г. (пакет мер политики по НДТ);
- Приказ Постановление Правительства РФ № 2178-р от 31 октября 2014 г. (Справочники по НДТ);
- Постановление Правительства РФ № 1458 «О порядке определения технологии как наилучшей доступной технологии и подготовки, обновления и

публикации информационно-технические справочники по НДТ» от 23 декабря 2004 г.;

- Распоряжение Правительства РФ от 24 декабря 2014 г. № 2674-р (Направления внедрения НДТ)

- Постановление Правительства РФ № 1029 «О об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к категориям I, II, III, IV 'от 28 сентября 2015 года.

Особенностью природоохранного подхода на основе НДТ является то, что технологии, признанные наилучшими доступными, не являются обязательными для внедрения компаниями. Перечень НДТ является ориентиром по уровню выбросов от этих технологий, соблюдение этого уровня становится основанием для подтверждения соответствия предприятия экологическому стандарту.

Таким образом, начиная с 2014 года, природоохранная деятельность Российской Федерации перешла к новой модели регулирования деятельности предприятий, теперь основополагающим принципом регулирования является нормирование не столько воздействия на окружающую среду, как это было ранее, сколько использующихся технологий [55].

Предприятия, относящиеся к 1 категории воздействия, подлежат обязательному регулированию по принципам НДТ. Однако, согласно приказу Минприроды [27], среди этой категории в 2018 году было выделено 300 предприятий, оказывающих особо негативное воздействие и вклад которых в загрязнение окружающей среды РФ суммарно составляет более 60%. Так, предприятия входящие в список 300, обязаны получить КЭР до конца 2022 года, в то время как для всех остальных организаций первой категории этот срок продлен до 2024 года.

Предприятия добывающей и перерабатывающей промышленности вошли как в список первой категории загрязнителей, так и в список 300 предприятий, подлежащих первоочередному регулированию. Это означает, что внедрение НДТ на предприятиях горнодобывающей отрасли и металлургии,

становится неотъемлемой частью процесса их экологизации и может значительно повысить экологичность производств.

Некоторые технологические и экологические вопросы модернизации отечественных добывающих компаний затрагиваются в статьях В.Х. Дзапарова, А.В. Мяскова, Г.Б. Малышкова, Г.З. Харебова, Л.А. Мочаловой, А.А. Колосова, Ю.С. Щеголькова и ряда других авторов [115, 128, 136, 137].

Исследователи высказывают опасения, связанные с многочисленными сложностями внедрения и использования наилучших доступных технологий в горнодобывающем секторе России. Как замечают практики и ученые, внедрение НДТ, указанных в соответствующих информационно-технических справочниках, в их полном объеме является труднореализуемой, а порой – нереальной задачей, так как каждая добывающая компания обладает своими уникальными, характерными только ей одной критериями, обусловленными как техническими, так и климатическими, а также геологическими условиями работы.

При этом в процессе проектирования горнодобывающих компаний нередко сталкиваются с множеством трудностей, так как данный сектор в экологическом плане представляется одним из самых «неблагополучных» [102, 124]. В самом горном проектировании выделяется множество проблем, среди которых пыление отвалов, выделение в процессе работы самосвалов вредных газов, нехватка воды для технологических нужд, близость расположения к жилой застройке, зонам с особыми условиями использования, необходимость постоянного информирования заказчиков, а также представителей смежных структурных подразделений и др. [115,117].

В работе И.Ю. Портнова, А.П. Жарковского, В.И. Бармина рассматриваются наиболее доступные технологии для предприятий нефтегазового комплекса [166], в труде Я.М. Щелкова описываются процессы, связанные с внедрением НДТ на предприятиях теплоснабжения в жилищно-коммунальной сфере [215]. Роль НДТ в регулировании производственных процессов на предприятиях строительной индустрии вкратце раскрывается в

исследовании Г.Я. Дуденковой, О.Н. Токаевой, А.А. Щербакова, Т.А. Докучаевой и др. [83].

В некоторых трудах речь идет о возможностях улучшения экологических и экономических показателей деятельности конкретных компаний посредством оптимального внедрения НДТ в производственные процессы. Ряд авторов, раскрывая данные аспекты, обращают внимание на выгоды от такого внедрения. Например, А.Г. Гунькова и Ю.А. Холопов справедливо подмечают, что все более возрастающий интерес современных промышленных организаций к НДТ вызван не только стремлением избежать возможных штрафов и санкций за негативное воздействие на окружающую среду, но также возможностью получить наиболее выгодные условия государственной поддержки. Кроме того, исследователи справедливо подчеркивают и то, что общая модернизация производства, построенная на принципах НДТ, будет способствовать улучшению имиджа предприятия, его конкурентоспособности и экономического потенциала [73].

Однако в большинстве исследований отечественная практика внедрения НДТ рассматривается преимущественно в проблемном поле. В публикациях данного типа преобладают идеи о неготовности многих промышленных компаний к внедрению новых экологических решений, нехватке субсидирования, недостаточности мер государственной поддержки, проблемах кадрового обеспечения, а также многих других трудностях в данном направлении [64, 68, 126].

Тем не менее, реализация концепции и принципов НДТ, решает следующие актуальные задачи:

- рост конкурентоспособности отраслей национальной промышленности, особенно энергоемких и ресурсоемких;
- повышение инвестиционной привлекательности ряда национальных отраслей промышленности при развитии института ответственных инвесторов;
- перманентное уменьшение совокупного экологического воздействия на национальные экосистемы.

Особенность реализации концепции НДТ, помимо нормативного и правового регулирования, связана с его стимулирующей функцией. В случае внедрения НДТ в производственно-технологический цикл, компания освобождается от оплаты платежей за негативное воздействие на окружающую среду.

Сумма платежей за превышение нормативов значительно превышает стоимость перехода. Переход к НДТ направлен на постепенную модернизацию и достижение лучших экологических параметров оборудования, путем постепенного вытеснения устаревших технологий и решений. Концепция НДТ по сути, продвигает внедрение современных инновационных технологий. В нашей стране концепция НДТ имела экологическую направленность, однако сейчас ее необходимо рассматривать и как направление промышленного развития и технологической модернизации [186].

Эколого-технологическая модернизация промышленного комплекса на основе НДТ решает важные организационно-экономические задачи [220]:

- формирует программные документы, обозначающие пути перехода к эколого-ориентированному и ресурсоэффективному функционированию промышленности;
- обеспечивает понятные требования для получения комплексных экологических разрешений промышленным предприятиям;
- разрабатывает научно-обоснованную систему экологических стандартов, которая в полной мере учитывает технико-технологические особенности и отраслевую особенности промышленных секторов экономики.

Также стоит отметить, что переход России к комплексным экологическим разрешениям нацелен, в первую очередь, именно на сокращение совокупного негативного воздействия отечественной промышленности на природные экосистемы. То есть речь идет не только о НДТ, но, прежде всего, об уровнях эмиссий - технологических показателях, который будут достигнуты в рамках внедряемых технологий. При определении любой технологии в качестве соответствующей, либо не соответствующей НДТ именно данные показатели

играют ключевую и наиболее важную роль. Таким образом, отечественные компании имеют право применять любые доступные им технологии, если это будет способствовать достижению данных показателей и целей.

### **1.3. Эволюция НДТ как инструмента экологизации: отечественный и зарубежный опыт**

Возникновение концепции НДТ в конце XX века было связано с актуализацией вопросов, связанных с защитой и охраной окружающей среды, а также поиском путей предотвращения накопленного ущерба природным экосистемам. По сути, реализация принципов и внедрение НДТ в промышленный сектор является инструментом позволяющим следовать рассмотренным в диссертации эколого-ориентированным концепциям

Понятие «наилучших доступных технологий» (Best Available Techniques - BAT) было впервые использовано в Рамочной директиве рабочей группы по атмосферному воздуху (AFD - Air Framework Directive) в 1984 году при дискуссии о наносимых экологических последствиях промышленностью. Впоследствии идеи, концепции, обсуждения о роли и месте НДТ в промышленности нашли отражение в Директиве 2008/1/ЕС Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 15 января 2008 года о комплексном предотвращении и контроле загрязнений [232]. Документ закрепил необходимость внедрения НДТ и наложил обязательства получения экологических разрешений промышленным предприятиям, чья деятельность сопряжена с повышенным уровнем негативного воздействия на ОС [220]. В 2010 году принята модифицированная «Директива о промышленных выбросах» [233], в которой ранее принятые положения были взаимоувязаны с утвержденными отраслевыми справочниками НДТ - BREF.

Подход НДТ, реализуемый в России, во многом основан на опыте ЕС. США, ЕС и КНР занимают особое положение в мировой экономике, со свойственной им спецификой, богатыми традициями и индивидуальным опытом. Реализуемые вышеперечисленными странами комплексные меры в

области промышленной экологической политики представляют немалый интерес для научного сообщества, а также для многих отдельных стран, уже начавших активное внедрение на своих территориях института НДТ либо только планирующих переход к модернизации на основе эколого-ориентированных технологиях. Поэтому опыту реализации принципов НДТ в этих странах необходимо уделить особое внимание.

При этом следует пояснить, что в различных странах мира при обозначении одних и тех же или близких по содержательному наполнению понятий НДТ используются различные определения и термины.

В ряде случаев рассматриваются не сами НДТ, а аналогичные им решения: Best Available Control Technology (наилучшие доступные технологии контроля), Best Practical Options (наилучшие практически осуществимые варианты), Best Techno-Economically Available Techniques (наилучшие технико-экономически доступные технологии) и др.

В рамках настоящего исследования не будет акцентировано отдельное внимание на вопросах об используемых в различных государствах мира определениях и терминологических конструкциях. Заметим лишь, что наиболее часто в профильной и иной зарубежной научной литературе используется термин «Best Available Techniques», обозначаемый аббревиатурой BAT.

***Соединенные Штаты Америки (США).*** В Соединенных Штатах Америки на текущий момент времени отсутствуют последовательная и комплексная политика в сфере наилучших доступных технологий. Нет и единого системного процесса выработки стандартов эффективности для их использования, что можно рассматривать как серьезное упущение.

В США действует несколько программ по применению промышленными компаниями специальных стандартов для достижения экологической результативности посредством использования соответствующих технологий на местном, национальном уровнях, а также уровне отдельных штатов. Как правило, специальные показатели представляются в виде предельных эмиссионных значений в количественной форме (ELVs).



В свою очередь, эмиссионные значения могут быть разработаны для того, чтобы предоставить возможность либо побудить к использованию techniques (приемов), направленных на предотвращение загрязнения, например, применение определенных видов сырья, включая минеральное сырье, энергоэффективных и незагрязняющих процессов, а также более чистого топлива.

В каждой такой программе присутствует своя специфика, цели и задачи, прописанные в природоохранном законодательстве, включающем в себя Законы, в том числе положения, касающиеся: чистоты воды (CWA - Clean Water Act) и атмосферного воздуха (CAA - Clean Air Act), предотвращения возможных загрязнений окружающей среды (PPA - Pollution Prevention Act) (АООС США, EPA - US Environmental Protection Agency, 1990a) [241].

Перечисленные нормативные правовые акты не имеют какой-либо технологической базы, несмотря на то, что в текстах некоторых их разделов содержатся требования к базирующимся на соответствующих технологиях программам. Посредством использования программ в сфере контроля загрязнений, США обязаны обеспечивать поддержание и достижение определенных стандартов качества почвы, воды и воздуха. При этом федеральным законодательством устанавливаются ключевые цели, предельные границы в сфере их достижения, определяются функции и роль Агентства США по охране окружающей среды, а также органов власти отдельных штатов, местных и племенных органов управления.

Ряд стандартов для используемых технологий применяется в рамках отдельных отраслей на территории всего рассматриваемого государства. Как правило, их разработкой занимается АООС США. Иные стандарты разрабатывают и применяют отдельно для конкретных случаев в рамках процессов по выдаче разрешений, где в роли уполномоченных структур, как правило, выступают департаменты в сфере охраны окружающей среды по конкретному штату либо специально созданные и функционирующие административные структуры локального масштаба.

**Европейский союз.** Базирующая на принципах НЛТ политика в сфере предотвращения и контроля промышленных эмиссий действует на территории ЕС (Европейского союза) с 1996 года, с момента выпуска Директивы ЕС 96/61/ЕС «о комплексном предотвращении и контроле загрязнений», которая уже упоминалась ранее. В рамках данной политики устанавливаются общие требования к охране почвы, воды и атмосферного воздуха. Положения указанного документа определяют общие условия предотвращения и контроля вредных выбросов на базе комплексных разрешений.

Подразумевается, что разрешительные документы должны отображать общую экологическую эффективность деятельности компаний, в целях избегания переноса загрязняющих и вредных веществ с одного элемента окружающей среды на другой.

В Европейском союзе применяется стандартизированная методология, предназначенная для процедур определения и выбора НДТ, известная в мире под словосочетанием «Sevilla Process» (так называемый Севильский процесс). Идентифицированные в рамках нее НЛТ представляют собой базу для определения допустимых уровней промышленных эмиссий (BAT-AELs, BAT-associated emission levels). В свою очередь, именно они выступают в качестве основы для указываемых в документации разрешительного характера предельных эмиссионных значений (ELVs, emission limit values) [233].

Наилучшие доступные технологии и соответствующие им эмиссионные уровни описаны в различных документах справочного характера по НДТ (BREFs, BAT reference documents). При этом BAT-AELs также представлены в специальных *Заключениях по наилучшим доступным технологиям (BAT Conclusions)*. Обязательной юридической силой обладают лишь BAT-AELs, но не сами НДТ [240].

При этом Sevilla Process получил свое официальное определение и закрепление в рамках Директивы «О промышленных эмиссиях» [233] и Исполнительного решения Европейской Комиссии 2012 года, также известном как BREF Guidance Document или Руководящий документ по BREF [229].

Кроме Sevilla Process в рамках Директивы «О промышленных эмиссиях» в Европейском союзе применяются и иные - аналогичные и близкие по своей сути - системы идентификации наилучших доступных технологий, прописанные в другой нормативной документации. Применяемые подходы к отбору НДТ здесь имеют некоторые отличия. В частности, сюда входят специальные системы, используемые в рамках Положений: Eco-Management and Audit Scheme Regulation (EMAS) Regulation, EC-2009 (о Схеме экологического менеджмента и аудита) [235], Hydrocarbons BREF (указания по добыче углеводородов) [243], Extractive Waste Directive, EC-2006 («Об отходах добывающей промышленности») [231], Medium Combustion Plant Directive, EC-2015 (Директива «Об установках сжигания (топлива) средней мощности») [230].

Как отмечают многочисленные эксперты, методические подходы к определению наилучших доступных технологий в рамках Директивы «О промышленных эмиссиях», то есть так называемый Севильский процесс, заслуживает полного доверия, а ее эффективность подтверждена практикой.

За последующие десятилетия определение НДТ претерпело разнообразные трансформации. При этом были исправлены многочисленные пробелы и недочеты. На современном этапе в данном направлении применяются новейшие методы работы.

Функционирующая на текущий момент времени модель отображает множество последовательных изменений и улучшений, явивших собой результат свыше 50 окончанных информационных обменов. Данный подход также характеризуется высокой устойчивостью и надежностью. Отмеченная система, базирующаяся на реальной экологической эффективности и результативности компаний, имеет согласительный характер. В ней принимает участие большое количество заинтересованных акторов и структур.

***Китайская Народная Республика (КНР или Китай).*** В Китайской Народной Республике политика в области предотвращения и контроля эмиссий

базируется, прежде всего, на установленных и обязательных для исполнения экологических стандартах.

Также в стране действует серия специальных руководств по доступным технологиям (GATPPCs, Guidelines on Available Technologies of Pollution Prevention and Control). Данные руководства носят рекомендательную направленность. При этом они охватывает своим действием около тридцати промышленных отраслей Китая [241]. В отмеченных документах представлена информация о предельных значениях промышленных эмиссий (ELVs, emission limit values), а также о самих доступных экологических решениях. Кроме того, ELVs существуют в форме документации самостоятельного характера [240].

До 2006 г. по всей КНР были изучены и проанализированы наилучшие реально осуществимые технологии (BPTs, Best Practicable Technologies). В рамках Одиннадцатой пятилетки - период с 2006 по 2010 годы в Китае была сформирована Environmental Technology Management System или так называемая Система менеджмента природоохранных технологий. Итогом действий такого плана стала разработка и утверждение в 2012 году Министерством экологии и окружающей среды Китая специальной системы определения НДТ. В качестве пилотных отраслей по определению НДТ выступили черная металлургия и тепловая энергетика [269]. Для выявления актуальных проблем и специфики состояния экологических технологий в стране проводились специальные консультации с заинтересованными сторонами. При этом учитывался опыт Европейского союза и США.

В ходе Тринадцатой пятилетки – период с 2016 по 2020 гг. особый акцент был сделан на упрощении, демонстрации и продвижении внедрения соответствующих решений, что привело к разработке и утверждению специальной документации по НДТ (GATPPC), имеющей рекомендательную направленность, а также иных - вспомогательных и сопутствующих документов [242].

Следует пояснить, что GATPPCs представляется в качестве технической составляющей в сфере обеспечения соответствия ELVs. Ключевая цель данных

руководств заключается в совершенствовании технической базы системы разрешений на промышленные эмиссии, а также в содействии ускорению развития Системы менеджмента экологических технологий.

Однако в сфере внедрения и применения НДТ в Китае имеются не только сильные стороны, но также проблемы и ограничения. Ряд заинтересованных сторон сообщает, что сам процесс в сфере выбора НДТ и разработки GATPPCs представляется недостаточно прозрачным. Данную проблему выделили заинтересованные стороны не только КНР, но также и Европейского союза. Также ряд заинтересованных акторов обращает внимание на то, что некоторые GATPPCs до сих пор находятся на этапе разработки, в то время как даже в рамках одной и той же документации нередко содержатся противоречивые указания, что следует признать существенным недочетом [200].

Отмеченные обстоятельства могут выступить в качестве серьезных препятствий для готовности промышленных компаний участвовать в соответствующих процессах.

***Сравнительный анализ отечественного и зарубежного опыта.*** Как было установлено, все рассмотренные выше страны используют нормативно-методическую документацию - справочники по НДТ, либо их аналоги, направленные на конкретную реализацию принципов устойчивого развития и зеленой экономики.

Как правило, нормативно-методическое обеспечение по внедрению НДТ формируется для отдельных секторов промышленности, но есть примеры, и универсального технологического нормирования, которое применяется в разных промышленных комплексах.

Установлено, что в Российской Федерации, Европейском союзе и Китае действует специальная методология по идентификации технологий как наилучших и доступных. В США единой методологии не существует. Процедуры определения НДТ разнятся на отдельных территориях и в рамках реализуемых программ по модернизации промышленности и придание устойчивого вектора эколого-ориентированного развития.

Выбор промышленных отраслей и предприятий, выделяемых для приоритетного внедрения НДТ, базируется на формализованной оценке их влияния на природные экологические системы. В странах ЕС и в России список отраслей, где важно использовать НДТ, а также правила отбора проектов на основании определенных критериев, отражаются в законодательно принятых документах. Процедура по определению НДТ предполагает детальную работу, связанную со сбором информации в рамках экологического мониторинга. То есть необходимо осуществлять контроль за выбросами, и оценивать действующие технологии, предотвращающие загрязнения.

Зарубежный опыт показывает, что для определения направлений внедрения НДТ необходимо использовать «институт заинтересованных лиц», используются экспертные методы, проводится анкетирование стейкхолдеров. В качестве информационного обеспечения процесса экологизации промышленности на основе НДТ используются различные онлайн-ресурсы, конференции, круглые столы, общественные слушания, интервьюирование.

При этом направления и меры реализуемых политик различных государств в сфере НДТ крайне многообразны по своей сути: они начали использоваться в различные временные периоды и интервалы, что уменьшает возможности в сфере качественного сопоставления их особой специфики и ограничений. Тем не менее, можно констатировать некоторые сходства в сильных сторонах, а также пробелах и трудностях их применения.

Одним из бесспорных достоинств используемой разными странами методологии представляется применение базирующего на принципах НДТ методического подхода по установке предельных эмиссионных значений.

Как отмечалось, привлечение заинтересованных лиц и общественных организаций являются тоже позитивным организационным инструментом при идентификации и определении сфер применения НДТ в промышленности. Зарубежный опыт показывает, что утверждение документов по ELVs и НДТ – это результат многосторонних взаимодействий. Осуществляется привлечение профессиональных экспертных групп, а также отдельных представителей

бизнеса и ассоциативных образований, учебных, научно-исследовательских и общественных организаций. Подобные коммуникации позволяют принимать во внимание многообразие точек зрения, связанных с идентификацией и внедрением НДТ [242].

Однако одной из актуальных проблем в данном направлении является то, что далеко не всегда на практике участие в обсуждении и согласовании критериев отнесения технологий к НДТ абсолютно всех заинтересованных участников представляется возможным, несмотря на то, что теоретически данное условие должно быть соблюдено.

Одним из препятствий к эффективному и качественному определению НДТ также выступает отсутствие необходимого доступа к сведениям об экономических аспектах различных технологий.

В качестве еще одного пробела применяемого во многих государствах подхода представляются и серьезные временные затраты на идентификацию наилучших доступных технологий, финальное оформление специальной документации по НДТ. Следует пояснить, что отмеченные процессы могут занять временной интервал от одного года до шести лет, а иногда и больше. Это зависит от условий, а также специфики формирования нормативной базы в каждом конкретном государстве.

Таким образом, для эффективного внедрения принципов НДТ необходимы меры гармонизации, направленные на приведение к разумному балансу требований к тщательной проработке нормативной базы и иной документации, регулирующей отношения различных акторов, участвующих в процессах, связанных с политикой внедрения и применения НДТ, а также интенсивно развивающимися мировыми технологическими и эколого-экономическими процессами, обуславливающими острую необходимость в принятии оперативных и эффективных управленческих решений.

*Меры стимулирования экологизации за рубежом.* На современном этапе в различных государствах мира применяются разнообразные

инструменты для стимулирования проектов в сфере охраны окружающей среды.

При этом одной из самых эффективных и распространенных мер, используемых в данном направлении, представляются *экологические налоги*. Очевидно, что виды налогов и размеры налоговых сборов в различных странах отличаются. Тем не менее, условно можно выделить две группы экологических налогов в зависимости от реализуемой государствами политики в отношении охраны окружающей среды и конечными целями бюджетной политики:

1. *Налоги и сборы за загрязнение ОС*. Их введение соответствует общеизвестному принципу «загрязнитель платит». Соответственно, чем больше наносимый экологических ущерб, тем выше размер платежей, необходимых к уплате. В качестве примеров можно привести налог на захоронение отходов, введенный в Германии, а также налог на выбросы CO<sub>2</sub> (Нидерланды, Италия).

2. *Экологические акцизные налоги*, которые входят в конечную цену товарной продукции. Такие налоги масштабно применяются в ЕС. Например, в Норвегии используется налог на пестициды и минеральные удобрения, в Германии и Франции – налог на использование смазочных материалов, в Великобритании – налог на применение в производственно-технологическом процессе топливной продукции.

Экологические налоги являются не единственными инструментами налоговой политики. Для формирования эффективных стимулов к активизации природоохранной деятельности широко используются *скидки и налоговые льготы*, для производителей, и потребителей эко-продукции. Часто используются, например, в автомобильной индустрии.

Еще один инструмент - *платежи за загрязнение окружающей среды*. Они выплачиваются компаниями, осуществляющими добычу и переработку полезных ископаемых, за нанесение экологического ущерба (как правило, в виде загрязнений и выбросов). Для обеспечения стимулирующего эффекта



ставки по данным платежам должны превышать расходы на сокращение уровня выбросов загрязняющих веществ.

Более эффективной и правильной мерой представляются *платежи за использование муниципальных очистных сооружений*. В ряде государств указанный тип платежей учитывают при формировании тарифов на муниципальные услуги.

Широко применимыми являются также *штрафы за загрязнения окружающей среды*. Данный механизм наказания предприятий-загрязнителей, как правило, используется при техногенных катастрофах (например, таких как разлив нефти, произошедший в 2010 году в Мексиканском заливе), а также в иных ситуациях, когда имели место серьезные нарушения экологического равновесия.

*Финансирование и софинансирование проектов в сфере охраны окружающей среды на государственном уровне* является одной из наиболее прогрессивных форм поддержки и стимулирования организации экологически чистых производств. Формы финансирования могут быть различными – субсидии, гранты, дотации, механизмы возмещения затрат и т.д. Так, к примеру, в Германии действует система возмещения расходов на модернизацию производственно-технологических процессов на основе принципов НДТ.

К экономическим инструментам, направленным на стимулирование природоохранной деятельности в рамках специальных экологических проектов, активно используемых в мировой практике, также можно отнести торговлю *правами (лицензиями) или квотами на загрязнение*.

В качестве еще одного экономического инструмента выступают *«зелёные» (экологические) облигации*. Их выпуск может осуществляться компаниями и организациями различных уровней, а также непосредственно государственными органами власти.

Помимо «зелёных» облигаций в ряде стран распространена схема *возмещения в виде векселей или залогов*. Ее суть заключается в том, что

компании, чья продукция не соответствует принятым экологическим стандартам, обязуются улучшить ее качественные характеристики в строго установленные сроки. В случае исполнения обязательства – залог возвращается. В противном случае - не возвращается предприятию, но идет на мероприятия в сфере восстановления окружающей среды.

Также на сегодняшний день используется инструмент *добровольного страхования ответственности за возмещение возможного ущерба от аварийных загрязнений окружающей среды*. Существует и *обязательное экологическое страхование*, но в отличие от обозначенного выше инструмента, оно осуществляется исключительно за счет средств частных страховых структур.

Еще одним инструментом, оказывающим стимулирующее воздействие на предприятия в контексте перехода на принципы НДТ, является применение *концессионных соглашений и механизмов государственного частного партнерства*. Его активно используют такие страны как Франция, Австралия, Великобритания, США, Канада и другие, в том числе и в сфере добычи и переработки минерального сырья [122].

Также важно упомянуть *специальные экологические фонды*, аккумулирующие финансовые ресурсы с целью последующей реализации мероприятий в сфере охраны экосистем и природоохранных проектов. Они формируются за счет капитала международных и государственных грантов. Также основой их создания могут выступать экологические налоги и сборы.

В целом можно сделать вывод о том, что применение различных экономических инструментов стимулирования природоохранной деятельности в различных странах мира, в том числе в сфере внедрения НДТ и аналогичных им решений, ведет к формированию рыночной инфраструктуры, открытию экологических бирж и банков, специальных фондов, посреднических, консалтинговых и других структур и организаций.

На основании вышеизложенного автор считает необходимым предложить комплексный подход к определению наилучших доступных технологий

учитывающий помимо экологических и экономических факторов, также правовые, культурные, идеологические, общегуманистические и социальные аспекты, подчеркивающие, в свою очередь, необходимость концептуализации новой стратегии в области экологизации промышленного производства.

В рамках проведенных исследований сформулировано авторское ***определение наилучших доступных технологий***, под которым предложено понимать:

*«Наилучшие доступные технологии – это технологии производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемые на основе современных достижений науки и техники, наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды, реализацию законных прав граждан на благоприятную среду обитания, улучшение здоровья и благополучия нации, технологического суверенитета страны, а также общего оздоровления российской экономики и модернизацию промышленности, при условии наличия технической возможности их применения, с учетом экономического, социального, экологического и климатического эффектов».* [88].

### **Выводы по главе 1**

1. Проанализировано постепенное становление различных экологических концепций в мировой практике. Впервые внимание мировой общественности было обращено на проблемы дальнейшего эколого-сбалансированного развития в конце XX в, когда необходимость прекращения экспоненциального роста определила концепцию или парадигму «устойчивого развития», имеющую конкретные сформулированные цели. Устойчивое развитие включило в себя, в том числе, концепцию «зеленой» экономики, направленную на развитие системы организационно-экономических механизмов, которые могут осуществить перемены в экономическом укладе глобального хозяйства.

2. Определена важность экологизации промышленности, выявлены условия устойчивого развития промышленности, заключающиеся в повышении энерго- и ресурсоэффективности за счет принятия новых технических, технологических схем и инновационных подходов к управлению промышленными предприятиями. Рассмотрено понятие декарбонизации, его классификация и роль как индикатора уровня зеленого роста экономики.

3. Проведен синтез концепций эколого-ориентированного развития, таких как устойчивое развитие, «зеленая» экономика, низкоуглеродное развитие, экономика замкнутого цикла. При этом автор обосновывает, что эколого-ориентированные концепции не только связаны с решением экологических задач и климатических проблем, но и подчеркивают необходимость модернизации производств и более эффективного использования ресурсов для повышения уровня жизни населения.

4. Доказано что реализация принципов НДТ выступает как инструмент эколого-ориентированного развития и модернизации экономики промышленных предприятий. Авторский подход к определению наилучших доступных технологий учитывает, помимо экологических и экономических факторов, также правовые, климатические, культурные, идеологические, общегуманистические и социальные аспекты, подчеркивающие, в свою очередь, необходимость концептуализации новой стратегии экологизации промышленного производства.

5. Проведен анализ эволюции внедрения принципов НДТ, справочников и комплексных разрешений в систему государственного регулирования через различные нормативные правовые акты. НДТ признаны не только как инструмент экологического стимулирования, но и как фактор продвижения технологических инноваций, модернизации промышленности, которые способны существенно повысить конкурентоспособность российской экономики в условиях энергоперехода и становления «зеленой экономики».

6. Изучен мировой опыт реализации наилучших доступных технологий, рассмотрены различные варианты терминологии в разных странах.

Выявлено, что в России, США и странах ЕС существуют справочники НДТ «вертикальной» и «горизонтальной» линий, для эффективного внедрения принципов НДТ в России необходимы меры гармонизации, направленные на тщательную проработку нормативной базы, и концептуализация новой стратегии в области экологизации промышленного производства. Сформулировано авторское определение наилучших доступных технологий.

## **ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА**

### **2.1. Основы организационно-экономического инструментария экологизации промышленности**

В предыдущее главе обоснованно, что экологизация промышленности связана с последовательной реализацией технологических, производственных и управленческих решений с целью повышения показателей ресурсо- и энергоэффективности при одновременном сохранении качества природной среды не только на локальном, но и на региональном и глобальном (мировом) уровнях.

Особенно актуальна проблема эколого-ориентированного развития для промышленного освоения минерально-сырьевого комплекса, ввиду повышенных экологических рисков, связанных с данным видом деятельности. Согласно «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года», формирование единой базы НДТ для экологически безопасного освоения недр и вовлечения в эксплуатацию техногенных объектов отнесено к приоритетным задачам освоения ресурсного потенциала [37].

Научно-обоснованные подходы к обеспечению интенсивных процессов экологизации отечественной промышленности позволят обеспечить целенаправленное устойчивое развитие и повысить конкурентоспособность промышленных предприятий в условиях глобальной трансформации мирового хозяйства, становления зеленой экономики, повышения энерго- и ресурсоэффективности.

На настоящее время возрастает значимость устойчивого развития в промышленности и, как уже отмечалось в первой главе, вопросов снижения углеродинтенсивности производств. Вопросы снижения углеродоемкости все еще недостаточно поднимаются в рамках систем управления промышленными предприятиями. В контексте формирования организационно-экономического инструментария экологизации промышленных производств низкоуглеродное

развитие и технологические изменения, снижающие или предотвращающие выбросы парниковых газов, должны становиться ключевыми направлениями системы управления. Вышеуказанные тенденции будут определять степень изменения темпов экономического роста, однако далеко не все промышленные предприятия стремятся перейти на эколого-ориентированный тип развития. Известно, что внедрение новых технологий и производственных схем сопряжено с повышением капитальных и эксплуатационных затрат. Принимая во внимание факт граничной рентабельности проектов, направленных на реализацию экологических или климатических (снижение углеродоемкости) мероприятий и переходе к «чистым» производствам (особенно на первых этапах), поднимается вопрос о необходимости создания определенных стимулов для промышленных компаний и организаций при обеспечении баланса интересов государства и бизнеса. В этой связи, автору представляется целесообразным сформировать комплекс различных методов и инструментов, направленных на стимулирование компаний и взаимодействие стейкхолдеров. Регуляторные инструменты и системы контроля также очень важны. Важна необходимость уточнения показателей и методик технико-экономической оценки, способствующих, к масштабному внедрению как НДТ, так и перспективных инновационных технологий.

В рамках настоящего раздела изучено разнообразие в понятиях «механизм» и «организационно-экономический механизм» (ОЭМ) и уточнены существующие определения для процесса экологизации на примере горнодобывающего и металлургического секторов промышленности.

Понятие «механизм», как правило, в экономических научных исследованиях относится к управлению, в контексте настоящего исследования можно говорить об управлении процессом экологизации в многоуровневых системах, связанных с освоением, разработкой и переработкой минерально-сырьевых ресурсов. В общем, по мнению автора, механизм можно представить как совокупность процессов, взаимосвязей и состояний, влияющих на развитие конкретного субъекта управления. Экологизация рассматривается как процесс,

оказывающий влияние на устойчивое функционирование (развитие) сложного промышленного комплекса.

По мнению Лафта Дж.К., механизм управления можно трактовать как совокупность абсолютно четко определенных и описанных методов, форм и процедур оказания воздействия на разные звенья промышленной или сложной социально-экономической системы [121].

«Механизм управления как набор функций, методов, принципов, подходов и инструментов влияния управляющей системы на управляемые подсистемы для реализации целей и задач деятельности системы», таким образом, трактуется понятие «механизма» в работе Падалка О.В. [160].

Дафт Р.Л. считает, что под механизмом управления понимается совокупность определенных методов воздействия на человеческие ресурсы для достижения установленных организационных, стратегических или тактических целей и задач деятельности объекта управления [78]. Данная трактовка определяет важность понимания роли человеческих ресурсов. Однако стоит подчеркнуть, что в этом определении, также, как и в перечисленных выше, абсолютно не отражен социо-экологический фактор.

Можно предположить, что организационно-экономический механизм является частью общего или экономического механизма, где важны методы и инструменты экономического стимулирования и взаимодействия в рамках системы.

В исследованиях Магамедовой Д.М. и Рамазановой А.Г. ОЭМ представлен как комплекс методов и инструментов, способных регулировать отношения ключевых стейкхолдеров, в рамках деятельности промышленных систем, а именно поставщиков, потребителей и государственных структур для достижения синергических эффектов, и обеспечение взаимодействия всех заинтересованных сторон [125].

Новоселова Е.С. и Шевченко Д.К. трактуют ОЭМ как сложную систему отношений, разделяющуюся на элементы по принципу неоднородности и возможно нетривиальности решаемых задач производственных систем [148].



ОЭМ целесообразно рассматривать как систему методов и инструментов, обеспечивающих самостоятельность в решении возникшей организационно-технической или управленческой проблемы, в том числе во взаимодействии с государственными органами управления. В рамках механизма представляется значимым широкомасштабно использовать функции регулирования и координации. При реализации ОЭМ возникает потребление различных ресурсов и отсюда появляется необходимость встраивать методический аппарат, позволяющий оценивать экономическую, социальную и экологическую эффективность.

По мнению Хисамовой А.И., ОЭМ управления является сложной системой, направленной на глубокую интеграцию разнородных организационно-управленческих мер, стабилизирующих производственную систему предприятия или организации, а также количественных и качественных методов их оценки [206].

Коваленко И.И. и Соколицын А.С. определяют ОЭМ как обобщенную систему правил управленческого воздействия субъекта на объект с целью достижения перманентного устойчивого развития с использованием системы взаимосвязанных атрибутов управления. Также авторы отмечают необходимость использования определенных правил ввода, преобразования и выхода ресурсов и результатов. Важно и эффективное использование прикладных функций и экономико-математического инструментария, технологий управления и имеющихся практик [113]. Делая вывод по представленному определению, следует отметить следующее – организационно-экономический механизм ставит своей целью обеспечение устойчивого развития, что в части процессов экологизации является фундаментальной основой.

Также необходимо отметить, что часто используется термин экономический механизм, который, по сути, является большей и менее четко очерченной системой для решения технологических и экономических проблем объекта управления. Так, по мнению Прокофьевой Т.Ю., ОЭМ – является

составной частью экономического механизма, где более четко представлены регулирующие функции всех элементов взаимодействия, То есть имеется совокупность элементов и инструментов, необходимых для старта и последующего обеспечения стабильного или сильно развивающегося процесса в рамках промышленных или социально-экономических систем [169].

По мнению Пыткина, А. Н. и Хисамовой, А. И организационно-экономический механизм управления включает совокупность элементов их взаимодействия с использованием функций менеджмента и предполагает технологию исполнения с помощью алгоритмов и методических рекомендаций (документов) [172].

Таким образом, ОЭМ экологизации следует рассматривать как совокупность взаимосвязей, принципов, методов, и инструментов управления природопользованием. На интенсификацию или, наоборот, уменьшение темпов экологизации промышленности, а также на раскрытие потенциала эколого-сбалансированного развития влияет большое число внешних факторов, таких, например, как: экологические ограничения рынка, нормативное и правовое регулирование, государственная промышленная и экологическая политика, уровень развития инфраструктуры способной обеспечить внедрение природоохранных мероприятий. Также необходимо учитывать и внутренние факторы ресурсного потенциала промышленных компаний, такие как: качество и комплексность добываемого и перерабатываемого сырья (для горнодобывающих и металлургических компаний), уровень технологического развития, организационная и финансовая возможности внедрения НДТ, тип корпоративной структуры. Поэтому при формировании ОЭМ управления процессом экологизации целесообразным представляется установить уровень воздействия вышеуказанных факторов.

Структуру ОЭМ можно считать сложной, поскольку она состоит из множества элементов, которые необходимо взаимоувязать между собой. Например, множество методов обеспечения и экономической оценки экологизации и технологий управления.

Организационный аспект механизма - это результативное использование функций управления, и программно-целевого подхода.

Технологии управления экологизацией выступают как необходимые процедуры и приемы, которые позволяют обеспечивать исполнение главных задач в рамках достижение экономического развития и регулирования воздействия на природные экосистемы. Проектирование и использование технологий управления экологизацией направлено на решение актуальных функциональных задач и помогает унифицировать и согласовать действия лиц принимающих решения.

Концептуальное представление технологизации управления процессом эколого-ориентированного развития промышленности позволяет выделить методы построения систем мониторинга и контроля, процедуры и методики по масштабному использованию в рамках принятий решений всех заинтересованных сторон, проекты и методики по оценке снижения углеродоемкости, методики построения динамических эколого-экономических карт, как элемента системы мониторинга.

Реализация предложенного механизма должна обеспечивать цели устойчивого развития, а также, что особенно важно для компаний горнопромышленного комплекса и металлургии, важно добиваться эффективного недропользования, и в частности: уменьшать загрязнения грунтовых вод, обеспечивать минимизацию нарушений природных ландшафтов, осуществлять более масштабное вовлечение в промышленный оборот массовых скоплений техногенных отходов.

Наличие несогласованности интересов государства и компаний исходит из различия в конечных целях и задачах. В контексте экологизации промышленности ключевые приоритеты государства состоят в обеспечении рационального использования ресурсного потенциала и воспроизводства ресурсной базы, энергоэффективности, нивелирования рисков охраны ОС, сведения к минимуму вероятных экологических угроз и последствий.

Компании же в большей мере ориентированы на достижение конечных экономических результатов. Ввиду чего, при отсутствии дополнительных стимулов и условий, способствующих эколого-ориентированному развитию, предприятия склонны избегать внедрения нововведений и инноваций (в частности, НДТ), требующих дополнительных финансовых вложений. Именно поэтому при осуществлении инновационных проектов, реализации природоохранных предприятий и пр., требуется согласование ключевых стейкхолдеров в лице бизнеса и государства, каждый из которых имеет собственные интересы и рычаги воздействия. Неслучайно, в контексте обсуждения возможностей масштабного использования НДТ, все чаще затрагивается вопрос о необходимости разработки эффективных механизмов взаимодействия между главными участниками данного процесса, соответствующих базовым принципам государственно-частного партнерства (ГЧП).

Исходя из необходимости обеспечения баланса интересов бизнеса и государства, автор полагает, что в современных условиях реализация процесса экологизации невозможна без формирования целостного подхода в рамках ОЭМ, обеспечивающего создание требуемых институциональных, нормативных правовых и экономических условий посредством разработки и применения особых мер, стимулов и инструментов.

## **2.2. Методические подходы к оценке эффективности эколого-ориентированного развития на макроуровне**

В рамках настоящего исследования важное значение отдается методическому сопровождению и, в частности, методам и подходам к экономической оценке экологизации промышленности.

Экономически развитые страны мира ориентируются на создание принципиально новых «чистых» промышленных комплексов, основанных на вовлечении вторичных ресурсов в производственных цикл, понижении уровня материалоемкости и повышении ресурсо – и энергоэффективности. В

результате чего происходит постепенная конверсия производственной сферы, при которой капитализация доходов реализуется не в ущерб ОС, а за счет нивелирования экологических угроз и рисков [96, 103, 135].

Организационно-экономическое развитие промышленных производств, связанное с экологизацией, может быть определено следующими направлениями:

- реструктуризация экономических систем посредством сокращения числа «опасных» с экологической точки зрения производств;
- кооперирование нескольких производств для формирования системы рециклинга отходов и создания замкнутых структур;
- реализация программ модернизации и технологического перевооружения производств за счет внедрения принципиально новых безотходных и малоотходных технологий, а также технологий с низкой углеродоемкостью;
- реализация новых проектов с целью выпуска инновационной продукции природоохранного характера с длительным сроком жизненного цикла;
- реализация программ повышения уровня и качества очистки промышленных отходов от вредных примесей [127, 131].

Несовершенство методических подходов к оценке эффективности и результативности эколого-ориентированных производств планомерно ведет к неопределенности при установлении реальных «эффектов» от внедрения природоохранных и безотходных технологий и неоднозначности при сопоставлении альтернатив организации производственных процессов. Очевидно, что результаты внедрения проектов НДТ связаны не только с технологическими параметрами, но охватывают и широкий спектр экологических, экономических и общественных результатов. Вопрос состоит в том, как их идентифицировать и правильно осуществить оценку, какие методы, инструменты, показатели требуется применять, как обеспечить объективность и полноту используемых индикативных систем.

В настоящее время тематика оценки «эффективности» является дискуссионной, ввиду многообразия самих подходов к трактовке данной категории. В контексте актуализации тенденций устойчивого развития эффективность не может быть рассмотрена как экономический показатель, основанный исключительно на сопоставлении финансовых притоков и оттоков. Методика оценки проектов экологизации требует включения дополнительных индикаторов, которые зачастую выступают как более важные. Такие показатели должны оценить характер использования ресурсного потенциала, материало- и энергоемкость, выбросы техногенного CO<sub>2</sub>, потенциальные риски, связанные с охраной ОС, эффекты для общества [258, 267]. Однако единые методики к оценке результативности производств на основе ключевых принципов устойчивого развития, включая оценку углеродоемкости, по-прежнему, не разработаны. Ввиду чего возникает множество вопросов относительно того, как именно оценивать дополнительные эффекты и параметры, анализ которых ранее не имел такой значимости.

Очевидно, что оценка эффективности промышленных производств, даже в рамках, например, минерально-сырьевого комплекса, зависит от большого числа различных факторов и параметров. Каждая отрасль имеет свою специфику, что также отражается на самих подходах к анализу результативности деятельности предприятий и организаций. Различаются используемые средства производства, оборудование, техника, принципы организации производственно-технологического процесса, системы управления, масштабы предприятий, уровень воздействия на различные составляющие природной среды. Например, и при разработке нефтегазовых месторождений на шельфе, важно учитывать факторы, влияющие на сохранение морского биоразнообразия.

В научной работе Карелова А.С. [104] было выделено два главных направления оценки эффективности промышленных производств в зависимости от базовых признаков: (1) по источникам повышения эффективности и (2) по направлениям развития производств (рис. 2.1).



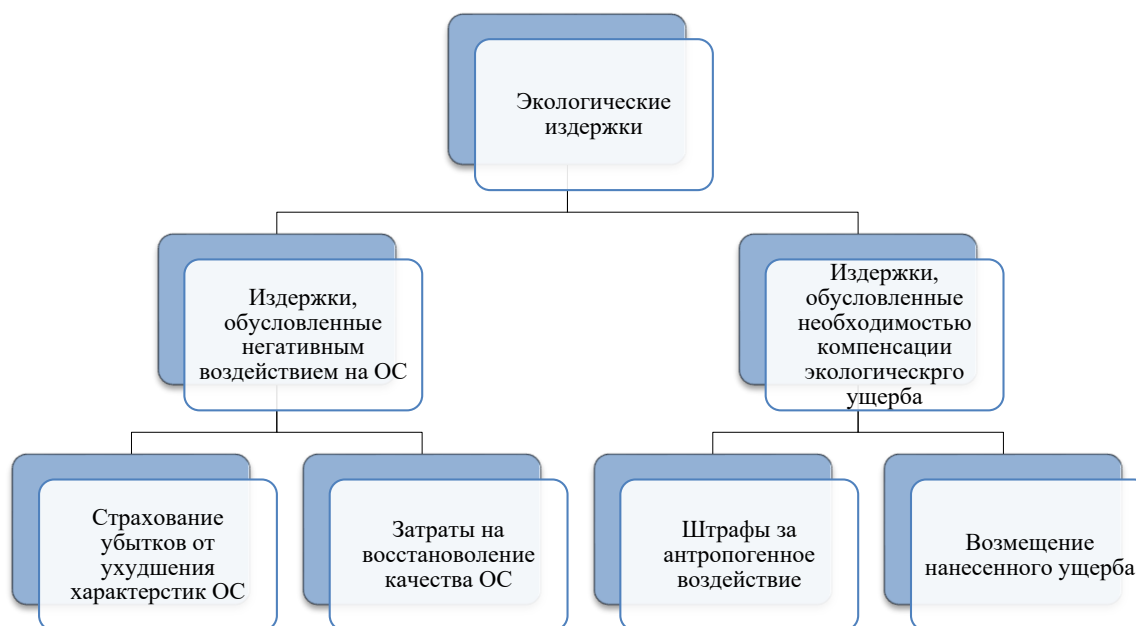
*Рисунок 2.1 - Подходы к оценке эффективности промышленного производства*

Первое из них условно характеризует емкость, то есть, сколько ресурсов необходимо для достижения результата, второе – отдачу. В связи с этим различаются и базовые критерии эффективности промышленного производства по источникам и по направлениям развития.

При системном подходе к оценке эффективности функционирования промышленного производства необходимо сопоставить параметры отдачи с требуемой емкостью, то есть затратами.

Обращаясь к современной практике корпоративного управления, следует отметить, что в формируемых отчетах отражаются не только экономические, но и экологические показатели. Проблема же состоит в том, что они, как правило, представлены целым рядом разнородных индикаторов, а, следовательно, их приведение к интегральному показателю представляется сложной задачей. При

этом, очевидно, что экологические издержки (рис. 2.2) так или иначе влияют на общую эффективность промышленных предприятий



*Рисунок 2.2. - Примеры экологических издержек*

При этом отсутствие методологических подходов и инструментов к оценке эффективности производств, основанных на комплексном учете параметров, не позволяет (а) сформировать целостную «картину» результативности функционирования тех или иных производств и (б) оценить вероятные эффекты. В контексте внедрения НДТ или других инновационных природоохранных технологий данная тематика приобретает особую актуальность. Ведь оценка производств, ориентированных на экологически чистое развитие, требует как пересмотра самих подходов, так и используемых показателей (индикаторов).

На сегодняшний день оценка степени экологичности промышленных предприятий проводится на основе индикаторов использования ресурсов и показателей уровня загрязнения окружающей среды выбросами, техногенными отходами, стоками и пр. В общем виде методологию оценки экологичности промышленных производств, предлагается формировать на основе пяти направлений, отражающих процессы экологизации, с помощью которых можно



сформировать группы индикаторов, характеризующих различные аспекты деятельности предприятий. Формирование системы показателей в рамках представленных пяти групп позволит получить целостное представление о степени влияния тех или иных технологических процессов на качество окружающей среды (рис. 2.3).



*Рисунок 2.3. - Формирование направлений оценки экологизации промышленных производств*

Показатели, характеризующие *ущербоемкость*, необходимы к учету уже на стадии проектирования производства. Наносимый ущерб аккумулируется за счет увеличения объема выбросов загрязняющих веществ и иных негативных воздействий. В современной практике используется удельный показатель ущербоемкости, позволяющий оценить размер ущерба, приходящийся на одну тонну производимой предприятием конечной продукции.

*Ресурсоемкость* выражается в объеме (количестве) ресурсов, требуемых для производства готовой продукции. При этом к ресурсам в данном контексте можно отнести не только природные ресурсы, но и материалы, вспомогательные вещества и т.д. Чем выше уровень ресурсоемкости производств, тем менее они эффективны с экологической точки зрения.

Современные концепции «зеленой» экономики строятся на том, что ресурсоэффективность может повышаться не только за счет внедрения новых технологий, но и за счет выстраивания безотходных производств, преобразующих отходы в ценные ресурсы или продукты, вовлекаемые в дальнейшую эксплуатацию.

*Энергоемкость* характеризует величину энергии или топлива, затрачиваемого на организацию и осуществление производственно-технологических процессов, на изготовление продукции и выполнение работ, на оказание услуг и пр. Показатели использования энергии можно было бы отнести к индикаторам использования ресурсов. Но в силу его значимости для экологических и климатических процессов, эти показатели целесообразно выделять отдельно. Объемы используемой энергии на промышленных предприятиях влияют на эмиссию парниковых газов. Для предприятий добывающей промышленности указанный индикатор является особенно важным ввиду того, что промышленные минерально-сырьевые комплексы отличаются высоким уровнем потребления энергии и топлива, особенно, если речь идет о металлургических процессах где происходит создание продукции более высоких переделов.

*Отходоёмкость* определяется путем сопоставления объема образующихся в результате деятельности предприятия отходов к текущему объему производства готовой продукции. Масса образующихся отходов может быть выражена как в условно-натуральных единицах, так и в денежных показателях. Применение условно-натуральных единиц дает возможность разграничить «чистые» и «грязные» производства за счет оценки объемов и уровня токсичности в зависимости от используемых технологий. На практике также применяются такие индикаторы как коэффициент замкнутости и коэффициент оборота. Их использование связано с необходимостью оценивать уровень безотходности отдельных технологий и целых производств.

В условиях трендов становления низкоуглеродной экономики все больший акцент при оценке уровня экологичности производств делается и

рамках климатических аспектов или достижения климатической эффективности. Так, распространен показатель *углеродоемкости*, который рассчитывается как соотношение объемов выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>) к единице млрд британских тепловых единиц BTU (british thermal unit). При этом существуют и другие показатели оценки углеродоемкости. Также существует индикатор углеродинтенсивности, определяемый как уровень выбросов конкретного источника (загрязнителя – промышленного объекта) – отношение выбросов CO<sub>2</sub> к внутреннему валовому продукту (ВВП).

Также в международной практике применяются показатели уровня истощения минерально-сырьевых и энергетических ресурсов, ущерба от выбросов твердых частиц, обесценивания природного капитала [286].

В ряде источников при оценке уровня экологичности производств задействуют также показатель *землеемкости*, отражающий величину территорий, занятых промышленным объектом и зону его влияния на экосистемы региона.

Результаты экологизации промышленных производств в сфере добычи и переработки полезных ископаемых связывают со снижением показателей ресурсоемкости [129] (сокращение общего уровня потребления первичных сырьевых ресурсов), с уменьшением степени и масштабов техногенного воздействия на ОС, с достижением высоких показателей энерго- и ресурсоэффективности. При этом расчет и оценка отдельных экологических показателей не может в полной мере ответить на вопрос о целесообразности организации «чистых» производств в контексте возникающих эффектов на микро- и макроуровне.

В данном контексте можно привести практический пример оценки экологических и экономических эффектов от внедрения наилучших доступных технологий в ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» – данные представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

*Ожидаемые экономический и экологический эффекты от внедрения НДТ в  
ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»[208]*

№ п./п.	Внедрение НДТ	Экономический и экологический эффекты	
		Ед. изм.	Объем
I.	Новая аглофабрика	-	-
1.	Производительность агломерата, млн тонн в год	млн тонн / год	5,5
2.	Вывод из работы аглофабрики № 4	ед.	1
3.	Снижение выбросов в атмосферу, в том числе:	-	-
а)	<i>Пыли</i>	тыс. тонн / год	2,1
б)	<i>Диоксида серы</i>	тыс. тонн / год	3,5
в)	<i>Бензпирена</i>	тонн / год (на 23%)	0,03
г)	Уменьшение объема сбросов в оборотную систему водоснабжения	тонн / год	600
д)	Утилизация шламов сероулавливающего оборудования	тонн / год	13 750
II.	Новая доменная печь	-	-
а)	Производительность чугуна, млн тонн в год	млн тонн / год	3,9
б)	Вывод из работы устаревших доменных печей	Ед.	3
3	Новая коксовая батарея	-	-
а)	Производительность кокса, млн тонн в год	Млн тонн / год	2,5
	Вывод из работы устаревших коксовых батарей	Ед.	5

Исходя из приведенных данных, видно, что основные экологические эффекты, связанные с внедрением НДТ, состоят в снижении суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, уменьшении величины сбросов отходов в оборотную систему водоснабжения, в утилизации шламов сероулавливающего оборудования. Техничко-экономические результаты же сопряжены с ростом показателей производительности агломерата и оптимизацией текущих производственно-технологических процессов. При этом рассмотренные ранее показатели углеродоемкости, ресурсоэффективности,

отходоёмкости и экономические эффекты, связанные с их достижением, в указанных расчетах не учтены.

Следует констатировать, что, несмотря на существующие документы по стандартизации в виде информационно-технологических справочников НДТ (ИТС НДТ), промышленные предприятия по-разному оценивают результаты внедрения НДТ. В научной литературе можно встретить два основных подхода, используемых при оценке целесообразности применения НДТ. Первый из них – затратный, основан на комплексном учете всех затрат и расходов (капитальных, эксплуатационных, операционных), непосредственно связанных с переходом к принципам НДТ. Второй подход – доходный. Согласно ему, внедрение НДТ рассматривается с точки зрения получения дополнительных выгод от внедрения экологически чистых технологий в форме увеличения рыночной стоимости компании и эффективности ее деятельности. Безусловное преимущество доходного подхода состоит в возможности учета рыночных критериев при принятии соответствующих управленческих решений.

Выгоды от внедрения НДТ, можно рассматривать как рост долгосрочных эффектов, в том числе и посредством формирования положительного «зеленого» имиджа компании, рост ее дальнейшей капитализации за счет роста социально-экологической ответственности. Использование НДТ положительно влияет на уровень конкурентоспособности предприятий, позволяет нивелировать негативное воздействие на ОС при одновременном поддержании высоких экономических результатов. Зачастую экономический эффект от использования НДТ приравнивается к экологической ренте, возникновение которой связано с дополнительными капитальными вложениями в эколого-ориентированное производство.

В качестве основных принципов оценки экономической эффективности эколого-ориентированных производств следует обозначить следующие:

- учет возникающих внешних и социальных эффектов, а также средне- и долгосрочных экологических последствий;

- включение экологических расходов и формируемых выгод в моделирование денежных потоков;
- использование в качестве временного горизонта осуществления инвестиционного проекта весь период его воздействия на ОС (в том числе, после истечения основных стадий жизненного цикла);
- учет возможности недооценки экологических выгод и создаваемых природных благ для общества;
- включение базовых показателей материало-, ресурсо- и ущербоемкости при проведении экономической оценки проекта;
- сопоставление вариантов воздействия на ОС с условием реализации проекта и без его осуществления;
- сравнение и выбор наилучших альтернативных вариантов реализации инвестиционного проекта на основе обоснования возникающих экологических, экономических и социальных эффектов.

При этом для объективной оценки появляющихся эффектов требуется учет отраслевой специфики. В данном случае, речь идет о горнопромышленных производствах и металлургии. В качестве базовых индикаторов их оценки, подтверждающих достижение экологических эффектов за счет внедрения НДТ, можно предложить следующие:

1. *Уровень комплексного использования минерального сырья (КИМС), полноты извлечения ценных компонентов.* Данный показатель непосредственно связан с обеспечением рационального недропользования [161]. Для повышения уровня комплексного использования минерального сырья (КИМС) требуются особые технологии, формирующие возможность вовлечения максимального числа различных ценных компонентов в производственный процесс [198]. Направления КИМС характеризуют интенсивный тип развития производств, при котором главный акцент делается не на обеспечение экономического роста за счет расширения объемов использования различных видов ресурсов, а на увеличение производственных возможностей за счет оптимизации использования уже имеющегося ресурсного потенциала [47, 161].

Степень комплексности использования минерального сырья оценивается при помощи коэффициента комплексности  $K_k$ , который определяется как соотношение суммарной стоимости извлеченных полезных компонентов к общей стоимости компонентов в минеральном сырье [123]. Также для корректности оценки результатов может быть рассчитан в натуральном выражении. Уровень комплексности использования месторождений оценивается количеством добываемых на месторождении полезных компонентов, а также степенью полноты их извлечения.

Необходимо отметить, что большое количество многокомпонентных руд скапливаются в техногенных отвалообразованиях. Поэтому задачи комплексного использования руд сочетаются с решением проблем по ликвидации и переработке отходов.

2. *Степень вовлечения в промышленный оборот и использования образующихся техногенных отходов.* МСК является одним из ключевых источников образования отходов (техногенных объектов) [139]. Главные причины тому – наличие в полезных ископаемых не только основных и попутных компонентов, но и вредных примесей, и несовершенство используемых технологий, «способствующих» формированию отходов [45,49].

Для оценки степени вовлечения производственных отходов необходимо сопоставить годовой объем отходов, задействованных в переработке с целью получения новых видов готовой продукции и/или использованных для нужд предприятия, с показателем суммарной величины отходов (за год). Чем интенсивнее техногенные объекты вовлекаются в разработку, тем выше уровень экологизации производства.

3. *Уровень очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.* Применительно к добывающим предприятиям данный показатель рассчитывается как объем улавливаемых загрязняющих веществ в общем объеме выбросов. Соответственно, чем выше доля улавливаемых выбросов, тем выше уровень экологизации промышленного производства.

4. *Степень очистки сбросов в водоемы.* Водные ресурсы используются в процессе производства для различных технологических нужд. «Отработанная» вода требует применения особых мер очистки для удаления вредных примесей. Для определения степени очистки сбросов в водоемы производится сопоставление массы сбросов, очищенных от вредных примесей и веществ, к общей величине сбросов [104].

При оценке эффективности создания эколого-ориентированных производств необходимо опираться как на микро-, так и макропоказатели, что обуславливается эффектами, достигаемыми посредством внедрения НДТ как на уровне самих предприятий, так и на региональных уровнях [66]. В ряде научных работ [67,105] эффективность эколого-ориентированных производств рассматривается:

А) на макроуровне – с позиции достижения региональных эффектов и удовлетворения конечных потребностей (социальных, материальных и пр.);

Б) на микроуровне – с позиции отношения полезного результата (или эффекта) к расходам факторов производства.

Очевидно, что эффективность внедрения НДТ и организации экологически чистых производств «выходит за рамки» конкретного предприятия. В конечном итоге планомерный переход к принципам НДТ оказывает влияние на всю экономическую систему в целом, что отражается, в том числе на макроиндикаторах. В таблице 2.2 приведены предлагаемые автором, показатели, оценивающие эффективность проектов (программ) экологизации в промышленности, включая внедрение НДТ и возможные (необходимые) результаты на макроуровне – уровне региона.

Социальные эффекты очень часто ассоциируют с общественными эффектами. В рамках проектов, связанных с экологизацией, важно определить основные направления влияния для общества. Зачастую может наблюдаться отсутствие информации о масштабных проектах, направленных на реализацию экологических или климатических инициатив.



*Таблица 2.2 – Показатели оценки эффективности внедрения НДТ на макроуровне*

Функциональная сфера	Примеры показателей	Обозначение/формула
Энергоемкость и рациональное природопользование	показатель энергоемкости (на уровне региона)	$K_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{ВДС}$ <p>где <math>\varepsilon</math> – суммарный объем используемых энергетических ресурсов в натуральном выражении, т.у.т.; <math>ВДС</math> – валовая добавленная стоимость промышленных комплексов в регионе, тыс. руб.</p>
	показатель воспроизводства запасов минерального сырья	$K_{\text{в}} = \frac{\Delta П}{Д}$ <p>где <math>\Delta П</math> – годовой прирост запасов, т.; <math>Д</math> – объем годовой добычи, т.</p>
	доля рекультивированных земель в регионе	$P = \frac{S_{\text{р}}}{S_{\text{наруш.зем.}}} \times 100\%$ <p><math>S_{\text{р}}</math> – величина (площадь) рекультивированных земель, га.; <math>S_{\text{наруш.зем.}}</math> – величина нарушенных земель, га.</p>
	<b>Результат:</b> Контроль энергоемкости в регионе, восстановление ландшафта и развитие воспроизводственных процессов	
Технологии и инновации	повышение доли предприятий, реализующих экологические программы, интенсификация использования НДТ	$K_{\text{ин}} = \frac{O_{\text{эк.пр.}}}{O_{\text{общ}}}$ <p><math>O_{\text{эк.пр.}}</math> – организации, реализующие экологические программы (НДТ), ед.; <math>O_{\text{общ}}</math> – общее количество организаций, ед.</p>
	рост уровня инновационной активности предприятий, функционирующих в МСК в сфере природоохранной деятельности	$K_{\text{ин}} = \frac{O_{\text{ин}}}{O_{\text{общ}}}$ <p><math>O_{\text{ин}}</math> – организации, осуществляющие природоохранные инновации (реализующие инновационные проекты), ед.; <math>O_{\text{общ}}</math> – общее количество организаций, ед.</p>
	индекс физического объема инвестиций в природоохранные проекты	$K_{\text{осн.кап.}} = \frac{I_{\text{отч}}}{I_{\text{пред}}} \times 100\%$ <p>где <math>I_{\text{отч}}</math> – объем инвестиций в природоохранные проекты за отчетный период, руб.; <math>I_{\text{пред}}</math> – объем инвестиций в природоохранные проекты за предыдущий период, руб.</p>
	сокращение длительности инновационного цикла природоохранных проектов	$\Delta T$
	<b>Результат:</b> повышение уровня конкурентоспособности отечественных производств и технологий на мировом рынке	

Макро-экономика	прирост ВВП от внедрения экологически чистых производств	$\Delta \text{ВВП}$
	рост уровня производительности	$\Pi = \frac{\text{ВРП}}{\text{Ч}}$ где ВРП – валовый региональный продукт в сопоставимых ценах, тыс. руб.; Ч – число занятого населения, чел.
	рост рыночного спроса на наилучшие доступные технологии и другие инновационные технологии	$\Delta D$
	<b>Результат:</b> развитие промышленного потенциала национальной экономики	
Геополитика	<b>Результат:</b> наращивание экспортного потенциала по внедрению природоохранных технологий и производству продуктов с лучшими экологическими характеристиками и низким углеродным следом	
	<b>Результат:</b> формирование принципиально нового имиджа отраслей и предприятия отечественной промышленности (эколого-ориентированный вектор создания и развития производств)	
Социум	прирост высокотехнологичных рабочих мест	$\Delta p = \frac{(Z_i - Z_{i-1})}{Z_{i-1}} \times 100\%$ где $Z_i$ – число высокотехнологичных рабочих мест в отчетном периоде, ед.; $Z_{i-1}$ – число высокотехнологичных рабочих мест в предыдущем периоде, ед.
	показатель среднего уровня заработной платы	$ЗП_{cp}$
	<b>Результат:</b> повышение уровня жизни населения	
	<b>Результат:</b> степень вовлеченности общественности в принятие решений	

Компании слабо контактируют с общественными группами, поэтому не наблюдается обратная связь, не видна реакция общества на предполагаемые эколого-ориентированные мероприятия. Государство, в свою очередь, не всегда информирует население о перспективах реализации проектов, особенно в части величины предполагаемых эффектов и социально-экологических изменений для региона. Важно информировать общественность и о возможных рисках и угрозах. В рамках каждого направления эколого-ориентированного развития представляется обязательным выявление возможного положительного и отрицательного влияния. При этом общественная эффективность не измеряется прямыми денежными потоками [176]. В целом можно констатировать, что

общественный эффект «зеленого» проекта это совокупность последствий его внедрения и реализации, которые прямым или косвенным образом скажутся на социальных и бизнес группах, непосредственно не участвующих в проекте. Хотя, безусловно, общественные эффекты имеют влияние на большую часть участников микро- и макроокружения.

Так, например, проекты, связанные с секвестрацией углекислого газа являются новыми для российской экономики. Проекты секвестрации очень часто не являются коммерческими; основными стимулами к инициации и внедрению выступают климатические природоохранные цели. Поэтому общество является важным участником инициатив, особенно относящихся к закачке углекислого газа под землю.

Низкая общественная осведомленность делает такие проекты высокорисковыми. В случае с захоронением значительных объемов углекислого газа в подземных резервуарах существуют риски утечек, что может вызвать беспокойство у населения. Длительность таких процессов предполагает выстраивание системы мониторинга. Информация о местах захоронения должна аккумулироваться и храниться на долгие годы вперед [165].

Зарубежный опыт показывает, что огромное значение для успешного распространения проектов секвестрации техногенного углекислого газа имеет общественное восприятие. Так, в ряде стран некоторые проекты были остановлены в связи с негативным восприятием обществом идеи захоронения CO<sub>2</sub> в геологических формациях [98].

Инициаторы таких инновационных климатических проектов должны взаимодействовать с государством и доводить до общественности всю информацию на ранних этапах реализации, и в частности детально описывать возможные последствия в долгосрочном периоде для локальных экосистем. При оценке общественной эффективности важно активное взаимодействие с заинтересованными сторонами. Модели взаимодействия стейкхолдеров в рамках проектов секвестрации углекислого газа будут подробно рассмотрены далее.

Оценивать общественную эффективность можно с четырех позиций - окружающая среда, здоровье и безопасность, социум и экономика, экологически ориентированное развитие [249]. Общественные эффекты, их содержание и показатели на примере проектов секвестрации CO<sub>2</sub> представлены на рисунке 2.4.

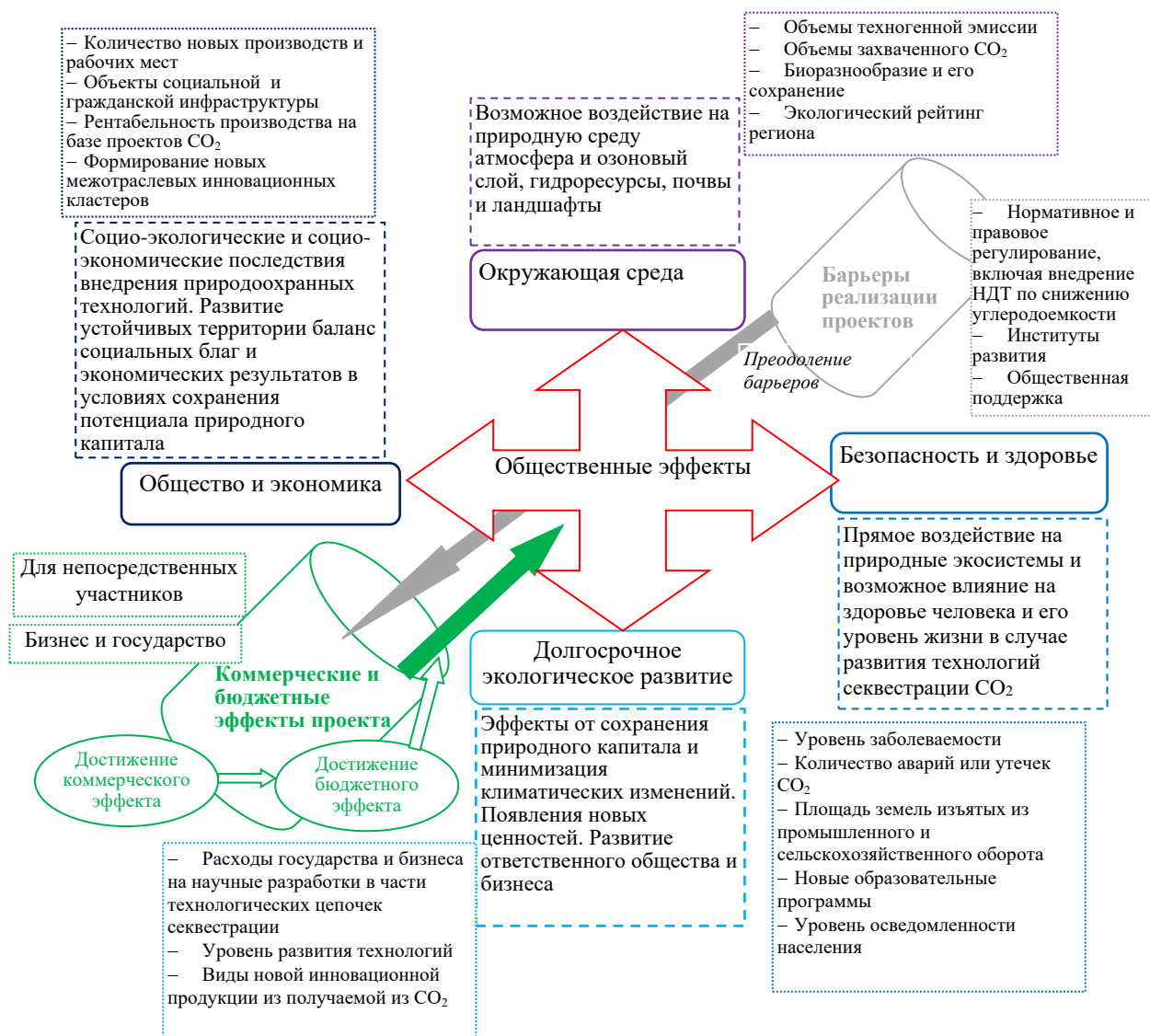


Рисунок 2.4 – Общественные эффекты при реализации проектов секвестрации CO<sub>2</sub>

Источник: Составлено автором с использованием [165]

Показатели, отраженные на рисунке 2.4, используются для оценки разновекторного влияния инициатив и мероприятий в сфере утилизации и полезного использования техногенного CO<sub>2</sub> на общество, включая краткосрочное, среднесрочное и стратегическое влияние на регионы,

экосистемы, экономику, людей. Эффекты могут иметь как положительное, так и отрицательное влияние.

Система показателей включает в себя общие показатели, характеризующие социальные аспекты и последствия экологических проектов, а также конкретные показатели, которые имеют отношение к специфике улавливания и захоронения CO<sub>2</sub> и их воздействию на здоровье человека, окружающую среду, экономику и безопасность в целом.

Таким образом, макроэффекты состоят из совокупности макроэкономических, геополитических, социальных (общественных) и инновационных результатов, достижению которых способствует планомерный переход на природоохранные технологии, включая НДТ. Данные результаты необходимо оценивать для обеспечения комплексного подхода к анализу эффективности создания и развития эколого-ориентированных производств. Учитывая масштаб проектов в горнодобывающей отрасли и металлургии, обозначенные выше эффекты могут быть существенными и внести значительный вклад в развитие территории, а также способствовать заложению основ «зеленой» экономики. Так, сектор добычи полезных ископаемых, наряду с торговлей и обрабатывающим производством, вносит наибольший вклад в прирост национального ВВП [79], ввиду чего важно подчеркивать, что развитие эколого-ориентированных производств в горнодобыче и металлургии должно не только обеспечить прирост ВВП, но и повысить региональные показатели ресурсо- и энергоэффективности, снизить потенциальные экологические риски и угрозы, уменьшить углеродоемкость производств, достичь значимых социально-экологических (общественных) эффектов, включая улучшение общей экологической обстановки и качества жизни населения на уровне отдельных регионов страны. Все это позволит сформировать региональные тренды устойчивого развития и обеспечивать планомерное становление «зеленой» экономики.

### **2.3. Обобщение подходов к оценке эколого-ориентированного развития промышленных предприятий на микроуровне**

Переходя к микроуровню, то есть непосредственно к уровню промышленных компаний, важно выделить конкретные показатели эффективности функционирования эколого-ориентированных производств с учетом особенностей компаний горнодобывающей отрасли и металлургии. К ним относятся индикаторы предельно допустимых концентраций, показатели предотвращенных ущербов, показатели оценивающие выбросы парниковых газов, а также ключевые индикаторы, используемые при оценке целесообразности организации чистых производств и ряд других показателей отражающих ресурсоемкость, энергоемкость, отходоемкость [104].

На основе использования большого количества нормативных, правовых и научных источников автором составлен обобщенный перечень основных показателей для оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств, включая оценку НДТ на микроуровне с расчетными формулами (таблица 2.3). В ходе оценки обозначенных индикаторов необходимо учитывать потенциальные экономические эффекты, связанные со снижением величины экологических платежей, возможностью получения дополнительных финансовых результатов, например, за счет переработки отходов с последующим выпуском новых видов товарной продукции и пр. [70]. При этом важно сопоставлять расходы и вложения, связанные с переходом на НДТ и перспективные технологии, и достигаемые экономические эффекты с целью формирования системного представления о приросте результативности деятельности производств. Важно отметить, что приведенный ниже перечень индикаторов не является исчерпывающим и требует уточнения исходя из специфики рассматриваемой подотрасли минерально-сырьевого комплекса.

Таблица 2.3

Показатели оценки эффективности эколого-ориентированных производств на микроуровне

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
1	<p>Величина предотвращенных экологических ущербов [6, 104]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-земельных ресурсов (деградация почв и земель);</li> <li>-атмосферного воздуха;</li> <li>-биоресурсам;</li> <li>-водных ресурсов</li> </ul>	<p>Данные показатели позволяют оценить эффекты, связанные с внедрением НДТ и реализацией эколого-ориентированных программ, что обеспечивается за счет сопоставления фактического и потенциального размеров ущерба. Перечень показателей приведен в соответствии с «Методикой определения предотвращенного экологического ущерба» [6]</p>	усл. ед.	$V_3 = \frac{V_{общ}}{Q_{пр}}$ <p><math>V_{общ}</math> – показатель удельного экономического ущерба, усл. ед.; <math>V_{общ}</math> – общая оцениваемая величина экономического ущерба компонентам ОС, усл. ед.; <math>Q_{пр}</math> – показатель общего объема производства, т.</p>	<p>Сопоставление расходов на внедрение НДТ и затрат в случае возможного ущерба</p>
			руб./год	$Y_{пр}^n = H_c * Z_c * K_n * K_3$ <p><math>Y_{пр}^n</math> – величина предотвращенного ущерба деградации почв и земель; <math>H_c</math> – норматив стоимости земель (определяется в соответствии с Методикой определения предотвращенного экологического ущерба); <math>Z_c</math> – площадь почв (земель), сохраненных от деградации в рассматриваемый период, га; <math>K_n</math> – коэффициент для особо охраняемых территорий; <math>K_3</math> – коэффициент, отражающий экологическую ситуацию в рассматриваемом регионе</p>	
			руб./усл.т.	$Y_{пр}^a = K_3^a * Y_{дор}^a * (M_1^a - M_2^a) * J_\delta$ <p>где <math>Y_{пр}^a</math> – оценка удельного ущерба от загрязняющих выбросов в атмосферный воздух, руб./усл.т.; <math>(M_1^a - M_2^a)</math> – приведенная масса загрязняющих выбросов в атмосферный воздух, устраняемых (ликвидируемых) в результате внедрения наилучших доступных технологий и проведения экологоориентированных программ на начало и конец рассматриваемого периода, усл.т.; <math>K_3^a</math> – коэффициент, отражающий экологическую значимость состояния атмосферного воздуха и экологическую ситуацию; <math>J_\delta</math> – устанавливаемый по сферам и отраслям промышленности индекс-дефлятор.</p>	
			руб./год	$Y_{пр}^\delta = \sum_{i=1}^N (N_{oi} * H_i) * K_p$ <p>где <math>Y_{пр}^\delta</math> – величина предотвращенного ущерба биоресурсам; <math>N_{oi}</math> – общее число животных и растений i-ого вида, обитающих на территории, экз.; <math>H_i</math> – плата за нанесенный ущерб, руб.; <math>K_p</math> – региональный коэффициент биоразнообразия (определяется в соответствии с Методикой определения предотвращенного экологического ущерба)</p>	

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
			руб./год	$Y_{np}^e = \sum_{j=1}^N Y_{ydrj}^e * K_3^e * \Delta M_r^e * J_0$ <p>где <math>Y_{np}^e</math> – эколого-экономическая оценка предотвращенного ущерба водным ресурсам, руб./год; <math>\Delta M_r^e</math> – приведенная масса загрязняющих веществ, ликвидируемых за счет внедрения наилучших доступных технологий и проведения соответствующих природоохранных мероприятий, реализации экологоориентированных программ, усл.т.; <math>K_3^e</math> – коэффициент экологической значимости состояния водных бассейнов и экологической ситуации в рассматриваемом регионе; <math>J_0</math> – устанавливаемый по сферам и отраслям промышленности индекс-дефлятор.</p>	
2	Предельно допустимые концентрации [26]	Нормативы, характеризующие максимально разрешенное количество вредных веществ, устанавливаются в соответствии с методиками, утверждёнными Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации			Превышение установленных нормативов обуславливает необходимость выплаты экологических штрафов
3	Показатели комплексного освоения минерального сырья (КИМС) [104]	Степень извлечения ценных компонентов из источников сырьевых ресурсов (характеризует направление рационального недропользования). С точки зрения экологии, например при добыче углеводородного сырья, может эффективно использоваться попутный нефтяной газ, а не сжигаться на промыслах	<div>%</div> <div>%</div>	$K_6 = \frac{D}{B_n + Q_6} * 100\%$ <p>где <math>K_6</math> – коэффициент безотходности, определяющий уровень полноты использования минерального сырья, %; <math>D</math> – объем добытой горной массы, т.; <math>B_n + Q_6</math> – объем вскрыши и некондиционного сырья, т. Рост полноты КИМС достигается за счет норматива прироста коэффициента безотходности</p> $K_{к.к.} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i * C_i}{\sum_{i=1}^m H_i * C_i} * 100\%$ <p>где <math>K_{к.к.}</math> – коэффициент комплексности, %; <math>M_i</math> – количество i-ого полезного компонента, перешедшего в соответствующий вид готовой продукции, т.; <math>C_i</math> – оптовая цена i-ого полезного ископаемого, руб.; <math>H_i</math> – количество полезного ископаемого, содержащегося в исходном сырье, т.; <math>n</math> – количество извлеченных полезных компонентов, т.; <math>m</math> – количество полезных компонентов, содержащихся в исходном сырье, т.</p>	Экономические эффекты достигаются за счет диверсификации производства и получения новых видов товарной продукции, оптимизации расходов на добычу и переработку



№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
4	Показатель потерь полезных ископаемых на каждом из этапов производственно-технологического процесса [58,212]	Потери полезных ископаемых, как правило, связаны с несовершенством используемых технологий; целевым индикатором является сведение к минимуму возможных потерь, в том числе на этапах добычи, транспортировки, погрузочных работ и пр.	%	$K_{ни} = \frac{П}{B_n} * 100\%$ <p>где <math>K_{ни}</math> – коэффициент потерь основного вида полезных ископаемых при проведении горных работ, %; <math>П</math> – количество полезных ископаемых, составивших потери, на различных этапах ведения работ, т.; <math>B_n</math> – суммарный объем погашенных балансовых запасов, т.</p>	Достигается за счет минимизации потерь на каждом из производственно-технологических этапов ведения работ
			%	$P = \frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{B}{D} * 100\%$ <p>где <math>P</math> – показатель разубоживания, %; <math>C_1</math> – содержание полезного ископаемого в руде (изначальное), %; <math>C_2</math> – содержание полезного ископаемого в добытой руде, %; <math>B</math> – количество породы, примешанной в полезное ископаемое, т.; <math>D</math> – объем добытого полезного ископаемого, т.</p>	
5	Показатель удельного потребления ресурсов (ресурсоемкость производства) [205]	Отражает общую величину объемов ресурсов, необходимых для осуществления производственных процессов на предприятии. Снижение ресурсоемкости производств может осуществляться за счет внедрения новых или усовершенствованных технологий, автоматизации производственно-технологического процесса, введение системы контроля качества готовой продукции и пр.	нат.ед/ден. ед.	$П_p = \frac{B_n}{Q_{np}}$ <p><math>П_p</math> – ресурсоемкость производства (показатель удельного потребления ресурсов – сырьевых, материальных и пр.), нат.ед./ден.ед.; <math>B_n</math> – величина расхода ресурсов (может быть рассчитана по каждому виду ресурсов отдельно), т.; <math>Q_{np}</math> – показатель общего объема производства, т.</p> <p>Важно обозначить, что для каждого вида готовой продукции устанавливается собственный показатель удельного расхода ресурсов, ввиду чего расчет должен производиться по каждому из них.</p>	Достигается за счет экономии затрат, связанных с объемом используемых в рамках производственно-технологического процесса ресурсов
6	Показатель степени воспроизводства природных ресурсов [205]	Отражает степень восстановления природных ресурсов, изменение которых было осуществлено под влиянием антропогенного воздействия (в результате	%	$П_{восст.} = \frac{P_{восст.}}{P_{общ.}} * 100\%$ <p><math>П_{восст.}</math> - показатель степени воспроизводства природных ресурсов, %; <math>P_{восст.}</math> - объем восстановленных ресурсов, т.; <math>P_{общ.}</math> – объем ресурсов, подвергающийся антропогенному воздействию в результате ведения работ, реализации производственно-технологических процессов, т.</p>	Влияет на величину экологических платежей

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
		производственно-технологических процессов)			
7	Показатель, отражающий выход готовой продукции предприятия на единицу используемых ресурсов [205,212]	Опирается на сопоставление объема производимой готовой продукции (в стоимостном выражении или натуральных единицах) и величины используемых ресурсов	нат.ед./ден. ед.	$P_{в.з.п.} = \frac{D_n}{P_n}$ <p><math>P_{в.з.п.}</math> – показатель, отражающий выход готовой продукции предприятия на единицу используемых ресурсов, нат.ед/ден. ед.; <math>D_n</math> – величина валовой продукции, т. (мЗ, шт); <math>P_n</math> – объем ресурсов, использованный для производства готовой продукции (по отдельным видам ресурсов), т.</p>	Определяет возможности снижения объема потребляемых ресурсов при производстве готовой продукции
8	Показатель, характеризующий экономию первичных ресурсов при использовании, внедрении новых технологий (НДТ, малоотходные и безотходные технологии, технологии замкнутого цикла и пр.) [205]	Показывает абсолютный эффект, достигаемый при внедрении новых технологий в производственно-технологический цикл	нат.ед.	$P_9 = P_0 - P_1$ <p><math>P_9</math> – показатель, характеризующий экономию первичных ресурсов при использовании, внедрении новых технологий, т.; <math>P_0</math> – объем потребляемых первичных ресурсов при применении базовой технологии (текущий уровень технологической обеспеченности), т.; <math>P_1</math> – объем потребляемых первичных ресурсов при внедрении в производственно-технологический цикл новых (усовершенствованных) технологий, ориентированных на снижение ресурсоемкости производства, т.</p>	Отражает экономию первичных ресурсов
9	Уровень достижения научно-обоснованных нормативов в области использования природных ресурсов и охраны ОС [214]	Основывается на сопоставлении величины фактического использования отдельных ресурсов и введенных нормативов	усл. ед.	$П_{у.н.} = \frac{a_{\phi}}{H}$ <p><math>П_{у.н.}</math> – показатель, характеризующий уровень достижения научно-обоснованных нормативов в области использования природных ресурсов и охраны ОС, усл. ед.; <math>a_{\phi}</math> - фактическое использование отдельных видов ресурсов в результате осуществления производственно-технологического процесса; <math>H</math> – утвержденные нормативы. Данный показатель может быть использован при оценке выполнения нормативов по показателям выброса загрязняющих веществ, выбросов CO<sub>2</sub> и пр. (в соответствии с устанавливаемыми и утверждаемыми нормативными значениями, в том числе в рамках НДТ)</p>	Позволяет оценить эффективность внедряемых технологий, проводимых мероприятий, нацеленных на повышение ресурсной и энергетической эффективности производств

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
10	Показатель удельного потребления энергетических ресурсов (энергоемкость производства) [205]	Величина объемов топлива и энергии, требуемых в рамках производственных процессов / затрачиваемых на изготовление продукции и выполнение работ, на оказание услуг. Может быть рассчитан в стоимостном и натуральном выражении.	нат.ед/ден. ед.	$P_{э.уд.} = \frac{E_v}{Q_{np}}$ <p>где <math>P_{э.уд.}</math> – показатель, отражающий энергоемкость производства, нат.ед./ден.ед.; <math>E_v</math> – объем энергоресурса, потребленный предприятием за рассматриваемый период – электроэнергия, топливо, природный газ и т.д., т.; <math>Q_{np}</math> – величина объемов производства (или стоимость произведенной готовой продукции), т.</p>	Достигается за счет экономии используемых в процессе производства энергетических ресурсов
11	Показатель общей энергетической эффективности производства [40,104]	Позволяет оценить энергетическую эффективность осуществляемых производственно-технологических процессов	нат.ед/ден. ед.	$P_э = \frac{Q_{np}}{E_v}$ <p><math>P_э</math> – показатель общей энергетической эффективности производства, нат.ед./ден.ед.; <math>Q_{np}</math> – величина объемов производства (или стоимость произведенной готовой продукции), т; <math>E_v</math> – объем энергоресурса, потребленный предприятием за рассматриваемый период – электроэнергия, топливо, природный газ и т.д., т.</p>	Позволяет оценить эффективность используемых технологий
12	Показатель землеемкости производства [104,205]	Размер территорий, занятых промышленным объектом и зону его влияния на экосистемы региона (этапы геологоразведки, добычи и пр.)	ден. ед./нат. ед.	$З = \frac{З_n}{Q_{np}}$ <p>где <math>З</math> – показатель, характеризующий уровень землеемкости, нат.ед./ден.ед.; <math>З_n</math> – площадь земли, занятая промышленным объектом, а также подлежащая воздействию в результате ведения работ (осуществления производственно-технологических процессов), га.; <math>Q_{np}</math> – текущие объемы производства, т.</p>	Снижение показателя влияет на размер экологических платежей
13	Минералоемкость производимой готовой продукции [214]	Опирается на сопоставление объемов отработанных запасов и величины производимой готовой продукции (в стоимостном или натуральном выражении)	ден. ед./нат. ед.	$P_m = \frac{B_{пз}}{Q_{np}}$ <p><math>P_m</math> – показатель минералоемкости производства, ден. ед./нат. ед.; <math>B_{пз}</math> – объем отработанных запасов за рассматриваемый период, ден. ед./нат. ед.; <math>Q_{np}</math> – величина объемов производства (или стоимость произведенной готовой продукции), т.</p>	Позволяет оценить результативность деятельности предприятия
14	Отходоемкость производства (вовлечение в промышленный	Опирается на сопоставление величины образуемых отходов и текущих объемов	нат.ед/ден. ед.	$P_{отх.} = \frac{Q_{отх}}{Q_{np}}$ <p>где <math>P_{отх.}</math> – отходоемкость производства, нат.ед./ден.ед.; <math>Q_{отх}</math> – величина формируемых отходов в ходе производственной деятельности отходов,</p>	Сокращение объемов отходов планомерно влияет на размер экологических платежей

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
	оборот отходов, хвостов обогащения, техногенных образований) [205]	производства предприятия (выпуск готовой продукции)		т.; $Q_{np}$ – объемы производства готовой продукции, т.	
15	Показатель, характеризующий водоемкость производства [205]	Индикатор, отражающий величину объемов водных ресурсов, требуемых в рамках осуществления производственных процессов	ден. ед./нат. ед.	$П_в = \frac{B_p}{Q_{np}}$ где $П_в$ – показатель водоемкости, нат.ед./ден.ед. ; $B_p$ – объем задействуемых водных ресурсов, требуемых для обеспечения производственно-технологических процессов, т.; $Q_{np}$ – величина объемов производства, т.	Достигается при снижении объема потребляемых ресурсов
	Углеродемокость	Соотношение объемов выбросов углекислого газа (CO <sub>2</sub> ) к единице млрд британских тепловых единиц BTU (british thermal unit)	%	$У = \frac{V_{co2}}{BTU} \times 100\%$ У – показатель, характеризующих углеродемокость, %; $V_{co2}$ – объемы выбросов CO <sub>2</sub> , т.; BTU - единице млрд британских тепловых единиц	Влияет на размер экологических (климатических) платежей связанных с введением трансграничного углеродного налога
16	Показатель углеродемокости производства [251]	Объем выбросов диоксида углерода (CO <sub>2</sub> ) на единицу переменной величины, в качестве которой могут быть использованы валовый внутренний продукт (ВВП), объем используемой энергии, стоимость готовой продукции и др. (в зависимости от целей проводимой оценки)	%	$П_{угл} = \frac{Q_{co2}}{Q_{np}} * 100\%$ $П_{угл}$ –углеродемокость производства (выбросы CO <sub>2</sub> ), %; $Q_{co2}$ – общая (суммарная) величина объемов выбросов диоксида углерода в результате производственно-технологических процессов, т.; $Q_{np}$ – текущие объемы производства, т.	Влияет на размер экологических (климатических) платежей связанных с введением трансграничного углеродного налога

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)												
	Оценка выбросов диоксида углерода [9]	Характеризует величину выбросов CO <sub>2</sub> при сжигании топлива установками	усл.ед. (т.)	$E = M * K_1 * THЗ * K_2 * 44/12$ <p><i>E</i> – годовой выброс CO<sub>2</sub> в весовых единицах, т./год.; <i>M</i> – фактическое потребление топлива, т./год.; <i>K</i><sub>1</sub> – коэффициент, отражающий окисление углерода в топливе; <i>THЗ</i> – тепловое нетто-значение, дж./т.; <i>K</i><sub>2</sub> – коэффициент выброса углерода, дж./т.; <i>44/12</i> - коэффициент пересчета углерода в углекислый газ</p>	Влияет на размер экологических платежей												
	Оценка величины выбросов с использованием коэффициентов эмиссий [130]	Показатель используется для определения выбросов от сжигаемого топлива	усл. ед. (т.)	$E = A * EF$ <p><i>E</i> – выбросы парниковых газов за отчетный период, т.; <i>A</i> – данные о производстве продукции или потреблении ресурсов, с которыми связаны выбросы (например, сожженное топливо), за отчетный период, т.; <i>EF</i> – коэффициент эмиссии (emission factor), тС/ТДж</p> <p>Коэффициент эмиссии определяется исходя из содержания углерода в различных типах топлива и показывает объем выбросов CO<sub>2</sub> в зависимости от объема вырабатываемой энергии</p> <table><tr><th>Вид топлива</th><th>т. CO2/тут</th><th>тС/ТДж</th></tr><tr><td>• Твердое</td><td>• 2,78</td><td>• 25,8</td></tr><tr><td>• Газообразное</td><td>• 1,65</td><td>• 15,3</td></tr><tr><td>• Жидкое</td><td>• 2,27</td><td>• 21,1</td></tr></table>	Вид топлива	т. CO2/тут	тС/ТДж	• Твердое	• 2,78	• 25,8	• Газообразное	• 1,65	• 15,3	• Жидкое	• 2,27	• 21,1	Влияет на размер экологических (климатических) платежей связанных с введением трансграничного углеродного налога
	Вид топлива	т. CO2/тут	тС/ТДж														
• Твердое	• 2,78	• 25,8															
• Газообразное	• 1,65	• 15,3															
• Жидкое	• 2,27	• 21,1															
Показатель углеродоемкости производства (Carbon Intensity Indicator) – Repsol [245]	Оценка углеродоемкости производства	усл.ед.	$CII = \frac{(Scope\ 1 + Scope\ 2) + Scope\ 3 - LCPB - CCUS/NCS}{EP + NEP + LCES}$ <p><i>CII</i> – показатель углеродоемкости производства, усл. ед.; <i>Scope 1</i> – прямые выбросы от собственных источников или активов, т.; <i>Scope 2</i> – косвенные энергетические выбросы, которые образуются из-за потребления энергии, которая вырабатывается от внешних источников, т.; <i>Scope 3</i> – прочие выбросы, возникающие в результате деятельности организации, т.; <i>LCPB</i> (low carbon power bonus) – дополнительное преимущество от перехода к низкоуглеродному развитию – предотвращенные выбросы, т.; <i>CCUS/NCS</i> - предотвращенные выбросы (за счет использования новых технологий), т.; <i>EP</i> – величина</p>	Влияет на размер экологических платежей, возможно на платежи связанные с введением трансграничного углеродного налога													

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
				используемых энергоресурсов, т.; $NEP$ – неэнергетические продукты, т.; $LCES$ – энергия, получаемая за счет использования низкоуглеродных источников, т.	
17	Показатель, характеризующий степень очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [104]	Опирается на сопоставление общего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и величины улавливаемых выбросов загрязняющих веществ	%	$P_{оч.атм.} = \frac{Q_{ул.}}{Q_{с.}} * 100\%$ $P_{оч.атм.}$ – степень очистки выбросов, %, $Q_{ул.}$ – величина улавливаемых выбросов, т.; $Q_{с.}$ – суммарная величина объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, т.	Сокращение величины экологических издержек, связанных с выбросами загрязняющих веществ
18	Показатель степени вовлечения образуемых отходов в производство [104]	Сопоставление величины отходов, вовлекаемых во вторичную переработку с общим объемом формируемых промышленных отходов	%	$K_{отх} = \frac{Q_{отх.л}}{Q_{отх.}} * 100\%$ $K_{отх}$ – показатель, характеризующий степень вовлечения отходов в производство (вторичную переработку), %, $Q_{отх.л}$ – объемы отходов, вовлекаемых в промышленную эксплуатацию (вторичную переработку), т; $Q_{отх.}$ – общий объем образуемых отходов в процессе производства, т.	Прирост финансовых показателей за счет реализации дополнительных видов продукции; снижение величины экологических расходов
19	Показатель степени очистки сбросов загрязняющих веществ, попадающих в водоемы [104]	Опирается на сопоставление величины сбросов загрязняющих веществ в водоемы и объема сбросов, подлежащих очистке (ликвидация вредных примесей)	%	$P_{оч.сбр.} = \frac{Q_{сбр.оч.}}{Q_{об.сбр.}} * 100\%$ $P_{оч.сбр.}$ – показатель, характеризующий уровень очистки сбросов в водоемы, %, $Q_{сбр.оч.}$ – объемы сбросов, проходящих очистку, позволяющую ликвидировать вредные примеси, т., $Q_{об.сбр.}$ – объемы сбросов загрязняющих веществ в водоемы - общие, т.	Сокращение величины экологических издержек
20	Экологичность производства [205]	Показатель, характеризующий замкнутость производственно-технологических процессов	усл.ед.	$K_{з.} = \frac{M_i}{M_{ci}}$ $K_{з.}$ – коэффициент, характеризующий замкнутость производственно-технологических процессов, усл. ед.; $M_i$ – масса i-ого вида готовой продукции, т.; $M_{ci}$ – масса сырьевых ресурсов, вовлекаемых в производственно-технологический процесс, т. Вводятся следующие условия: если величина показателя варьируется в пределах 0,9-1 – производство может считаться безотходным; если	Являются дополнительными показателями для оценки технологического уровня производства с учетом внедрения наилучших доступных технологий, осуществления эколого-

№	Наименование показателя	Описание показателя	Единица измерения	Формула для оценки показателя	Возможный экономический эффект (потери)
				величина показателя составляет 0,5-0,9 – производство малоотходно	ориентированных программ; отражают возможности и пути дальнейшего совершенствования производственно-технологических процессов
		Коэффициент оборота	усл.ед.	$K_o = \frac{M_0}{M_c} - M_0$ $K_o$ – коэффициент оборота, усл. ед.; $M_0$ – масса сырьевых ресурсов, находящихся в обороте, т.; $M_c$ – общая масса сырьевых ресурсов, забираемых из природного комплекса, т.	
21	Показатель экологической эффективности системы [46]	Опирается на сопоставление затраченных ресурсов и объемов выбросов загрязняющих веществ	усл.ед.	$\text{ЭФ} = \frac{3_{\text{п}} * 3_{\text{э}}}{B}$ $\text{ЭФ}$ – показатель экологической эффективности, усл. ед.; $3_{\text{п}}$ – полные затраты ресурсов на производство готовой продукции, руб.; $3_{\text{э}}$ – количество эффективно затраченных ресурсов на производство готовой продукции, руб.; $B$ – общая величина вредных выбросов в ОС, т.	Позволяет оценить эффективность деятельности предприятия в рамках реализации экологоориентированных мероприятий
22	Экономический эффект от внедрения экологических инноваций [46]	Определение суммарного экономического эффекта	руб.	$\text{Э}_{\text{эф}} = \sum_{n=1}^N \frac{(P_n + B_n + Z_n - ZB_n)}{(1 + d)^n}$ $\text{Э}_{\text{эф}}$ – достигаемый экономический эффект, руб.; $P_n$ – прирост показателя прибыли от реализации дополнительного объема готовой продукции в n-м году, руб.; $B_n$ – уменьшение платежей за негативное воздействие на ОС, руб.; $Z_n$ – сокращение величины штрафных платежей за сверхнормативные вредные выбросы, руб.; $ZB_n$ – затраты, связанные с разработкой и внедрением новых технологий, руб.; $d$ – норма дисконта, %; $N$ – период расчета, лет.	Отражение экономической эффективности, достигаемой за счет проведения соответствующих мероприятий, внедрения инновационных технологий, организации экологоориентированных производств
				$\text{Э}_{\text{эф}} = P_n + P_z - Z_{\text{эк}}$ $P_z$ – прирост прибыли от снижения затрат на производство и реализацию готовой продукции, руб.; $Z_{\text{эк}}$ – эксплуатационные затраты, руб.	

Приведенный в таблице 2.3 перечень показателей предназначен для оценки эффективности организации и функционирования эколого-ориентированных производств в сфере горнодобывающего комплекса, металлургии, энергетики. Обозначенные показатели условно можно разделить на две группы: (1) показатели, позволяющие дать общую характеристику производственно-технологическим процессам и (2) показатели для оценки результативности реализуемых мер, внедряемых технологий (в зависимости от их видов – малоотходные, безотходные, технологии замкнутого цикла и пр.), и осуществляемых программ.

В первую группу целесообразно включить показатели, дающие возможность оценить эффективность недропользования, показатели, позволяющие сделать выводы об использовании ресурсного потенциала (водные, энергетические, природные ресурсы), показатели, характеризующие величину образования отходов и выбросов загрязняющих веществ.

Вторая группа показателей содержит в себе индикаторы, показывающие степень эффективности нивелирования потенциальных экологических рисков, последствий и угроз, а также показатели, отражающие эффективность реализуемых мер и внедряемых технологий. Предлагаемое обобщение показателей приведено на рисунке 2.5.

Как было обозначено, предлагаемый в исследовании перечень показателей не является исчерпывающим и может быть дополнен индикаторами, отражающими специфику конкретного производства или используемой технологии в зависимости от целей ее применения. Сложность проведения комплексной оценки обуславливается следующими параметрами:

- различием параметров объектов оценки: необходимость учета специфики подотраслей, производств, особенностей параметров технологического цикла, что обуславливает важность адаптации показателей оценки эффективности эколого-ориентированных производств к конкретным целям и условиям (введение дополнительных коэффициентов, критериев, ограничений, спецификацию используемых видов материалов, ресурсов и пр.);





**Рисунок 2.5. - Обобщение показателей оценки эффективности эколого-ориентированных производств на микроуровне**

- охватом проводимой оценки: технологии могут быть направлены на повышение экологической эффективности всего производственно-технологического процесса или его отдельной составляющей, в зависимости от чего варьируется как перечень общих, так и результирующих показателей оценки;

- отсутствием/недостатком информационно-аналитического базиса: технологии могут быть включены в перечень наилучших доступных технологий или не входить в перечень НДТ, они могут иметь аналоги или же быть уникальными. Все это формирует неоднозначность в рамках выбора и применения методов и показателей оценки. Фактические индикаторы, получаемые в результате проведения новых программ или внедрения технологий, могут быть сопоставлены с нормативными или эталонными значениями показателей (в случае их наличия в соответствующих ИТС НДТ). При этом для технологий, не имеющих аналогов, отсутствует базис для сравнения, ввиду чего оценка эффективности в данном случае должна проводиться на основе существующих нормативных показателей. Например, проекты снижения углеродоемкости не всегда связаны с НДТ – это могут быть перспективные технологии, которые не имеют аналогов;

- сложностью сопоставления отдельных эффектов и интерпретации конечных результатов: показатели, отражающие экологическую эффективность, должны быть сопоставлены с достигаемыми экономическими результатами.

Таким образом, в рамках проведенного исследования предложен перечень показателей для оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств в сфере минерально-сырьевого комплекса на микроуровне, позволяющий наиболее полно охватить ключевые направления реализации природоохранных мероприятий в промышленности, внедрения инновационных технологий в производственно-технологический цикл, осуществления специальных

программ, ориентированных на повышение общей экологической эффективности деятельности предприятия или отдельных процессов.

Кроме того, существует необходимость не только взаимоувязки отдельных показателей, но и корректной интерпретации результатов оценки – переход от оценки совокупности разнонаправленных индикаторов к обобщенным показателям в сопоставимых единицах, позволяющим сделать соответствующие выводы о целесообразности и эффективности организации эколого-ориентированных производств в целом.

Исходя из представленной систематизации, результирующий показатель оценки ( $I_g$ ) может формироваться на основе показателей, приведенных в таблице 2.3, вектор которых различается – сводится к максимуму или минимуму. Разнонаправленность критериев подчеркивает необходимость формализации их значений для получения итогового показателя (рис. 2.6.).

$I_g$	$I_s$	$K_{к.к.}, K_б \rightarrow max$ $K_{пи} \rightarrow min$
	$I_r$	$З, П_м, П_в, П_р, П_{э.уд.} \rightarrow max$
	$I_e$	$П_{отх.}, П_{угл.}, E \rightarrow min$
	$I_c$	$y_{пр}^п, y_{пр}^а, y_{пр}^б, y_{пр}^в, П_{оч.сбр.}, K_{отх.}, П_{оч.атм.}, П_{восст.}, P_э \rightarrow max$
	$I_t$	$П_э, K_з., K_o, П_{у.н.}, Э_{эф}, ЭФ \rightarrow max$

Рис 2.6. - Результирующий показатель оценки

В современных условиях становится очевидным, что переход предприятий к принципам НДТ образует повышение общего уровня их эколого-деловой репутации, влияя на появление у них дополнительных экономических преимуществ, в том числе выраженных в таких тенденциях как:

- увеличение индекса инвестиционной привлекательности;
- повышение их рейтинга как потенциальных заемщиков в зарубежных и отечественных банках;

- появление возможностей в сфере выпуска дополнительного объема востребованных у потенциальных инвесторов ценных бумаг;
- общий рост конкурентоспособности предприятий, а также выпускаемой ими продукции и оказываемых услуг;
- получение инвесторами дополнительных доходов в виде повышенных дивидендов.

Сегодня тематика ответственности бизнеса является особенно актуальной. За последние годы изменились сами подходы и критерии инвестирования новых проектов. Если ранее главным индикатором результативности проектов являлась коммерческая эффективность, то сейчас учитывается большое число иных эффектов, в частности социальных и экологических. Существует особая система критериев инвестирования и корпоративного управления, которая получила широкое использование в зарубежных странах - Environmental and Social Governance (ESG) [287]. В основу ее формирования легли базовые принципы современной концепции УР, сочетающей в себе учет трех ключевых составляющих. Критерии ESG сегодня применяются при составлении рейтингов компаний, при формировании инвестиционных портфелей, при оценке инвестиционных проектов, при разработке корпоративной отчетности компании промышленного сектора.

Ориентация на промышленные компании, которые являются лидерами рейтингов социальной и экологической ответственности в условиях становления разного рода экологических концепций, включая низкоуглеродное развитие и экономику замкнутого цикла, позволят инвесторам определять рыночный и промышленный потенциал компании не только на основе финансовых показателей. Финансовые показатели волатильны, не всегда отражают объективную картину бизнеса, при этом рост производительности и объемов производства в условиях экологических ограничений и масштабного использования природоохранных технологий, говорит о стабильности бизнеса и его высоком экономическом потенциале. Технические и экологические показатели, приведенные в тоннах, кубометрах и гектарах, являются на данный

момент более объективными, поскольку не подвержены рыночными манипуляциями и искусственным политическим давлением. Можно сказать, что социально-экологические рейтинги промышленных компаний могут дать более полную картину по имеющимся внутренним проблемам, которые могут не отражаться в полной мере в рамках финансовой отчетности. Экологическая эффективность производственно-хозяйственной деятельности промышленных предприятий и темпы модернизации на основе природоохраных технологий дают объективную оценку реализуемым инвестиционным программам.

Исследованные подходы, предполагаемые эффекты от организации эколого-ориентированных производств и сформированный перечень показателей для оценки эффективности деятельности предприятий МСК выступают основой для формирования целостной методики оценки результативности производств, основанных на НДТ, что предопределяет практическую значимость выполненного исследования. Важным аспектом формирования целостного методического подхода в рамках разработанного организационно-экономического механизма является учет разнородных показателей отражающих экологическую и общественную эффективность рациональное природо- и недропользование.

## **Выводы по главе 2**

1. В рамках выполненного исследования сформированы концептуальные основы организационно-экономического механизма экологизации минерально-сырьевого комплекса с учетом необходимости использования концепции и принципов НДТ, определены методологические подходы, методическое сопровождение и технологии управления процессами экологизации.

2. Организационно-экономический механизм экологизации следует рассматривать как систему, представленную совокупностью взаимосвязей, принципов, методов, и инструментов управления природопользованием, на которую влияет большое число внешних факторов (экологические ограничения

рынка, нормативное и правовое регулирование, государственная промышленная и экологическая политика, уровень развития инфраструктуры и т.п.) и внутренних факторов производственного и ресурсного потенциалов промышленных компаний (для МСК- качество и комплексность добываемого сырья, уровень технологического развития, организационная и финансовая возможности внедрения технологий НДТ, тип корпоративной структуры и т.д.).

3. Обоснованы ключевые направления реализации НДТ, в рамках которых необходимо проводить оценку проектов эколого-ориентированного развития промышленных производств: энергоемкость, ресурсоемкость, отходоемкость, ущербоемкость и углеродоемкость. Установлено, что показатели оценки углеродоемкости необходимо включать в методологию оценки эффективности эколого-ориентированных проектов.

4. Возможные макроэффекты проектов экологизации способствуют обеспечению комплексного подхода к анализу эффективности создания и развития эколого-ориентированных производств для страны и регионов. Также показатели макроуровня должны обеспечивать оценку энергоемкости региональных систем и развитие промышленного потенциала с использованием природоохранных технологий, способствовать более полному использованию возможностей роста промышленного производства, его модернизации и повышению эффективности использования ресурсов.

5. На основе использования значительного количества нормативных, правовых и научных источников приведен обобщенный перечень основных показателей для оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств на микроуровне. Предложенные показатели разделены на две группы: показатели, позволяющие дать общую характеристику производственно-технологическим процессам и показатели для оценки результативности реализуемых мер, внедряемых технологий и осуществляемых программ. Определена возможность критериального учета данных показателей.

### **ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ ЭКОЛОГО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

#### **3.1. Критический анализ современного состояния информационно-технологических справочников и рекомендации по их совершенствованию**

На настоящее время важным методическим инструментом реализации организационно-экономического механизма экологизации должны быть информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) [29]. Согласно п. 3 ч. 2 Федерального закона от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» ИТС представляет собой «документ национальной системы стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, содержащий систематизированные данные в определенной области и включающий в себя описание технологий, процессов, методов, способов, оборудования и иные данные» [171].

При этом в ГОСТ Р 56828.14-2016 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника» приводится определение ИТС НДТ, согласно которому он представляет собой документ стандартизации, разработанный «в результате анализа технологических, технических и управленческих решений для конкретной области применения и содержащий описания применяемых в настоящее время и перспективных технологических процессов, технических способов, методов предотвращения и сокращения негативного воздействия на окружающую среду, из числа которых выделены решения, признанные наилучшими» [173].

В пункте же 6 ст. 28.1 Федерального закона от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ перечислены основные сведения, которые должен содержать в себе справочник НДТ. Перечень необходимой и рекомендуемой информации, представленный в несколько ином виде и формате, с выделением структуры, разграничением по

видам справочников и их разделам, приведен также в ранее упомянутом ГОСТ Р 56828.14-2016.

Все разрабатываемые справочники НДТ можно условно разделить на две группы в зависимости от рассматриваемого объекта:

1. отраслевые (или вертикальные), предназначенные для несмежных отраслей промышленности,
2. межотраслевые (горизонтальные), используемые для одной или нескольких смежных отраслей.

Справочники НДТ включают в себя целый перечень различных информационных блоков, к которым относятся данные о специфике и особенностях развития отраслей промышленности (включая МСК), описание технологических и производственных процессов, сведения об основных показателях (экологических, технических и пр.), анализ возможностей внедрения наилучших доступных технологий, описание ограничений и особенностей применения НДТ, информацию о маркерных веществах и технологических показателях.

Кроме перечисленных сведений, в ИТС НДТ также может входить описание методов и методик управления, технологической и технической специфики обращения с отходами. При этом каждая описываемая технология должна содержать оценку ее влияния на окружающую среду. Здесь же чаще всего приводятся критерии эксплуатации и применения НДТ. Кроме того, в справочнике ИТС НДТ также могут содержаться и любые иные сведения, имеющие значение для практического использования той или иной НДТ.

На настоящее время утверждено 50 информационно-технических справочников по НДТ, большая часть из которых относится к деятельности минерально-сырьевого комплекса. Однако, подготовка справочников НДТ – это непрерывный процесс, включающий периодический пересмотр и обновление данных, в связи с чем на официальном сайте Бюро НДТ РФ ежегодно актуализируются справочники ИТС НДТ [153].



Так, например, в ИТС НДТ 16 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы» представлена следующая информация:

- общая характеристика горнодобывающей промышленности;
- описание общих технологических процессов и методов горной добычи
- воздействие горнодобывающей отрасли на окружающую среду на всех этапах, на все компоненты окружающей среды;
- информация о подходах к определению НДТ;
- идентифицированный перечень НДТ, позволяющих сократить эмиссии, обеспечить рациональное потребление ресурсов и снизить образование отходов;
- ключевые факторы, оказывающие влияние на экономическую эффективность внедрения НДТ;
- перечень перспективных технологий и технологий, находящихся на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ или опытно промышленного внедрения, позволяющих сократить эмиссии, повысить эффективность производства.

Согласно ИТС НДТ 16, к основным видам работ горнодобывающей промышленности, оказывающим негативное воздействие на ОС, относятся:

- вскрышные и добычные работы, в т.ч. с применением буровзрывных работ;
- первичная переработка и обогащение полезных ископаемых;
- погрузка, транспортировка горной массы;
- осушение горных выработок;
- дегазация горных выработок;
- операции по размещению отходов добычи (вскрышные и вмещающие породы) и обогащения (отходы углеобогащения, хвосты);
- эксплуатация техники и оборудования;
- текущая рекультивация.

Согласно тому же справочнику, к основным видам негативного воздействия на ОС относятся:

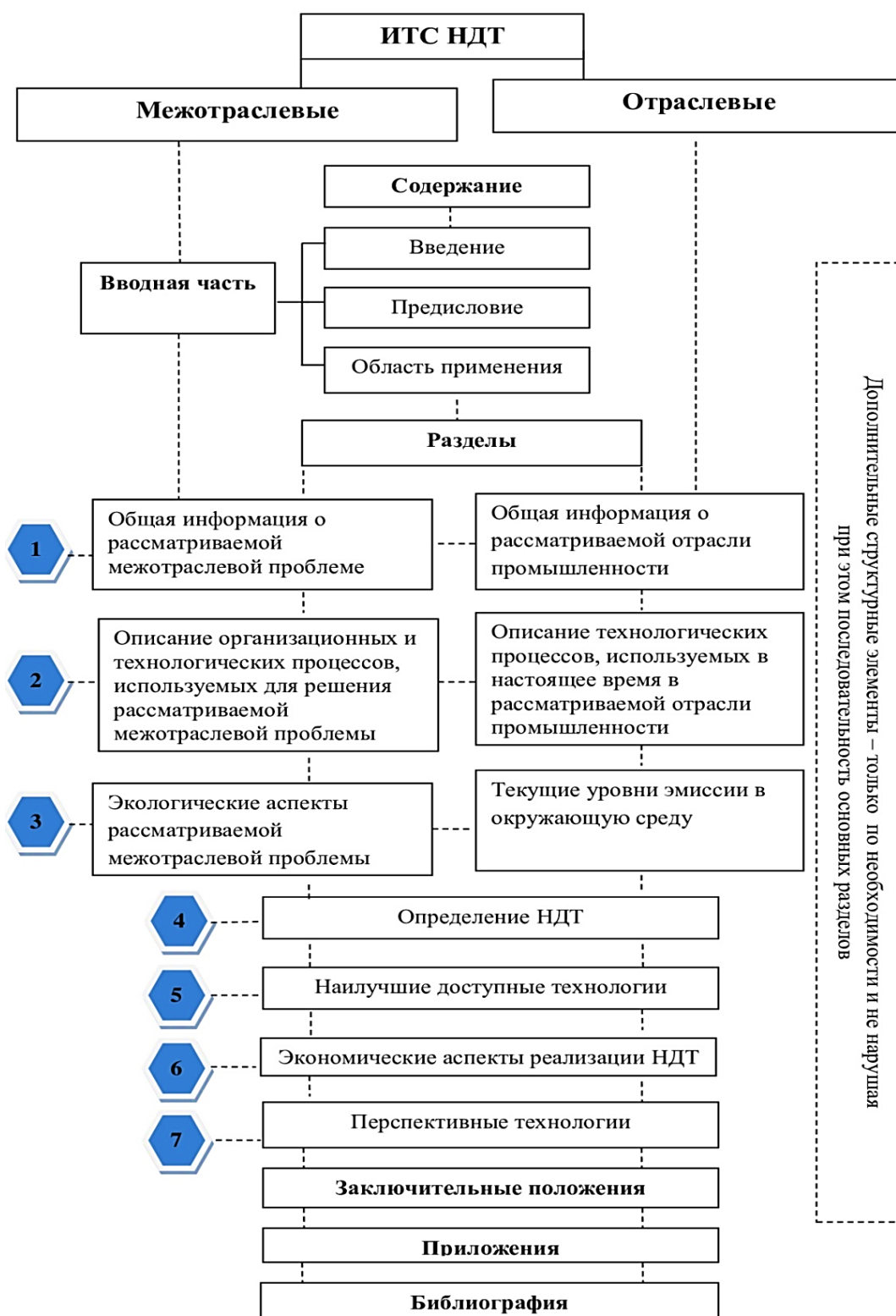
- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух (пыли, метана и других газообразных веществ);
- изменение/уничтожение естественных ландшафтов, уничтожение местообитаний;
- сбросы сточных вод в водные объекты (шахтный и карьерный водоотлив, сточные воды от обогащения);
- изменение уровня подземных вод в результате осушения горных выработок;
- образование и размещение крупнотоннажных отходов – вскрышных и вмещающих пород, хвостов обогащения;
- шум и вибрация при эксплуатации техники и ведении буровзрывных работ.

ИТС НДТ не являются на взгляд автора идеальными и требуют методического совершенствования.

В работе систематизированы и наглядно представлены основные разделы и структурные элементы справочников НДТ (рис. 3.1).

Комментируя представленную схему, обратим внимание на то, что в рамках «горизонтальных» или межотраслевых документов по стандартизации, как правило, раскрываются лишь обобщенные для того либо иного промышленного сектора, либо их совокупности методы и процессы, нацеленные на снижение общего негативного влияния на окружающую среду, предупреждение аварий и других возможных негативных последствий.

Более конкретизированные решения по отдельным промышленным отраслям, с указанием технологических показателей и маркерных веществ, указаны в вертикальных справочниках НДТ. Тем не менее, такая конкретизация во многих случаях не соответствует требованиям достаточности.



*Рисунок 3.1 -. Информационно-технические справочники по НДТ: структура и основные виды*

При этом, как показал проведенный анализ, до сих пор приоритет положений вертикальных справочников относительно горизонтальных не закреплён и не утверждён в нормативно-правовой базе. Отмеченное

обстоятельство порождает множество коллизионных и спорных вопросов для специалистов, а также других пользователей данной документации [93].

Следует отметить, что только закрепление в федеральном законодательстве данного приоритета смогло бы позволить существенно упростить процессы поиска наиболее правильных и оптимальных решений при наличии любых коллизий либо трудно согласуемых между собой аспектов в документах отраслевого и межотраслевого уровней. Однако не только вышеуказанные проблемы, но также и само разнообразие видов и форм хозяйственной деятельности отечественных компаний, оказывающих выраженное негативное влияние на окружающую среду, обуславливает трудности не только в применении, но и в самой разработке ИТС по НДТ.

Согласно Распоряжению Правительства «Об утверждении поэтапного графика создания в 2015–2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий», в указанный в документе срок был разработан и утвержден 51 ИТС НДТ для приоритетных отраслей национальной промышленности, в состав которых вошли металлургия, строительная отрасль (керамики, стекла и пр.), производство полимеров и пр. [29]. Однако сам процесс по созданию справочников НДТ на практике сопровождался целым рядом трудностей и проблем. Разработка каждого ИТС НДТ проводилась в сжатые сроки, что сказалось на качестве соответствующих документов. Не менее актуальная проблема заключается и в том, что на первоначальном этапе некоторые промышленные предприятия по самым разнообразным причинам не принимали активного участия в предоставлении необходимых сведений и анкетировании.

Специалисты ряда крупных отечественных компаний недооценивали в полной мере преимущества и возможности системы технологического нормирования, построенной по принципам НДТ; по отмеченной причине не всегда предоставляли количественные и качественные показатели, необходимые для разработки и утверждения соответствующих справочников. В некоторых случаях они полностью отказывались заполнять заранее

подготавливаемые анкеты, ссылаясь на недостаток времени и многие иные причины.

Помимо прочего, необходимо указать и на ограничения, связанные с расхождением во мнениях между представителями органов власти и промышленных компаний, что в целом осложнило достижение целей и компромисса в рамках деятельности технических рабочих групп (ТРГ). Важно отметить, что ТРГ выступают в качестве одного из ключевых участников при разработке отраслевых справочников, в рамках чего решаются вопросы, связанные с выбором оборудования, технических методов и способов производства, техники и технологий, которые могут быть отнесены к НДТ [16]. Функции координирования и экспертной поддержки информационного процесса при этом возложены на Бюро наилучших доступных технологий (Бюро НДТ) [15].

Состав технических рабочих групп формируется на основе привлечения сотрудников промышленных предприятий, экспертов ведущих ассоциаций страны, специалистов проектных и научно-исследовательских институтов, что позволяет обеспечить комплексный подход к решению поставленных задач. Так, для разработки ряда были организованы специальные дискуссионные площадки, в рамках которых представители различных групп и областей (научной, производственной) имели возможность обмениваться информацией и собственными мнениями. Это, в конечном счете, позволило сформировать обоснованную систему технологических показателей НДТ для таких областей как производство керамических изделий, стекла, цемента.

В то же время, на практике в ряде случаев доступными оказались не все необходимые для аналитической работы ТРГ сведения и данные, что усложнило реализацию соответствующей оценки. Информационный недостаток обусловил проявление еще одной острой проблемы. Как отмечали специалисты, не всегда удавалось провести количественную оценку экономической эффективности большей части рекомендуемых к внедрению технологий [16,20,32,110,166]. Можно констатировать и то, что на текущий

момент ТРГ не имеют единой стандартизированной, эффективной и точной методологии в сфере экономической оценки технологических решений. Нередко возникали противоречия между экологическими и экономическими факторами, что в целом существенно осложнило процесс по определению технологий в качестве НДТ для ряда промышленных отраслей.

На текущий момент пользователи справочников НДТ при предварительной оценке используемых, либо только планируемых к внедрению технологий, в качестве соответствующих, либо не соответствующих уровню НДТ, ставят в затруднительное положение. Очевидно, что применение НДТ не должно приводить к тому, чтобы промышленные компании несли чрезмерные затраты. В настоящее время оценка выполняется для единичных случаев или отдельных отраслей на базе экспертного мнения, что, несмотря на свои плюсы, имеет и недостатки, в части субъективности, также часто экспертное мнение не подтверждается достаточными фактами и расчетами. В этой связи важным представляется повышать качество экспертиз и квалификацию состава экспертных групп.

Автор считает, что на текущий момент назрела острая необходимость в разработке и официальном закреплении эффективной и качественной унифицированной методике, направленной на решение проблем несогласованности между требованиями экологичности и экономической эффективности технологий. Ввиду чего предлагается более подробно рассмотреть проблему практического использования справочников по НДТ [92].

Как отмечают практики, внедрить НДТ, указанные в соответствующих справочниках, в полном их объеме довольно трудно, а порой даже невозможно, так как каждая компания обладает уникальными, характерными только для нее одной свойствами и критериями, обусловленными природными, технологическими, техническими, а также многочисленными иными факторами и условиями [180,181,183,184,185,187,203].

При этом технологии, которые могут быть признаны в качестве наилучших доступных для одних организаций, вероятнее всего не будут ими являться в условиях функционирования других компаний.

Однако многие современные справочники НДТ не содержат необходимой конкретизации. Как отмечают ряд авторов, показатели, соответствующие наилучшим доступным технологиям, даже в одной и той же отрасли могут серьезно отличаться между собой [190]. Причинами указанных отличий, как правило, является разнообразие:

- самих видов выпускаемой продукции;
- стадий ее преобразования;
- методов и способов получения (производство ферросплавов алюмотермическим, либо силикотермическим методом, использование подземного или открытого способа добычи угля и т.д.);
- типов той или иной технологии либо установки.

Также среди факторов, влияющих на уровень технологических показателей объектов НВОС, функционирующих в рамках одной и той же отрасли, можно выделить и их региональную принадлежность.

Как справедливо замечает Д.В. Мантуров, географическое, региональное расположение объектов негативного воздействия на окружающую среду обуславливает уникальные климатические, рельефные, природно-ресурсные, геологические и иные условия функционирования таковых, которые, в свою очередь, влияют на уровень самих показателей промышленных компаний [191]. О том, что показатели технологического плана, соответствующие уровню НДТ, даже в рамках одной и той же отрасли могут серьезно отличаться друг от друга, убедительно свидетельствуют и иные данные, в том числе по показателям выбросов неорганической пыли на различных объектах угольной промышленности нашей страны.

С целью проведения объективной оценки соответствия промышленных производств установленным требованиям и технологическим показателям НДТ, необходимо четко понимать, к какой именно группе относится предприятие.

Справочные значения показателей могут различаться не только в зависимости от принадлежности к отрасли, но и от специфики производственно-технологических процессов. Так, при ведении работ по добыче угля, справочные значения индикаторов различны для открытого и подземного способов ведения работ.

При этом даже при производстве одних и тех же продуктов (протекании одного и того же производственного процесса) в зависимости от используемой технологии показатели также могут существенно отличаться.

В связи с вышеотмеченными аспектами, целесообразным представляется сделать вывод, что справочники НДТ в идеале должны быть конкретизированы в еще большей степени. Именно неточность, противоречивость и ряд других недостаточно проработанных аспектов в текстах данных документов обусловил некоторые дополнительные трудности в их практическом применении. Отдельные вопросы внедрения и применения НДТ все чаще затрагиваются в периодической печати. Однако существует дефицит исследований, посвященных детальному анализу ИТС НДТ, критическому обзору их содержания, общей структуры и наполнения.

Реализованный в настоящем исследовании комплексный анализ данной документации в области стандартизации, позволил выявить ряд недочетов. Рассмотрены наиболее типичные ошибки и недочеты на примере одного из многочисленных таких документов - ИТС 23-2017 *«Добыча и обогащение руд цветных металлов»* [4]. Учитывая же область научных знаний и общее направление предлагаемого исследования, особое внимание будет уделено именно анализу текстов экономических разделов справочников НДТ.

В рамках реализуемого критического обзора наибольший исследовательский интерес представляет второй его подраздел. Фрагмент справочника НДТ «Экономические аспекты реализации НДТ добычи руд цветных металлов» (п. 6.2) представлен ниже (табл. 3.1).



Таблица 3.1

Фрагмент справочника НДТ «Экономические аспекты реализации НДТ добычи руд цветных металлов» (п. 6.2)[4]

№ п.п.	Метод / оборудование / мероприятие	Эффект	Затраты, тыс. руб.
1.	Пылеподавление обуреваемых блоков с применением воды и вяжущих растворов	Снижение загрязнения атмосферного воздуха пылью на 80% на обрабатываемых участках	10,3
2.	Полив экскаваторных забоев, автодорог в карьере, на территории РУ, ЦХХ ОФ, УЭК и ООС, ДСФ	Снижение загрязнения атмосферного воздуха пылью на 80% на обрабатываемых участках	67,1
3.	Применение пылеподавляющего материала на автодорогах карьера, ДСФ, ЦХХ ОФ, РУ	Снижение загрязнения атмосферного воздуха пылью на 85% на обрабатываемых участках	12,5
4.	Рекреационные посадки из древесно-кустарниковых культур и многолетних трав на территориях, закрепленных за структурными подразделениями	Сокращение вторичного пылеобразования	9,8

В анализируемой таблице отмечен лишь возможный экологический результат (снижение загрязнения атмосферного воздуха на определенное количество процентов). Также без пояснения здесь приведены и значения затрат на реализацию мероприятий, нацеленных на снижение общего уровня загрязнения атмосферного воздуха и пылеобразования. Однако сама экономическая целесообразность не подтверждена экономическими расчетами [90].

В связи с важностью затронутого здесь аспекта, целесообразно более подробно остановиться на анализе колонки рассматриваемой таблицы, обозначенной в справочнике как «затраты». Как видно из соответствующего текста, напротив каждого «метода/ оборудования/ мероприятия» в исследуемом документе указывается также и их конкретизированный размер.

Так, на пылеподавление обуреваемых блоков с применением воды и вяжущих растворов, он составил 10 тыс. 300 руб. При этом затраты на «полив экскаваторных забоев, автодорог в карьере ...» определены в сумме 67 тыс. 100 руб.; «применение пылеподавляющего материала ...» - в 12 тыс. 500 руб.;

«рекреационные посадки из древственно-кустарниковых культур и многолетних трав ...» - в 9 тыс. 800 руб., соответственно.

Однако, несмотря на столь точные показатели, здесь, как уже было отмечено выше, не приведено конкретных сведений касательно самих рекомендуемых мероприятий, условий и требований к проведению таковых. Например, при указании мероприятия по пылеподавлению обуреваемых блоков не прописано, какой именно площади должен быть участок, на котором должно производиться это пылеподавление, чтобы затраты составили именно такую, а не какую-либо иную сумму. Не прописан и размер площади, на которой должен осуществляться полив автодорог в карьере, а также применение пылеподавляющего материала, чтобы затраты составили именно 67,1 тыс. руб. и 12,5 тыс. руб., соответственно.

Еще одной важной деталью является то, что в таблице не конкретизированы и параметры оборудования, не определен и расход воды, а также специальных вяжущих растворов и материалов, использование которых должно обеспечить всем отраслевым предприятиям достижение данного эффекта, выраженного в снижении загрязнения атмосферного воздуха пылью на обрабатываемых участках именно на 80% и 85%, соответственно.

Также не уточнено, кем именно был произведен расчет затрат, так как вряд ли в данной исследовательской работе принимали участие все разработчики справочника НДТ. Если же была произведена экспертная оценка, о чем делается краткое упоминание в рассматриваемом ИТС НДТ, то в этом случае, по мнению автора, необходимо было четко указать на состав и репрезентативность выборки экспертов, их профессиональный уровень, образование, стаж и место работы, сроки проведения, условия и параметры проводимого исследования, количество его участников, вид самой экспертной оценки, а также формы обработки полученных результатов.

Следует пояснить, что в современной научной литературе, все методы экспертной оценки в общем виде, как правило, делятся на *коллективные* (основанные на выявлении согласованного мнения экспертной группы

посредством автономного опроса каждого участника, в том числе в рамках проведения нескольких туров), а также *индивидуальные* (базирующиеся на использовании в качестве информационного источника мнения лишь одного эксперта) [192,193].

Более подробные и расширенные типологии также встречаются в трудах ряда авторов [159,195,197]. Например, Т.Д. Тзя в своей работе приводит достаточно полную классификацию методов экспертной оценки, в рамках которой выделяются следующие их типы и виды [199]:

- по форме экспертного участия (очное или заочное);
- по количеству проводимых итераций: одношаговые (требуется только один этап) и итерационные (множество процедур для повышения точности и объективности конечных результатов);
- по способу обработки экспертных оценок: непосредственные и аналитические;
- по числу задействованных экспертов (индивидуальные или коллективные; также могут быть установлены определенные ограничения на количество экспертов) и ряд других

При обработке же результатов самого экспертного опроса наиболее часто применяются методы математической статистики. В данной сфере, исходя из поставленных исследовательских целей, могут решаться следующие задачи [199]: формирование оценки обобщенного плана; установление относительного веса различных объектов; определение уровня согласованности экспертных мнений и др.

Таким образом, в справочниках НДТ, в том числе и рассматриваемом в качестве примера, помимо прочей важной информации, при указании на результаты экспертной оценки также необходимо прописывать и конкретный состав исследовательской группы, вид реализуемой ей работы, цели и формы обработки результатов.

Аналогичные неточности характерны не только для анализируемого справочника, но также и для других справочников. Проведенный анализ

позволил выделить целый ряд проблем, характерных для ИТС НДТ, вне зависимости от вида документов и рассматриваемых отраслей:

1. Точечный характер приведения формул расчета для технологий, отсутствие пояснений к аббревиатурам (используемым в формулах);
2. Указание размеров затрат, например, капитальных и эксплуатационных расходов, без пояснения того, как именно были сформированы статьи затрат и соответствующих сведений об их структуре;
3. Обобщенный характер экономических расчетов, основанных на «примерных» данных без указания расчетных формул и приведения исходных данных;
4. Отсутствие пояснений о конкретных методах, методиках и инструментах, используемых при расчете технологических и экономических параметрах.

Выявленная специфики и необоснованность в информационной подаче делает практически невозможной проверку алгоритма и достоверности предоставляемых результатов. Таблицам экономических разделов ИТС НДТ должны предшествовать все исходные данные и формулы для расчета, полное описание использованных методов и методологии проделанной работы. При этом по возможности экономическая эффективность должна быть выявлена для оптимального количества технологий, указанных в соответствующих документах.

В большинстве рассмотренных справочниках НДТ нет четкого ранжирования по критериям экономической целесообразности для оптимального перечня НДТ.

Учитывая выявленную специфику, целесообразно дополнить экономические разделы всех ИТС НДТ специальными подразделами, которые содержали бы четкое ранжирование оптимального перечня НДТ, указанного в каждом конкретном справочнике, по степени их экономической эффективности, с указанием обоснования, методов и методологии, на базе которых соответствующее ранжирование будет произведено.

Необходимо повышать точность, объективность и понятность предлагаемых решений в сфере НДТ для отраслевого сообщества, которые будут задействованы в непосредственной реализации проектов эколого-технологической модернизации.

Важно рассматривать и параметры, связанные с практической реализацией проектов НДТ. В новой экономике стейкхолдеров целесообразно обращаться к «пробелам», возникающим на этапе использования справочников НДТ и документов регулирующих комплекс внедряемых мероприятий. Эти пробелы связаны с обеспечением доступа к информации обратной связи, наличию качественных человеческих ресурсов.

Следует выделить три направления, которые позволили выводить информационно-техническую документацию, связанную с НДТ, на более высокий уровень:

1. повышение уровня информированности ключевых стейкхолдеров (компании, региональные и муниципальные органы власти, общественные организации, академическая среда), распространение экологических и социально-гуманистических принципов концепции НДТ;

2. обеспечение информационного взаимодействия между сторонами, участвующими в процессе разработки, практического внедрения и оценки положений НДТ посредством современных, в том числе сетевых систем;

3. развитие кадрового потенциала в области НДТ с целью формирования нового профессионального и экспертного сообщества в сфере НДТ, умеющего работать в условиях активного формирования цифрового пространства и технологий.

Подводя общие итоги, необходимо подчеркнуть, что выявленные выше проблемы весьма актуальные, требующие решения, в том числе путем реализации комплексных мер, направленных на приведение экономических и иных разделов справочников НДТ к требованиям достаточности, прозрачности и открытости в их полной мере.

Выдвинутые автором исследования предложения относительно совершенствования нормативно-правовой и информационно-аналитической базы в части НДТ могут найти свое фактическое закрепление путем внесения в ГОСТ Р 56828.14-2016 к рекомендуемым в справочниках разделам также и отдельных подразделов, в том числе конкретных структурных единиц экономической части ИТС НДТ. Кроме того, на уровне федерального законодательства выдвинутое предложение может быть закреплено путем дополнения п. 6 ст. 28.1 ФЗ от 29.06.2015 «О стандартизации в Российской Федерации» сведениями перечисленного характера. При этом соответствующие изменения и дополнения в сами справочники НДТ могут вноситься постепенно - по мере актуализации таковых.

Комплексный анализ проблематики информационно-аналитического обеспечения сферы НДТ при одновременном формировании конкретных рекомендаций, ориентированных на совершенствование существующей системы, определяют практическую ценность настоящего исследования.

### **3.2. Принципы программно-целевого управления как элемента реализации организационно-экономического механизма**

Под технологией управления можно понимать совокупность типовых действий в рамках взаимодействия субъекта и объекта управления, обеспечивающих реализацию поставленных целей экологизации, реализуемой в рамках процесса достижения заявленных целей и их корректировки с помощью четко прописанного алгоритма.

В целом программы или проекты как элемент технологии управления в рамках данного исследования должны базироваться на программно-целевом подходе, под которым следует понимать управление, которое направленно на решение ключевых задач устойчивого развития социо-эколого-экономической системы, формирующейся вокруг добывающих и металлургических производств, в среднесрочный или долгосрочный период времени.

Стадии программно-целевого управления в рамках формирования проектов экологизации промышленности, могут быть следующие: формирование цели программы; разбивка цели на выполнимые задачи; методические подходы к распределению задействованных финансовых, материальных, человеческих и других ресурсов; вариативность решения задач, инструментарий, направленный на внесение изменений и адаптацию программных мероприятий к изменяющимся требованиям в контексте глобальной экологизации (например, программы снижения углеродоемкости), регламентирование основ зеленой политики и низкоуглеродного развития.

Суть использования подходов программно-целевого управления состоит в необходимости реализовать цели посредством функционирования и достижения результатов в рамках совокупной системы комплексных проектов при эффективном использовании государственных средств.

На основании исследований, проведенных в работах [50,84], и с учетом специфики горно-металлургических производств, выделим фундаментальные принципы программного управления процессом экологизации (рис. 3.2.).

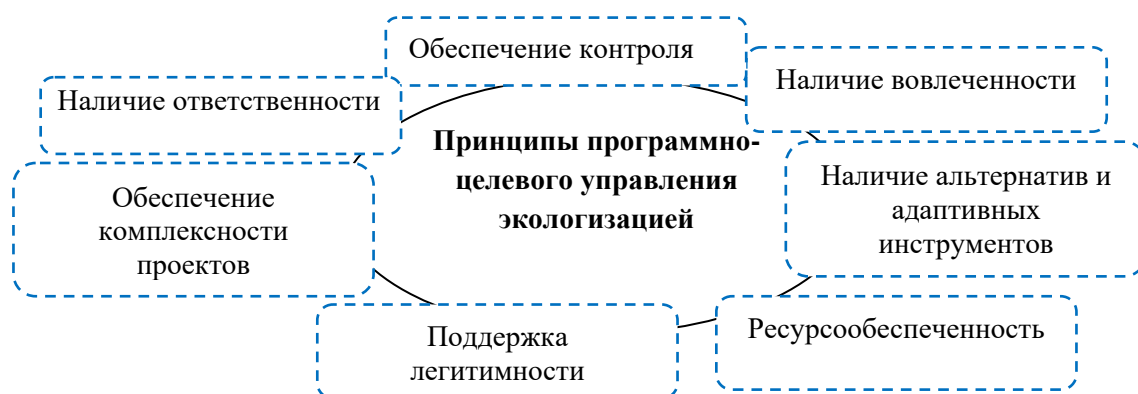


Рис 3.2. – Принципы программно-целевого управления

*Обеспечение комплексности проектов*, связано с тем, что в рамках программно-целевого управления необходимо формировать комплекс взаимоувязанных национальных проектов и проектов функционального типа, способных содействовать устойчивому развитию с учетом экологических, социальных и экономических аспектов, позволяющих добиваться

сбалансированного развития горно-металлургического комплекса и выполнять задачи экономической безопасности по обеспечению сырьем и продуктами его переработки, при этом одновременно достигая минимизации воздействия на окружающую среду.

*Поддержка легитимности* — это использование конкретного набора стратегических и тактических решений и средств их исполнения, которые не противоречат существующему нормативному и правовому регулированию в области охраны окружающей среды, промышленной политики, развития инновационной системы и т.д. Проекты не должны противоречить существующим стратегиям и методическим документам в области экологии и экономического развития горнодобывающего и металлургического комплексов (Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, энергетическая стратегия, стратегия воспроизводства полезных ископаемых, стратегии развития черной и цветной металлургии и др.).

Принцип *ресурсообеспеченности* обосновывает необходимость наличия административно-организационных, финансовых, материально-технических человеческих и других ресурсов для достижения целевых задач программы (проекта). Для добывающего сектора сырьевые ресурсы являются конечной продукцией, при этом важно обеспечивать рациональное недропользование и комплексность извлечения попутных компонентов. Для энергоемких отраслей (например, металлургической отрасли или энергетики) важно эффективное использование энергии и других ресурсов, снижая углеродоемкость продукции.

Финансовая ресурсообеспеченность программ экологизации показана на примере национального проекта «Экология» и входящих в него федеральных проектов. Национальный проект «Экология», включающий в себя ряд проектов федерального уровня, отображает весь комплекс планируемой деятельности в сфере экологизации промышленности и экономики страны (чистая вода, чистый воздух, обращение с твердыми отходами, программы по сохранению уникальных водных объектов и леса и др.).



На рисунке 3.3. приведены сведения об объемах финансирования проекта «Экология» в период 2019-2024 гг.

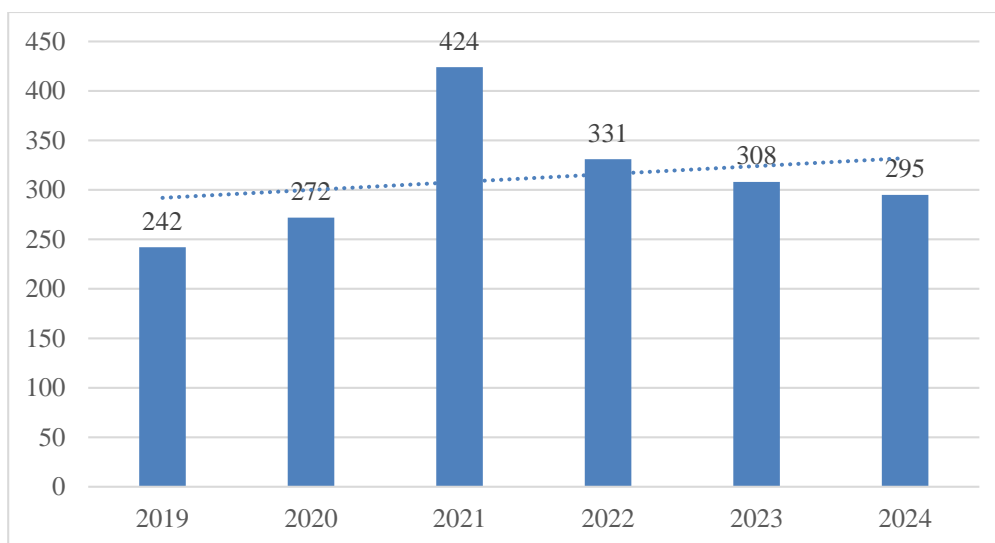


Рисунок 3.3. - Финансирование национального проекта «Экология», млрд руб.  
Источник: [162]

Объем запланированного финансирования в динамике с 2019 по 2024 гг. с накопленным итогом отображен далее на рисунке 3.4.

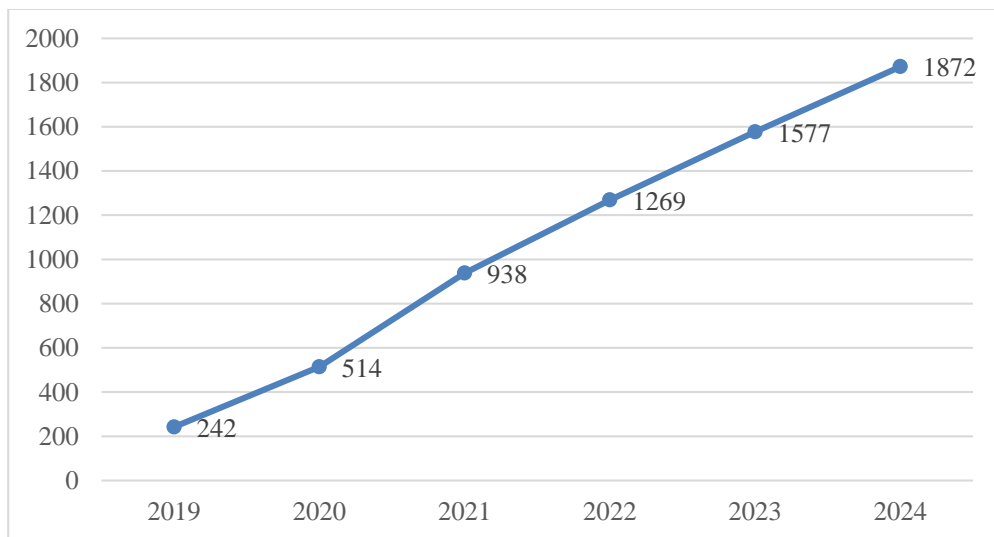


Рисунок 3.4. - Финансирование национального проекта «Экология»  
накопленным итогом, млрд руб.

Источник: [162]

В таблице 3.2. представлены сведения о распределении запланированных финансовых потоков по отдельным федеральным проектам, реализуемым в рамках национального проекта «Экология».

Таблица 3.2.

*Плановые показатели финансирования федеральных проектов нацпроекта  
«Экология»[143]*

Наименования федеральных проектов	Запланированное финансовое обеспечение, млн руб.
«Чистая страна»	124 206,8
«Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»	296 223,8
«Инфраструктура для обращения с отходами I - II классов опасности»	36 353,3
«Чистый воздух»	500 139,8
«Чистая Вода»	245 050,0
«Оздоровление Волги»	205 378,9
«Сохранение озера Байкал»	33 944,9
«Сохранение уникальных водных объектов»	15 152,0
«Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма»	6 282,8
«Сохранение лесов»	151 009,8
«Внедрение наилучших доступных технологий»	2 427 300,0

Как видно из таблицы 3.2. из всех федеральных проектов, вошедших в состав нацпроекта «Экология», наиболее дорогостоящим являлся проект «Внедрение наилучших доступных технологий» (около 2,4 трлн руб.). Данный факт свидетельствует об особой роли выделенного направления в решении актуальных задач по модернизации промышленности и повышения ресурсной эффективности.

При успешной реализации его мероприятий, несмотря на его досрочное завершение и слияние с ФП «Чистый воздух» и ФП «Оздоровление Волги» ожидается общее увеличение спроса на технологии отечественных производителей, уменьшение доли импортируемого оборудования, повышение конкурентоспособности всей промышленности России.

Тем не менее, сам факт того, что большая доля запланированных на реализацию нацпроекта «Экология» средств пойдет именно на внедрение НДТ, связан не только с ожиданиями «позитивного» характера, но также и с серьезными рисками. Главный из таковых видится в возможном не достижении поставленных задач, так как основная часть этих средств относится к

источникам внебюджетного характера. Таким образом, существует вероятность недополучения планируемого объема инвестиций [92].

*Наличие альтернатив и адаптивных инструментов* предполагает сценарии развития эколого-ориентированных проектов в зависимости от турбулентности внешней среды (геополитика, цены на минеральное сырье, постепенное уменьшение добычи ископаемого топлива в связи с трендами энергоперехода, рост спроса на металлы). Также учитываются внутренние возможности. Необходимо ориентироваться на более полное использование существующих производственных возможностей и адаптироваться к меняющемуся бизнес-окружению. Например, компании добывающего сектора ищут поиск возможностей развития технологий извлечения бедных руд, выполняют оценку способности интенсификации добычи трудноизвлекаемых запасов нефти или снижения энергоемкости металлургического производства. Снижение потенциала ресурсной обеспеченности программ и проектов должно предусматривать мгновенное использование адаптивных инструментов позволяющие, например, привлекать средства из внебюджетных источников или переформатировать ряд тактических и даже стратегических задач проекта.

*Наличие включенности* – основывается на максимально возможном использовании потенциала заинтересованных лиц при формировании проектов в области экологизации МСК и общественной экспертизы таких проектов по мере их реализации. Эмиссии вредных примесей, нарушение ландшафтов или потенциальное загрязнение грунтовых вод может вызвать огромный общественный резонанс. Необходимо горнодобывающим и металлургическим компаниям проводить активную работу с местным сообществом и экологическими организациями.

*Обеспечение контроля* – комплекс конкретных прозрачных мероприятий по отслеживанию выполнения программных мероприятий и оценка их результативности. Проведение экологического мониторинга на промышленных объектах МСК, в том числе с использованием автоматизированных систем контроля.

*Наличие ответственности* – формирование круга лиц, являющихся инициаторами и осуществляющих реализацию целевых программ (проектов), Важно обозначать зону и меру ответственности за конкретными компетентными органами и специалистами в рамках реализации программы и использования ресурсов.

*Программный подход* в процессе экологизации МСК должен опираться на проблемы природоохранного характера и организационно-экономические возможности, имеющиеся на этапе формирования проектов. При этом изучается реальное положение промышленной и/или социо-эколого-экономической системы и выбираются такие траектории стратегического и тактического развития, которые необходимо обозначить для решения ключевых проблем, связанных с устойчивым развитием, созданием замкнутых циклов в производстве продукции, применением разнообразных опций по снижению выбросов техногенного углекислого газа.

На рисунке 3.5. представлена последовательность действий при программно-целевом подходе.

Начальной точкой каждого этапа являются проблемные ситуации природоохранного характера. Наблюдается цикличность управления по мере неполного решения проблем связанных с изменением состояния окружающей среды.

При программно-целевом управлении целесообразно использовать методы стратегического анализа, экономико-математическое моделирование, прогнозирование изменений исследуемого объекта и внешнего окружения, а также планирование, как стратегическое, так и тактическое.

Детально прописывается концепция и инструменты реализации программы (проекта) способствующие выбору средств и методов достижения целевых ориентиров. Программный подход позволяет корректировать реализацию проектов экологизации в целом и на каждом этапе с учетом достигнутых целевых показателей и изменений макро- и микроокружения объекта исследования.



*Рисунок 3.5. - Последовательность использования программно-целевого подхода в сфере подготовки и реализации эколого-ориентированного проекта*

Программный подход довольно трудоемкий с точки зрения методического сопровождения и реализации. Тем не менее, он необходим в условиях усиливающейся скорости глобальных изменений в мировой экономике и энергетике и при высокой непредсказуемости влияния факторов климатического характера. В понимании автора программно-целевой подход призван обеспечить формирование и способствовать реализации целей устойчивого развития в контексте технологического перевооружения и модернизации отраслей минерально-сырьевого комплекса с масштабным использованием НДТ. При этом, следует учитывать индикаторы целевых эколого-ориентированных проектов, которые предложены в главе 2 и нацелены на снижение накопленных ущербов, ввод в промышленный оборот вторичных техногенных ресурсов, снижение углеродоемкости производств и продукции, повышения ответственности бизнеса и ключевых стейкхолдеров

Особенности национальных проектов эколого-ориентированного характера заключаются в следующем:

- среднесрочный и долгосрочный горизонт планирования, способный оценивать социально-экономические и экологические эффекты, кроме того особо важно определять и климатические эффекты в свете усиления борьбы мирового сообщества с выбросами техногенного углекислого газа;
- системный подход к формированию целевых установок, устойчивого развития и социальной ответственности бизнеса;
- алгоритм формирования и реализации целевых экологических проектов должен быть открыт и доступен для общества. Необходимо формировать механизмы обратной связи;
- использование адаптивных инструментов корректировки мероприятий экологических проектов;
- интеграция и тесная кооперация разноуровневых государственных структур и компаний минерально-сырьевого комплекса.

Государственные структуры управления в рамках программно-целевого управления должны:

1. Активно заниматься институциональными преобразованиями для формирования среды по развитию инновационной инфраструктуры и рынка экосистемных услуг, а также содействию в масштабном внедрении природоохранных технологий, включая НДТ.
2. Развивать нормативную и правовую базу, включая справочники НДТ.
3. Поддерживать инициативы бизнеса и общества в части экологических проектов.

Для реализации программно-целевого подхода важно сформировать эффективную систему информационно-аналитического обеспечения. Каждая отрасль промышленности обладает своей спецификой, которая отражается в характеристиках производственных процессов, требуемых технологиях, применяемых стандартах (в том числе, экологических), подходах к организации и управлению. Данный факт обуславливает наличие трудностей в контексте перехода национальной промышленности к НДТ, ввиду невозможности

приведения всех сфер и отраслей к «единому знаменателю». В данном ключе планомерно возникает вопрос о необходимости разработки целостного и доступного информационно-аналитического базиса, способного выступить основой для принятия управленческих, организационных и производственных решений в условиях новой системы технологического регулирования [97].

Базовые элементы инструментария экологизации с использованием программного подхода и с учетом широкомасштабного внедрения НДТ можно представить в виде схемы (рис. 3.6.).

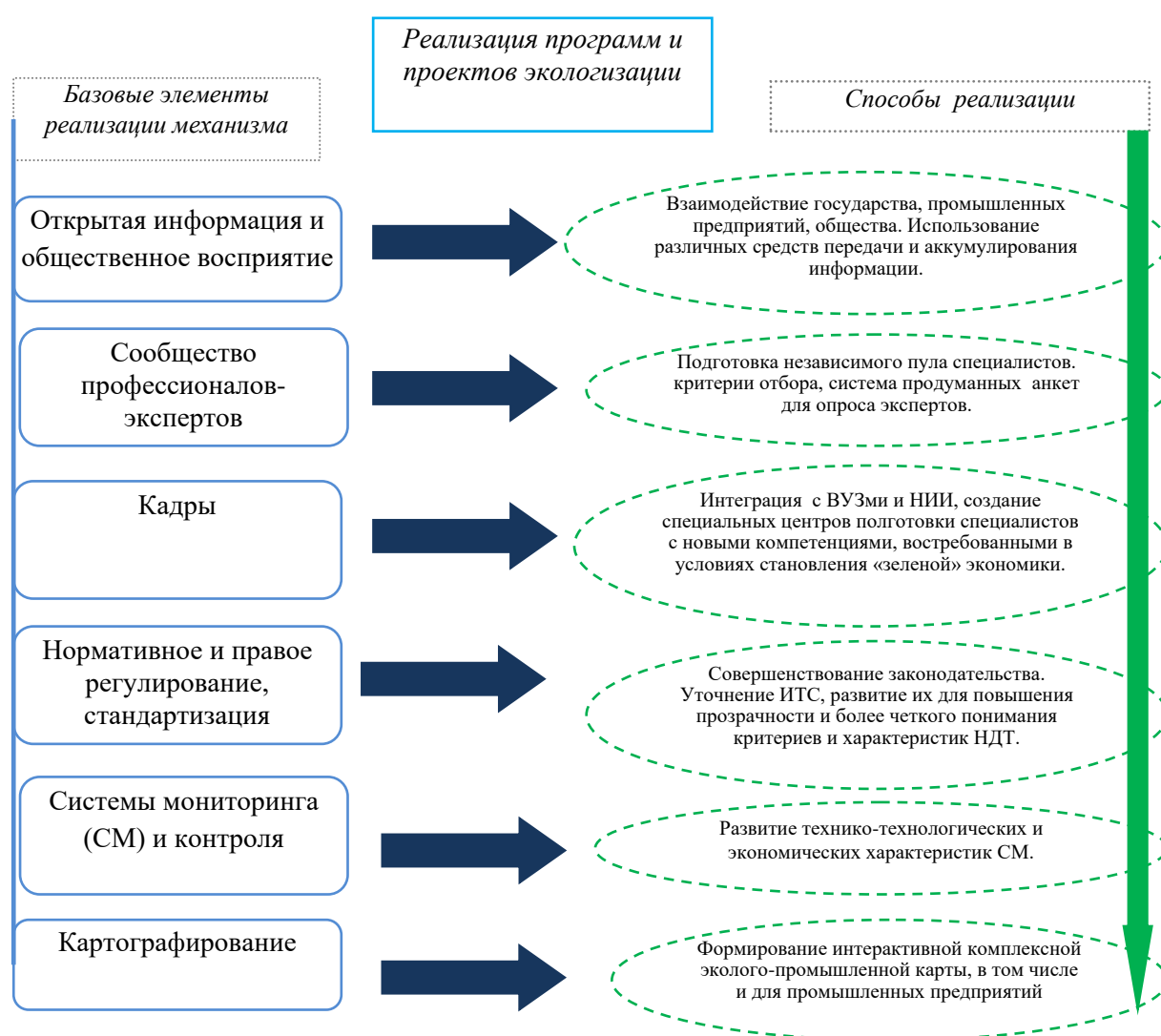


Рисунок 3.6. – Элементы реализации программ (проектов) экологизации

Важными элементами реализации программ экологизации на промышленных предприятиях и внедрения НДТ являются:

- информирование и продвижение природоохранных идей в обществе и на промышленных предприятиях, включая раскрытие информации о природоохранных технологиях, изменения климатической политики, долгосрочных целей устойчивого развития, преимуществ ответственного инвестора, с целью формирования общественного восприятия;
- формирование пула специалистов из числа научно-исследовательских, образовательных, общественных организаций для решения информационно-аналитических и научно-образовательных услуг;
- подготовка новых кадров в условиях перехода компаний на эколого-ориентированные технологии;
- совершенствование новых законов и регламентов, которые должны обсуждать в открытом информационном поле, а также отраслевых стандартов (информационно-технологические справочники НДТ). Для развития ИТС необходимо формировать открытую систему бенчмаркинга, которая способна сопоставлять технологические и экономические параметры технологий НДТ, внедряемых на горнопромышленных и металлургических предприятиях.
- развитие систем контроля окружающей среды
- разработка интерактивных эколого-промышленных карт.

Общественное восприятие новых технологий – важный аспект реализации механизма экологизации промышленности. В условиях современной экономики и общества средства массовой информации являются посредником между научным сообществом, политической и предпринимательской средам, промышленными компаниям и общественными организациями. Значительное количество информации о научных и технических достижениях можно почерпнуть как из научных журналов, так из средств массовой информации ненаучного характера (газеты, информационные журналы, интернет-сайты компаний и др.) [244].

Таким образом, инвесторы и государство должны формировать свою активную позицию, связанную с внедрением природоохранных технологий, открыто, путем постоянного освящения программ и проектов через различные



информационные источники. Обществу необходимо понимать сущность природоохранных проблем и тем самым тоже формировать свою позицию. Людям важно иметь открытую информацию о сложных технологиях природоохранного типа, климатических изменениях и способах борьбы промышленных компаний и государства с ними, своих достижения в плане повышения корпоративной социальной ответственности.

В свете эколого-ориентированных задач национальной экономики и промышленного сектора актуальным представляется формировать профессиональные сообщества для оценки комплекса мероприятий по созданию высокотехнологичных, природоохранных технологий, технических и организационных решений. Программы внедрения эколого-ориентированных технологий будут рассматриваться с точки зрения получения каких-либо стимулов от государства и поэтому необходимо профессионально оценить соответствие определенных критериев принципам устойчивого развития и НДТ. Для этого необходима независимая экспертная оценка.

В апреле 2021 года был утвержден ГОСТ Р 113.00.06-2020, в котором были отражены порядок и базовые правила отбора и назначения экспертов для установления степени соответствия технологий и производств принципам наилучших доступных технологий [7]. Главная цель формирования перечня требований к экспертам состоит в обеспечении объективной оценки ресурсоэффективности и экологической результативности производственно-технологических процессов. При этом на наш взгляд представленный стандарт не в полной мере отражает глубину отбора кандидатов, позволяющую установить его компетенцию в области экологизации экономики.

Отбор экспертов в сфере экологизации должен быть связан не только с реализацией проектов в области внедрения НДТ, но и оценкой других эколого-ориентированных проектов. В частности, целесообразно использовать профессиональное экспертное сообщество в следующих случаях:

1. Рассмотрение заявок на получение комплексных экологических разрешений.

2. Оценка инвестиционных проектов, нацеленных на внедрение НДТ в производственный цикл и других проектов, включая технологическую модернизацию по снижению углеродоемкости производства.

3. Принятие управленческих решений о предоставлении мер государственной поддержки компаниям, осуществляющим практическое внедрение эколого-ориентированных проектов.

4. Принятие решений по оценке новых технологий снижения углеродоемкости, формированию системы углеродного рынка, верификации выбросов парниковых газов,

В таблице 3.3. приведены разработанные автором обобщенные требования к экспертам, осуществляющим экспертизу эколого-ориентированных проектов.

*Таблица 3.3.*

*Критерии отбора экспертов в области экологизации*

Требования к экспертам	Учет компетенции (бальная система)			
	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
Образование	Высшее, но не профильное образование	Профильное высшее образование	Ученая степень кандидата технических, естественных или экономических наук	Ученая степень доктора технических, естественных или экономических наук
Повышение квалификации, в том числе в рамках международных программ или курсов (страны ШОС, БРИКС и др.)	Свидетельство отсутствует	Наличие отечественного свидетельства	Наличие международного свидетельства	Наличие отечественного и международного свидетельства
Опыт работы в области разработки информационно-технологической документации в области	Отсутствие опыта работы	Опыт работы от шести месяцев до трех лет	Опыт работы от трех до пяти лет	Опыт работы более пяти лет

экологизации производства				
Наличие рекомендательных писем	Отсутствие рекомендательных писем	Наличие рекомендательных писем от бизнеса, федеральных, региональных и муниципальных структур	Наличие рекомендательных писем от общественных организаций	Наличие рекомендательных писем от структур академии наук, высших учебных заведений, профессиональных сообществ
Опыт работы по реализации природоохранных проектов на промышленных предприятиях	Отсутствие опыта работы	Опыт работы до пяти лет	Опыт работы более пяти до десяти лет	Опыт работы более десяти лет
Наличие публикационной активности в сфере экологизации	Отсутствие публикаций	Наличие 1-2 публикаций, цитируемых в РИНЦ за последние три года	Наличие не менее 3 публикаций цитируемых в РИНЦ за последние три года	Наличие не менее 3 публикаций в высоко-рейтинговых журналах (Scopus, Ядро РИНЦ)
Наличие опыта участия в научных конференциях по проблемам экологизации	Отсутствие опыта участия	3 и более выступлений на научных мероприятиях за последние три года	5 и более выступлений на научных мероприятиях за последние три года	Модераторство, а также 5 и более выступлений на научных мероприятиях за последние три года
Наличие патентов в сфере эколого-экономического моделирования и технологий эколого-сбалансированного развития	Отсутствие патентов	Наличие свидетельства на регистрацию программы ЭВМ или базы данных	Наличие патента на изобретение или полезную модель	Наличие как свидетельства на регистрацию программы ЭВМ или базы данных, так и патента на изобретение или полезной модели
Участие в международных научных и общественно значимых проектах в области промышленной экологии и НДТ	Отсутствие опыта участия в международных проектах	Участие в международных проектах в качестве консультанта (эксперта)	Участие в международных проектах в качестве исполнителя	Участие в международных проектах в качестве руководителя или соруководителя

Учебно-методические комплексы в рамках эколого-технических и эколого-экономических дисциплин для системы высшего образования	Отсутствие учебно-методических комплексов	Наличие методических указаний за последние три года	Наличие учебного пособия за последние три года	Наличие учебника за последние три года
--	---	---	--	--

*Источник: составлено автором с использованием [7]*

Важно отметить, что в разработанной системе критериев отбора экспертов внимание уделяется не только уровню образования предполагаемых кандидатов, но и опыту работы в конкретных сферах промышленности, а также результатам их научной деятельности (публикационная активность, участие в международных и всероссийских конференциях и семинарах, наличие патентов). Также приветствуется участие в международных проектах, связанных с устойчивым развитием и наличие учебно-методических работ.

Публикационная деятельность отражает квалификацию эксперта посредством публикаций в рецензируемых журналах высокого уровня, что подчеркивает высокий уровень знаний и компетенций в области устойчивого развития и эколого-ориентированных технологий.

Представляется важным отметить такой критерий как наличие рекомендательных писем. В рамках оценки данного критерия приоритет отдается наличию писем из академической среды и профессиональных сообществ, поскольку данные структуры могут наиболее объективно оценить степень квалификации экспертов.

Общая оценка формируется путем суммирования баллов по каждой из предложенных критериев, подтверждающих уровень квалификации и компетенции.

Разработанные критерии отбора кандидатов в экспертное сообщество позволят достаточно детально оценить компетенции кандидатов и отобрать высококвалифицированных специалистов.

Кроме создания пула высококвалифицированных специалистов необходимо создавать особые отраслевые и межотраслевые советы для совершенствования механизмов формирования национального экспертного сообщества в сфере экологизации промышленного сектора.

Следует заметить, что важность и роль общественного контроля в процессах обеспечения стратегически важных направлений государственной деятельности подчеркивается также и в многочисленных научных статьях [120,145,149]. При этом, роль общественного контроля в обеспечении качества и эффективности реализации мероприятий федерального проекта «Внедрение НДТ» до сих пор никем не освещалась. Представляется интересным формализовать принципы отбора и оценки экспертов, и их регламентацию в информационных документах различного рода включая ИТС.

С учетом вышеизложенного, подчеркивая актуальность и важность общественного контроля, автор диссертации предлагает разработать отдельный национальный стандарт. Предполагается, что его утверждение будет способствовать успешной реализации эколого-ориентированных программ, повысит качество экспертизы и ответственность бизнеса.

Предлагается следующее наименование разрабатываемого документа: Национальный стандарт Российской Федерации «Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по проведению общественной экспертной эколого-технологической оценки внедрения НДТ на предприятиях».

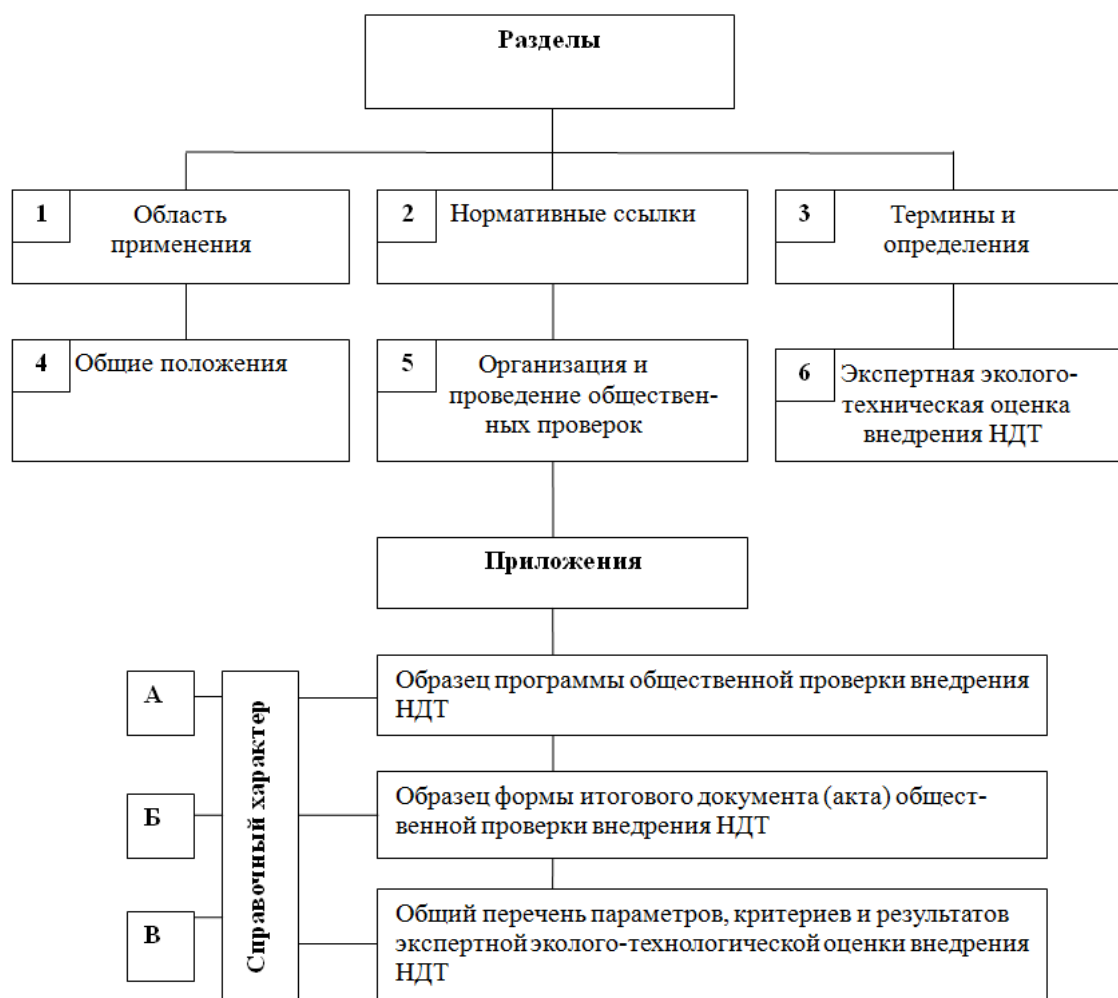
Стандарт призван установить конкретные требования к порядку реализации общественной экспертной эколого-технологической и экономической оценки внедрения наилучших доступных технологий промышленных предприятиях, признанных в качестве объектов негативного воздействия на окружающую среду I категории.

Реализация экспертизы на основе стандарта нацелена на выполнение своевременной и качественной независимой оценки технологической,

экономической и экологической эффективности внедрения и применения НДТ в промышленном секторе России.

Рекомендуемый стандарт включает 6 ключевых разделов, а также 3 приложения. Основная идея разрабатываемого стандарта заключается в установлении четких требований к порядку и процедурам общественных проверок внедрения НДТ на крупных промышленных предприятиях России, осуществляющих эколого-технологическую модернизацию производства.

Общая структура стандарта отображена в виде схемы (рис. 3.7). Он представит собой документ комплексной направленности, нацеленный на решение целого круга назревших проблем в исследуемой сфере.



*Рисунок 3.7. - Структура предлагаемого к внедрению национального стандарта*

Внедрение рекомендуемого стандарта будет способствовать усилению прозрачности всех финансовых потоков, выделяемых для реализации

национального проекта «Экология», а также эколого-ориентированного развития отдельных крупных промышленных компаний России, включая компании МСК.

Результаты исследования, проведенного в 2018 году эколого-энергетическим рейтинговым агентством «Интерфакс-ЭРА», позволили выявить низкую осведомленность бизнеса (компаний, предприятий, промышленных организаций) о возможностях практического использования справочников НДТ [86]. Исходя из этого, следует отметить, что в современных условиях назрела острая необходимость в выработке результативных мер государственной поддержки, которые были бы направлены на организацию и открытие в различных регионах России специализированных обучающих центров. Такие центры должны быть ориентированы на повышение квалификации и переподготовке экологов, экономистов, инженеров и других специалистов, задействованных в той или иной мере в реализации мероприятий по снижению уровня негативного воздействия предприятий на окружающую среду. В том числе, необходимы специалисты и для проектирования зданий и сооружений с учетом принципов НДТ [92].

Описанные выше центры, согласно авторской идее, могут открываться на базе региональных вузов. При этом в разрабатываемые обучающие модули целесообразно включать в теоретические и практические занятия, посвященные работе со справочниками НДТ.

Целесообразно повышать квалификацию не только специалистов, задействованных в разработке и внедрении природоохранных технологий, а также специалистов готовящих разрешительную документацию для промышленных компаний (источников повышенного загрязнения окружающей среды), и представителей самих органов власти, участвующих в рассмотрении заявок на получение комплексных экологических разрешений.

При реализации эколого-ориентированных программ необходимо разрабатывать и определять ключевые структурные элементы современных *мониторинговых систем*.

Одним из наиболее актуальных вопросов, возникающих в процессе реализации и контроля программ экологизации промышленности, является создание и ввод в эксплуатацию систем *экологического мониторинга*. Необходимо разрабатывать единую комплексную базу, в которую бы аккумулировались и максимально оперативно обновлялись сведения о состоянии окружающей среды в России. Комплексность и многоаспектность, а также разносторонний характер и оперативность поступающей информации, считаются наиболее важными ключевыми характеристиками такой базы.

Внедрение систем мониторинга ОС крупными промышленными компаниями России, на взгляд автора, влечет за собой общее повышение степени доверия к данным организациям со стороны местного населения, увеличение уровня их экологической ответственности, степени открытости и прозрачности предоставляемых ими данных, в том числе о негативных воздействиях на окружающую среду, а также внедренных и планируемых к внедрению НДТ. В свою очередь, отмеченные факторы должны вести к росту общего уровня имиджа промышленной компании и ее эколого-деловой репутации, что повышает корпоративную социальную ответственность организации.

Следует отметить, что на современном этапе делаются попытки создания подобных информационных и комплексных информационных систем, объединяющих те и или иные показатели состояния окружающей среды в определенных населенных пунктах, городах и регионах России.

Автор считает, что важным элементом реализации программ экологизации, являются специальные *экологические карты*, которые отображают важные сведения в природоохранной сфере. Представляется целесообразным формировать единую общероссийскую интерактивную эколого-промышленную карту. Именно в картографировании видятся перспективы, связанные с формированием комплексной базы данных эколого-промышленной тематики.



### **3.3. Совершенствование подходов к экономической оценке использования НДТ**

Несмотря на очевидную значимость внедрения НДТ в производственно-хозяйственную деятельность промышленных компаний, включая горнопромышленный и металлургический сектора, в настоящее время сохраняется неоднозначность методических подходов к экономической оценке НДТ. Предприятия предпринимают попытки количественно рассчитать эффект от применения новых производственно-технологических цепочек на основе сопоставления динамики технологических и экологических параметров. Однако сами подходы к экономической оценке НДТ остаются непроработанными.

Анализ российских источников литературы показал, что лишь в немногих научных статьях вопросы, касающиеся именно НДТ, затрагивались с позиций экономической науки. При исследовании публикаций такого плана, как правило, раскрывались лишь некоторые отдельные аспекты экономики в части оценки НДТ. Например, Д.А. Данилович отражает в своей статье особенности экономического анализа экологической эффективности применения наилучших доступных технологий, реализованного в процессе разработки ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» [76]. В другой статье этого же автора, одновременно выступавшего в качестве координатора технической рабочей группы (ТРГ), участвующей в подготовке вышеуказанного информационно-технического справочника, раскрыты некоторые экономические аспекты, связанные с внедрением НДТ на городских очистных сооружениях [77].

В научных работах Е.В. Варфоломеева исследованы основные аспекты, связанные с подходами к экономической оценке НДТ на примере предприятий газовой отрасли [61,164]. В качестве ключевых методов автор предлагает использовать инструментарий оценки эффективности инвестиционных проектов, в том числе традиционные методы, основанные на расчете простого срока окупаемости, вычислении денежных потоков и показателей

рентабельности, а также методы, построенные на дисконтировании денежных потоков с учетом фактора времени и вероятных рисков. Согласно предлагаемой расчетной методике, денежные потоки (поступления и расходы) моделируются с учетом двух различных вариантов: (1) в результате внедрения НДТ и (2) в ситуации, если бы новые технологии не были бы апробированы и внедрены в производство.

Суммарный денежный поток, формирующийся при условии использования НДТ, рассчитывается как по инвестиционной, так и по операционной деятельности. В первом случае, к оттокам относятся вложения в проведение научно-исследовательских работ, капитальные затраты, расходы на приобретение новой технологии и издержки, связанные с пуско-наладочными работами, к притокам – прибыль от снижения величины экологических платежей, дополнительный доход от предотвращения штрафных санкций за нарушение требований охраны ОС [61].

Несмотря на предложение конкретных подходов к экономической оценке, в своей работе автор приводит тезис о необходимости совершенствования существующей методики проведения соответствующего анализа. Главные причины тому – отсутствие раздельного учета ряда экономических показателей для отдельных видов оборудования/технологий/технических средств (в газовой отрасли) и неточность выделения релевантных расходов на внедрение НДТ и реализацию иных экологических мероприятий на уровне отраслевых компаний.

Также применительно к экономической оценке НДТ в ряде источниках предлагается использовать опционный подход. Считается, что методы реальных опционов позволяют нивелировать базовые недостатки использования «традиционных» инструментов оценки эффективности инвестиционных проектов. С их помощью можно управлять рисками и неопределенностями, возникающими на различных этапах коммерциализации и внедрения НДТ в реальное промышленное производство (учет вероятности отсрочки проектов, отказа от осуществления и пр.) [164].

Критерии, утвержденные в России для определения НДТ, фактически соответствуют показателям Директивы Европейского союза «О промышленных эмиссиях» и включают в себя степень экономической эффективности внедрения и использования НДТ [227]. Важно отметить, что экономические параметры заложены в определении термина *наилучших доступных технологий*. Доступность в данном случае предполагает сбалансированное сочетание экономических и технологических условий, определяющих возможность их эффективного внедрения с учетом предполагаемых затрат и прогнозируемых преимуществ. Под преимуществами в данном случае понимаются учитываемые экологические эффекты, социально-экономические, производственные, инновационные, финансовые и прочие результаты.

Актуальность решения задач, связанных с экономической оценкой НДТ, объясняется не только необходимостью учета конечных эффектов и результатов, но и проблематикой выбора наиболее эффективных с экономической точки зрения технологий, значимостью оценки рентабельности реализуемых программ, нацеленных на модернизацию производственно-технологических линий, важностью принятия обоснованных управленческих решений в отношении поддержки инвестиционных проектов в сфере экологических и климатических задач. Так, в информационно-техническом справочнике НДТ «Добыча и обогащение железных руд» приведен тезис о сложности сбора и систематизации именно экономических сведений для принятия решения о включении той или иной технологии в перечень наилучших доступных технологий [5]. Также в документе отмечено, что используемые на практике экономические показатели фактически невозможно совместить с экстермальными издержками на возмещение нанесенного вреда ОС и здоровью населения.

Автор в исследовании обобщил основные сложности проведения экономической оценки НДТ и по сути представил концептуальное видение развития экономических аспектов (рис. 3.8.)



Источник: составлено автором

Рисунок 3.8. - Обобщение сложностей экономической оценки внедрения НДТ

Комментируя выявленные сложности, стоит отметить следующее:

- отсутствие единых стандартов осуществления экономической оценки внедрения НДТ в реальное промышленное производство; вариативность используемых подходов и методов к экономической оценке на уровне отдельных субъектов (компании и организации используют различные методики определения экономических эффектов, образующихся в результате перехода к новой системе технологического нормирования);
- неоднозначность подходов к оценке затрат и расходов, связанных с коммерциализацией и внедрением наилучших доступных технологий и возможные доходы при последующем трансфере технологий;
- не проработанность методических основ определения экономических показателей, в том числе при оценке достигаемых эффектов;
- отсутствие четких взаимосвязей и корреляционных зависимостей между технологическими, экологическими и экономическими параметрами;

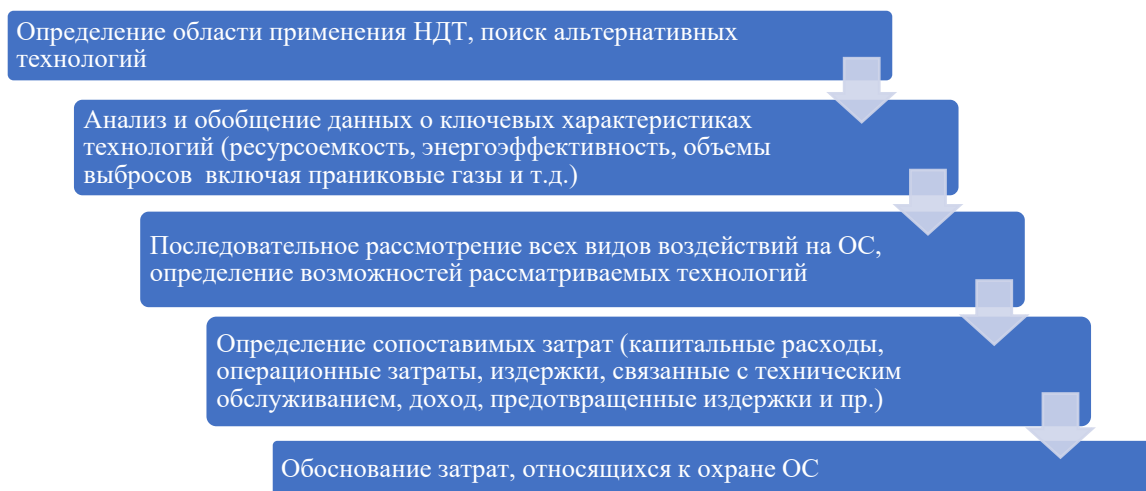
- высокая степень дифференциации технологий – необходимость разработки конкретных критериев и показателей с учетом специфики каждой из них. Даже, например, в рамках разработки месторождений твердых полезных ископаемых существуют кардинальные различия в технологических решениях при добыче открытым или подземным способом.

В ряде исследований экономическая оценка НДТ взаимоувязывается с инвестиционной привлекательностью проектов по внедрению технологий. В качестве наиболее важных критериев автор выделяет: показатель величины суммарных затрат, связанных с освоением, апробацией и практическим применением наилучших доступных технологий; рентабельность производства (сопоставление показателя до и после модернизации); изменение размера платежей за загрязнение ОС, затрат за нанесение экологического ущерба и выплат компенсационного характера [104].

В докладе О. Колобова определено, что применение НДТ планомерно приводит организации и компании не только к повышению степени эффективности функционирования, но и к росту конкурентоспособности [114]. Тем не менее, конкретные показатели, которые могут быть использованы для экономической оценки, не приводятся.

Концепция НДТ, формируемая на основе принципа предупреждения и контроля загрязнения ОС, с экономической точки зрения учитывает как затраты, так и выгоды. Комплексный характер мер, нацеленных на защиту окружающей среды, позволяет планомерно решать экологические задачи. При этом в основе выборе тех или иных технологий в сфере НДТ должны лежать обоснованные управленческие решения [140].

На рисунке 3.9 представлен алгоритм принятия управленческих решений в отношении сопоставления и выбора наиболее «эффективных» НДТ. В данном случае акцент сделан на затратах, связанных с коммерциализацией, внедрением и обслуживанием наилучших доступных технологий, учитываются капитальные вложения, размер предотвращенных издержек, операционные затраты и т.д.



*Рисунок 3.9. - Алгоритм принятия управленческих решений и выбора наиболее «эффективных» НДТ*

*Источник: составлено автором*

Согласно подходу, принятому в европейских странах, для проведения экономической оценки НДТ необходимо установить, могут ли затраты на использование новых технологий и модернизацию производств быть впоследствии переложены на потребителя и/или поставщика или быть покрыты благодаря быстрым срокам процесса внедрения НДТ в производственно-технологический цикл.

Опыт зарубежных стран указывает на наличие множества подходов для определения экономической эффективности и оценки положительных эффектов (в количественном измерении) для окружающей среды при внедрении соответствующих технологий. Данные методики позволяют сделать выводы о том, являются ли потенциальные экологические преимущества доступными с позиции прогнозируемых выгод и затрат.

В 2016 году Еврокомиссия приняла новый документ – «Комплексное предупреждение и контроль загрязнений. Методологии оценки наилучших доступных технологий в аспектах их комплексного воздействия на окружающую среду и экономической целесообразности их внедрения», в котором были предложены конкретные методы экономической оценки НДТ. Один из них – метод оценки выгод и затрат. В таблице 3.4. приведены

результаты его использования на примере экономической оценки НДТ по различным технологическим процессам в европейском секторе производства чугуна и стали.

*Таблица 3.4.*

*Оценка выгод и затрат внедрения НДТ по различным технологическим процессам в секторе производства чугуна и стали  
(по данным ЕК за 2018 г.)*

Наименование технологического процесса	Суммарные годовые затраты (млн евро в год)	Выгода от внедрения НДТ (млн евро в год)		Показатель соотношения выгод и затрат
		Технологические процессы с зарегистрированными выбросами	Прочие производственно-технологические процессы	
Коксовые печи	17,1	154	1	9
Доменные печи	4,7	3,3	12,5	3,3
Аглофабрика	45,9	242	402	14
Кислородно-конвекторные печи	12,2	45,5	-	3,7
ЭДП	2	2,1	63,4	10,4
Гранулирующие установки	7,7	6,8	-	0,9
Итого	89,6	453	479	10,4

Источник: составлено авторами на основе данных [227]

Основной трудностью в контексте применения указанного подхода выступает классификация соответствующих затрат по группам с учетом специфики отдельных технологий и конечных целей внедрения НДТ. Очевидно, что подгруппы затрат могут варьироваться в зависимости от конкретной схемы производства. В таблице 3.5 систематизированы затраты и доходы, необходимые к учету при экономической оценке целесообразности внедрения НДТ (на основе опыта ЕС). Несмотря на то, что обоснование экономической целесообразности является неотъемлемой составляющей принятия управленческих решений о техническом перевооружении, в исследовании Е.Б. Королевой, О.Н. Жигилей и др. (2011) был выдвинут тезис о том, что проведение детального финансово-экономического анализа требуется только при максимально высокой стоимости технологий, не позволяющей отнести их к НДТ (противоречие принципу доступности) [140]. Аналогичное предположение было сделано в Директиве ЕС.

Таблица 3.5.

*Систематизация перечня затрат, необходимых к учету в рамках проведения экономической оценки эколого-ориентированных технологий*

Группа	Подгруппа	Конкретные примеры
Капитальные затраты	Затраты на сооружение и установку	-разработка проекта, формирование планов работ, конкретизация конкретных мероприятий, -проведение инженерных коммуникаций, -расходы, связанные с запуском производства, -затраты на ввод в эксплуатацию
	Расходы на средозащитное оборудование	-расходы на установку оборудования, -приобретение соответствующих аппаратов и инструментов, -модификация оборудования
	Непредвиденные расходы	-затраты, не поддающиеся точной оценки (необходимость формирования дополнительного резерва на покрытие)
Эксплуатационные затраты и расходы на техническое обслуживание	Затраты на энергоносители	-природный газ, -уголь и другие виды твердого топлива, -электроэнергия
	Расходы на материалы и услуги	-услуги в области охраны ОС (привлечение организаций для оказания услуг по обращению с отходами), -замена деталей, -приобретение вспомогательных средств
	Фиксированные эксплуатационные расходы	-величина лицензионных платежей, -резерв на непредвиденные обстоятельства
	Группа последующих затрат	-связаны с изменением в производственно-технологических процессах в результате внедрения НДТ
Доходы, прибыли и предотвращенные издержки	Доходы от реализации	-продажа очищенных сточных вод для ирригации, -продажа золы в целях ее последующего применения в строительных целях, -реализация произведенной электроэнергии
	Предотвращенные издержки	-экономия сырьевых материалов, -экономия энергоносителей, -экономия трудовых затрат, -экономия ресурсного потенциала, -снижение расходов (экономия) на мониторинг выбросов загрязняющих веществ
	Последующие выгоды	-внедрение НДТ может повлечь за собой сокращение производственных (эксплуатационных) расходов на уровне предприятия и повышение эффективности функционирования объекта промышленности в целом
Дополнительные затраты	Налоги и сборы, платежи	-необходим учет вероятных рисков изменения положений законодательства
	Косвенные затраты	-связаны с изменением рыночного спроса (в сторону роста или снижения), -изменения в объемах выпуска готовой продукции

Источник: составлено авторами на основе [140].

Альтернативой рассмотренному выше анализу затрат и выгод выступает метод общей оценки воздействия проводимой промышленной политики на динамику эмиссий загрязняющих веществ. Его цель состоит в исследовании



возможного снижения уровня выбросов за счет перехода к НДТ. Однако в данном случае получить и оценить конкретные экономические результаты представляется непростой задачей, так как сама методика в большей степени ориентирована на изучение практических эффектов от внедренных мер.

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) использует модель ENV-Linkages, которая позволяет оценить экономические эффекты путем расчета рыночной стоимости загрязнения ОС (через показатели увеличения расходов на здравоохранение, снижение общей производительности рыночных систем и пр.). Данная модель фактически позволяет связывать экономическую деятельность с ключевыми аспектами энергопотребления и защиты ОС.

Россия делает первые «шаги» на пути к полноценному переходу промышленных отраслей и производств к практической реализации принципов НДТ. В рамках определения приоритетов совершенствования направлений осуществления промышленной политики в сфере технологического нормирования Бюро НДТ выделило разработку методов оценки затрат НДТ и методик экономического обоснования отраслевых технологических показателей.

В зарубежной практике одним из актуальных подходов, используемых в том числе применительно к экономической оценке НДТ, является уже неоднократно упомянутый в рамках диссертационной работы инструмент бенчмаркинга, направленный на исследование и адаптацию наилучших практик, реализуемых компаниями в различных сферах. В рамках бенчмаркинга осуществляется информационный обмен – сбор данных о ключевых показателях, имеющихся технических решениях и пр.

Оценка экономических эффектов, связанных с внедрением НДТ, с помощью применения методов бенчмаркинга должна основываться на универсальных сопоставимых критериях. Очевидно, что для каждой отрасли и даже сферы деятельности необходима разработка соответствующих уровней критериев для последующего проведения технологического и экономического

бенчмаркинга и получения релевантных результатов [182]. В то же время посредством применения данного метода представляется возможным не только перенять лучшие зарубежные практики экономической оценки, но и провести интеграцию отечественных технологий в общую международную систему.

Подходы и методы к экономической оценке НДТ должны быть формализованы не только на уровне отдельных компаний, функционирующих в промышленности, но и на уровне отраслевых документов. Подробные сведения о методологии расчета экономической эффективности НДТ необходимо включить в информационно-технические справочники. При этом необходимо учесть специфику отраслей, отдельных технологий и производственно-технологических схем. В целом, исходя из сложившейся проблематики, следует ориентироваться на решение следующих задач:

- рассмотрение возможностей адаптации зарубежных методов, в частности методику оценки затрат и выгод, применительно к российским НДТ (проведение бенчмаркинга);
- исследование возможностей адаптации уже существующих методов (традиционных методов оценки экономической эффективности проектов) применительно к НДТ;
- уточнение экономических критериев определения наилучших доступных технологий;
- формализация методик и метод экономического анализа, обоснование категоризация затрат, связанных с коммерциализацией и внедрением новых технологий;
- закрепление соответствующих методологических основ в информационно-технических справочниках НДТ и отраслевых документах.

Для преодоления проблем в экономической оценке рекомендуется закрепление на уровне федерального законодательства, а также документов в области стандартизации дополнительных положений о содержании шестого (экономического) раздела справочников НДТ.

Помимо традиционно используемых сведений, также рекомендуем включать в него следующую совокупность информационных блоков:

- методология и методы расчета экономической эффективности НДТ (включая все использованные при соответствующих расчетах формулы, а также полные расшифровки применяемых аббревиатур);
- описание экспериментов с указанием наименований предприятий, внедривших конкретные НДТ, сроков проведения исследования и другой важной информации, авторов и экспертов, задействованных в каждом конкретном исследовательском этапе, в том числе при экспертной оценке, экономическом анализе и другой проделанной ими работе;
- исходные данные, используемые для экономических расчетов (их полный комплекс, с указанием ссылок на внутренние либо иные источники соответствующих сведений, в т.ч. бухгалтерский баланс, финансовую отчетность организаций за конкретный период и др.);
- итоговые показатели экономической эффективности НДТ;
- сводный рейтинг наилучших доступных технологий, перечисленных в каждом конкретном справочнике, исходя из ожидаемого результата от их внедрения и применения (ранжирование вариантов оптимального количества НДТ по мере возрастания показателей экономической эффективности таковых).

Данное предложение может найти свое фактическое закрепление путем внесения в ГОСТ Р 56828.14-2016 к рекомендуемым в справочниках разделам также и отдельных подразделов, в том числе конкретных структурных единиц экономической части ИТС НДТ. Кроме того, на уровне федерального законодательства выдвинутое предложение может быть закреплено путем дополнения п. 6 ст. 28.1 ФЗ от 29.06.2015 «О стандартизации в Российской Федерации» сведениями перечисленного характера. При этом соответствующие изменения и дополнения в сами справочники НДТ могут вноситься постепенно - по мере актуализации таковых.

С учетом всего вышесказанного, концептуально представить

фундаментальные основы организационно-экономического механизма обеспечения процесса экологизации, предлагаемого автором, можно в виде концептуальной модели (рис. 3.10.).

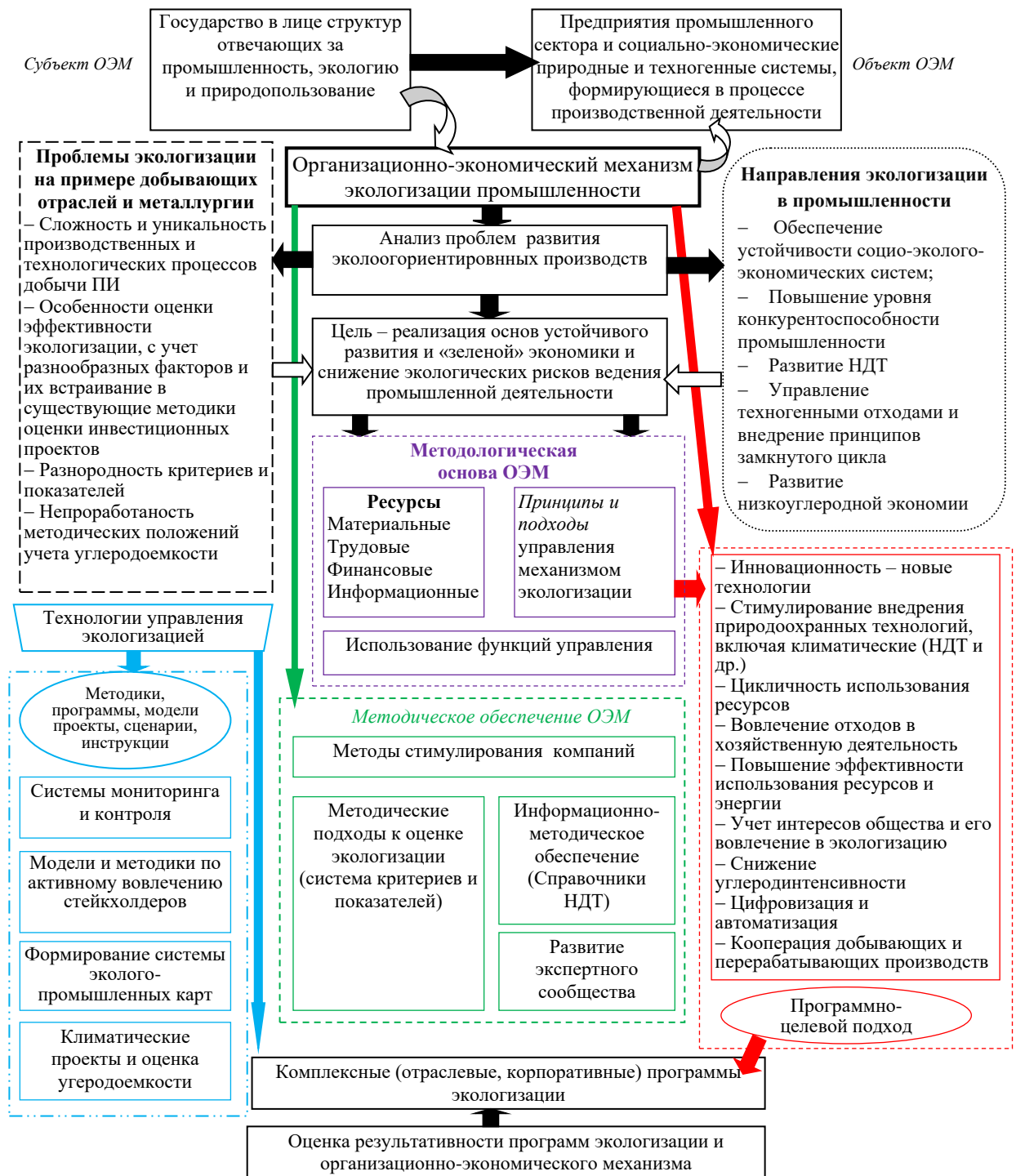


Рисунок 3.10. - Модель организационно-экономического механизма экологизации промышленного производства

1. Включает в себя совокупность элементов:

- субъект государственного управления, т.е. структуры отвечающие за промышленное развитие и рациональное использование природных ресурсов;
- объект управления – предприятия промышленности;
- цель управления - достижение высоких показателей в части эффективности использования ресурсов (вода, энергия) и широкого внедрения природоохранных технологий, включая технологии снижения углеродоемкости;
- необходимые ресурсы материального, организационно-управленческого, технологического и финансового характера;
- научное обоснование и поддержка механизма (подходы и принципы управления, методики оценки экологизации);
- технологии управления процессами экологизации (алгоритм, комплекс мер, методические рекомендации, методы взаимодействия, контроль и мониторинг).

2. Реализует функции управления для целей устойчивого развития и эколого-ориентированной модернизации производств. В рамках ОЭМ используются основные классические функции управления сложной промышленно-экологической системой, такие как анализ, прогнозирование, планирование, организация, мотивация, координация, а также мониторинг, контроль и регулирование.

3. Разрабатывает программу (проект), ее содержание, методические подходы к оценке и алгоритмы реализации обосновываются через технологии управления;

4. Обеспечивает процесс управления экологизацией на промышленном предприятии, формирование обратной связи и налаживания саморегулирующих функций.

5. Учитывает влияние внешних факторов, таких, например, как: экологические ограничения рынка, нормативное и правовое регулирование, государственная промышленная и экологическая политика, уровень развития инфраструктуры

способной обеспечить внедрение природоохранных мероприятий, санкционные ограничения.

6. Учитывает влияние внутренних факторов: качество и комплексность добываемого и перерабатываемого сырья, уровень технологического развития, организационная и финансовая возможности внедрения НДТ, тип корпоративной структуры.

7. Выступает как набор необходимых процедур и принципов, которые позволяют обеспечивать исполнение главных задач в рамках достижения экономического развития и регулирования воздействия на природные экосистемы.

8. Позволяет выделить методы построения систем мониторинга и контроля, методики построения динамических эколого-экономических карт, как элемента системы мониторинга.

Подводя итоги настоящего раздела, следует подчеркнуть, что выявленные проблемы актуальны, и требуют грамотного разрешения, в том числе путем реализации комплексных мер, направленных на приведение экономических и иных разделов справочников НДТ к требованиям достаточности, прозрачности и открытости в их полной мере.

### **Выводы по главе 3**

1. Проведенный анализ процесса экологизации компаний горнодобывающего и металлургического комплексов показал, что российские предприятия предпринимают меры по планомерному переходу к принципам НДТ. Однако, сводки самих компаний и рейтинговых агентств отражают положительные аспекты внедрения НДТ, не раскрывая конкретных проблем, связанных с модернизацией производства, экономическими трудностями, сопряженными с реализацией эколого-ориентированных программ и пр. Требования ответственного инвестирования, с актуализацией вопросов в рамках климатической повестки образуют принципиально новые стандарты в сфере ведения бизнеса.

2. Выполнено обобщение мер экономического стимулирования, внедрения и использования НДТ в России, проведен критический анализ механизмов, способствующих формированию благоприятной институциональной и организационной среды для внедрения НДТ и реализации экологических инноваций, предложены меры экономического стимулирования внедрения наилучших доступных технологий в России.

3. Обоснована необходимость совершенствования комплексных мер, направленных на экономическую поддержку экологически активных компаний. В качестве базовых рекомендаций следует выделить активизацию рынка «зеленых» облигаций, сокращение количества проверок экологически ответственных предприятий, применение дополнительных льгот при кредитовании наилучших экологических проектов, введение низкопроцентных ставок, предоставление специальных грантов.

4. Определена роль и важное значение информационно-технологических справочников, поскольку в них отображается необходимая технологическая и экономическая информация, которая по мере расширения ареала использования НДТ будет способствовать принятию оптимальных технико-экономических решений, направленных на экологизацию промышленного сектора. Подходы и методы к экономической оценке НДТ должны быть формализованы не только на уровне отдельных компаний, функционирующих в промышленности, но и на уровне отраслевых документов. Приведены сведения и даны рекомендации о включении методологии расчета экономической эффективности НДТ в информационно-технические справочники.

5. Представлена концептуальная модель организационно-экономического механизма экологизации промышленных производств, учитывающего нормативно-правовую базу, информационно-аналитический базис для принятия управленческих решений, методические документы, инструменты стимулирующего воздействия и методы оценки экономической эффективности внедрения НДТ.

## ГЛАВА 4. МОДЕЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ МЕХАНИЗМОМ ЭКОЛОГИЗАЦИИ

### 4.1. Анализ мер стимулирования эколого-ориентированных производств

Мировой опыт в области стимулирования экологизации промышленных производств указывает на необходимость обеспечения системности реализуемых мер. Так, для достижения установленных приоритетов, Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) был разработан перечень мер и инструментов (рис. 4.1.) по трем ключевым направлениям: нормативно-правовая область, информационная поддержка и сфера экономического стимулирования [218,259].



*Рисунок 4.1. - Меры стимулирования экологизации промышленных производств, используемые ОЭСР[218]*

Подходы к экологизации горнопромышленного комплекса отличаются от подходов, применяемых в других отраслях. Особенностью национальной системы управления недропользованием является то, что главным



собственником недр в стране является государство, которое не только определяет общие направления минерально-сырьевой политики, но и принимает основные решения в сфере лицензирования, передачи участков в пользование, устанавливает требования и стандарты и пр. Ввиду чего государство в лице региональных и федеральных органов власти реализует регулятивные и управленческие функции.

Именно поэтому требуется рассмотреть меры, механизмы и стимулы, с помощью которых государство может обеспечить необходимые институциональные условия для экологизации горнодобывающего производства и металлургии, оказывая непосредственное влияние на практическую реализацию принципов НДТ [228].

В соответствии с подпунктом «п» пункта 27 Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года № 176, экономическое стимулирование внедрения НДТ относится к ключевым направлением реализации политики государства в области экологической безопасности страны.

На настоящее время стимулирование предприятий в направлении экологизации реализуется преимущественно на основании положений Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ, и, прежде всего, тех из них, что были внесены Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ. В дальнейшем в ФЗ «Об охране окружающей среды» также были внесены изменения и дополнения рядом других нормативно-правовых актов, в том числе: ФЗ от 29.12.2015 № 404-ФЗ, ФЗ от 29.07.2017 № 225-ФЗ, ФЗ от 26.07.2019 № 195-ФЗ, ФЗ от 27.12.2019 № 450-ФЗ.

В соответствие со ст. 10 ФЗ от 31 декабря 2014 года № 488-ФЗ «О промышленной политике в РФ» предусмотрена возможность в сфере предоставления субсидий на создание либо модернизацию промышленной инфраструктуры страны, в том числе с применением НДТ. При этом в ст. 12 обозначенного закона закреплена возможность предоставления финансовой

помощи предприятиям, реализующим при оказании инжиниринговых услуг, а также проектов, нацеленных на повышение общего уровня экологической безопасности предприятия (в том числе путем внедрения НДТ), деятельность инновационного характера. Напомним также, что положениями Постановления Правительства РФ от 30 апреля 2019 года № 541, перечень стимулирующих мер был дополнен некоторыми возможностями в сфере использования «зелёных» или экологических облигаций.

Помимо перечисленных направлений экономической поддержки, пунктом 5 части 1 ст. 259.3 ныне действующей редакции Налогового кодекса РФ, в отношении основных средств, отнесенных к основному технологическому оборудованию, эксплуатируемому в случаях применения НДТ (перечень которого утвержден Распоряжением Правительства РФ от 20 июня 2017 г. № 1299-р), предусмотрена возможность применения ускоренной амортизации со специальным повышающим коэффициентом. К специальным льготам также относится возможность получения инвестиционного налогового кредита при внедрении наилучших доступных технологий.

Отечественным законодательством предусмотрено ряд мер государственной поддержки предприятий внедряющих НДТ, к ним в частности относятся:

- предоставление налоговых и иных льгот в отношении платы за негативные воздействия на окружающую среду (Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ) [11];

- отказ от взимания платы (коэффициент «ноль») для организаций I категории НВОС, перешедших на принципы НДТ, а также II категории, относящихся к сферам использования НДТ (мера действует с 1 января 2020 года);

- налоговый инвестиционный кредит (представляет собой такое изменение срока уплаты налога, при котором организации предоставляется возможность в течение определенного срока и в определенных пределах

уменьшать свои платежи по налогу с последующей поэтапной уплатой суммы кредита и начисленных процентов (ч.1 НК РФ)) [8];

– применение для оборудования НДТ специального коэффициента амортизации «2» (распоряжение Правительства РФ № 1299-р от 20 июня 2017 года, вступившее в силу с 1 января 2019 г.) [28].

Следует заметить, что положениями Постановления Правительства РФ от 30 апреля 2019 года № 541 были закреплены некоторые возможности в сфере использования такого нового для отечественной практики экономического инструмента, как «зелёные» или экологические облигации [32].

Важно подчеркнуть и то, что меры стимулирования развития института НДТ в России реализуются в основном в отношении крупных промышленных компаний - источников I категории негативного воздействия на окружающую среду.

Однако не только меры государственной поддержки экологически ответственных предприятий используются на современном этапе. Не менее эффективным средством для достижения стимулирующего эффекта также представляются меры административного воздействия или специальные экономические санкции за недобросовестное отношение компаний к реализуемым мероприятиям в сфере охраны окружающей среды.

Так, помимо нулевого коэффициента для экологически ответственных компаний, также предусмотрены специальные повышенные коэффициенты платы за негативные воздействия на окружающую среду для предприятий, не перешедших на принципы НДТ и не достигших определенных технологических нормативов. Например, коэффициент 25 установлен за массу или объем выбросов либо сбросов загрязняющих веществ в границах временно разрешенных, а коэффициент 100 - превышающих установленные нормативы для объектов I категории НВОС.

Помимо отмеченных мер, для стимулирования компаний к реализации мероприятий по уменьшению негативных воздействий на окружающую среду при исчислении платы за такие воздействия к ставкам соответствующей платы

при размещении отходов также применяются определенные коэффициенты. К примеру, коэффициент 0,5 предусмотрен для случаев размещения отходов IV и V классов опасности, образовавшихся в процессе утилизации ранее размещенных отходов добывающей и перерабатывающей промышленности, а коэффициент 0,67 – для случаев, когда имело место размещение отходов III класса опасности, образовавшихся при обезвреживании отходов II класса.

При этом в случаях несоблюдения запланированного уменьшения массы или объема выбросов, либо сбросов загрязняющих веществ в течение полугода после наступления сроков, установленных планом мероприятий в сфере охраны окружающей среды, либо программой повышения экологической эффективности предприятия, начисленная за соответствующие отчетные периоды плата будет подлежать пересчету с использованием коэффициента 100.

В целом, реализуемые мероприятия в сфере экономического стимулирования внедрения и применения промышленными компаниями НДТ, закрепленные в отечественной нормативно-правовой базе, условно можно разделить на два типа: (1) меры поощрения, к которым относятся всевозможные льготы и (2) меры наказания, в состав которых входят санкции, штрафы и иные, сопряженные с нарушением экологических стандартов и норм [89].

На рисунке 4.2 приведено обобщение используемых в России мер в разрезе экономического стимулирования промышленных предприятий к внедрению НДТ.

Подводя промежуточные итоги, можно констатировать, что на современном этапе разнообразными нормативно-правовыми актами предусмотрено ряд конкретных мер, а также общих направлений экономического стимулирования отечественных компаний к внедрению и применению НДТ. Следует отметить некоторую эффективность такого рода мер. Многие российские предприятия, функционирующие в различных отраслях промышленности, внедряют и применяют НДТ.



*Рисунок 4.2. - Меры экономического стимулирования внедрения и применения НДТ в России*

Проведённый анализ действующего нормативного и правового регулирования позволяет сделать выводы о неточности изложения отдельных положений, что в конечном итоге препятствует их эффективной практической реализации. Так, например, в ч. 2 ст. 17 Федерального закона «Об охране окружающей среды» перечислены основные направления государственной поддержки хозяйствующих субъектов, в том числе такие как:

- содействие в реализации инвестиционной деятельности, нацеленной на внедрение НДТ, а также осуществление других мер по уменьшению негативных воздействий на ОС;
- поддержка в реализации образовательной деятельности в сфере охраны ОС;

– содействие в реализации использования вторичных ресурсов, возобновляемых источников энергии, а также в разработке новых методов контроля загрязнения ОС.

В то же время, несмотря на важность перечисленных направлений, в анализируемом Федеральном законе не уточнено, о каких именно формах поддержки в данных направлениях идет речь. Кроме того, из действующей формулировки не ясен и ее характер. Нет указаний и на то, обязательна она или нет, не отмечены здесь и какие-либо специальные условия ее осуществления. Следует предположить, что указанные неточности в целом снижают общую эффективность реализуемых мер экономического поддержки экологизации промышленных производств. В данном ключе необходимы более точные и конкретные формулировки с учетом сделанных замечаний.

Целесообразно констатировать, что меры экономического стимулирования прописаны в современном законодательстве и иной документальной базе недостаточно четко и последовательно. Несмотря на то, что ряд положений Федерального закона «Об охране окружающей среды» четко определяют круг лиц, обязанных вносить плату за загрязнение окружающей среды, а также точно указывают коэффициенты такой платы, некоторые дефиниции данного Федерального закона, а также другой нормативно-правовой базы дают лишь общие указания относительно мер экономического стимулирования участников различных процессов в сфере внедрения и применения НДТ.

Очевидно, что на текущий момент назрела острая необходимость в разработке комплексных и системных мер, направленных на экономическую поддержку экологически активных компаний, а также более эффективное привлечение инвестиционного потока в природоохранную сферу. В качестве базовых рекомендаций в данном контексте можно выделить следующие направления: (1) активизация и адаптация нового для страны рынка «зеленых» облигаций, сокращения количества проверок экологически ответственных предприятий, (2) применение дополнительных льгот при кредитовании

наилучших экологических проектов, (3) введение низкопроцентных ставок, предоставление специальных грантов.

Определенный экономический эффект можно ожидать и при создании специальных фондов, в том числе за счет частного капитала, деятельность которых была бы направлена на поощрение компаний, внесших особенный вклад в развитие отечественного рынка НДТ, разработку перспективных технологий, а также самих компаний – источников повышенного НВОС, внедривших за наиболее короткие сроки оборудование, соответствующее уровню НДТ, а также достигших иных - наиболее выдающихся успехов в природоохранной сфере.

В числе прочего, следует подчеркнуть и то, что меры стимулирования развития института НДТ в России реализуются в основном в отношении крупных промышленных компаний - источников I категории негативного воздействия на окружающую среду. Однако автор считает, что стимулирование должно быть реализовано не только в отношении данных организаций, но также и их ключевых поставщиков и потребителей товаров и услуг, для которых также рекомендуется предусмотреть специальные льготы, как это имеет место в ряде зарубежных стран мира. При этом меры поощрения могут быть применены в случае сотрудничества данных компаний с наиболее экологически ответственными организациями различных отраслей промышленности, полностью перешедшими на принципы НДТ. Кроме того, перспективным направлением в стимулировании природоохранных проектов представляется внедрение мероприятий в сфере активизации страхования экономических рисков самих инвесторов и кредиторов экологических проектов.

Принимая во внимание тот факт, что технологии НДТ являются науко- и капиталоемкими, важно задействовать и меры поддержки, направленные на реализацию перспективных инвестиционных проектов. При этом важно учитывать специфику рассматриваемой отрасли – промышленное освоение минерально-сырьевого комплекса. Укрупненно действующие инструменты

государственной промышленной политики, применимые к предприятиям горнодобывающим и металлургическим предприятиям, и направленные на их стимулирование к инновационной деятельности и НИОКР, представлены следующими видами мер [146,155]:

- кредитование ключевых инвестиционных проектов под льготную кредитную ставку из Фонда развития промышленности (Постановление Правительства Российской Федерации от 17 декабря 2014 г. № 1388 [31]);
- субсидирование уплаты процентов по кредитам на реализацию новых комплексных инвестиционных проектов (Постановление Правительства Российской Федерации от 3 января 2014 г. № 3 [33]);
- субсидирование затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2013 г. № 1312 [34]).

Особое внимание следует обратить и на привлечение институтов развития, представляющих собой особый инструмент поддержки инновационных проектов и доказавший эффективность своего использования в мировой практике [155]. Согласно Министерству экономического развития РФ, главная цель использования обозначенных инструментов состоит в нивелировании сформировавшихся «провалов рынка» для обеспечения устойчивого экономического роста и развития. На настоящее время созданная система институтов развития в России пересматривается: в 2021 году многие институты были укрупнены с целью избежать разрозненности и дублирования выполняемых функций [71,189]. Несмотря на указанные изменения, роль институтов развития для поддержки национальных отраслей промышленности остается существенной.

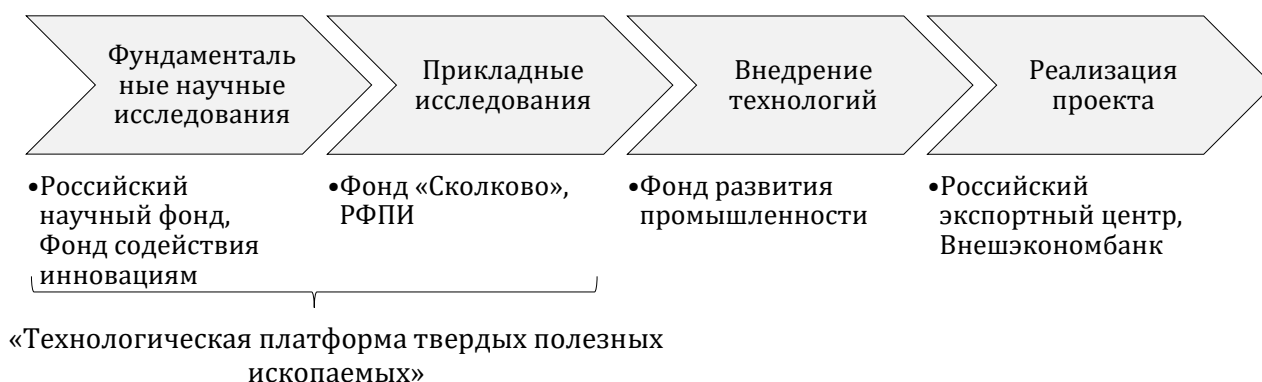
Нефинансовые институты, в отличие от финансовых, не предоставляют ни прямого, ни косвенного финансирования. Их главной целью является содействие в формировании инновационной инфраструктуры. Также в их задачи входят информационное обеспечение проектов, и поддержка создания необходимого научно-технологического задела.



Российские институты развития в настоящее время специализируются преимущественно на оказании поддержки высокотехнологичным отраслям, связанным с космическими и информационными технологиями, биотехнологиями, электроникой, авиастроением и т.д.

В качестве нефинансового института, в рамках которого может быть осуществлена поддержка реализации проектов в области НДТ, можно выделить некоммерческое партнёрство «Технологическая платформа твердых полезных ископаемых», представляющее собой объединение научных, государственных и коммерческих структур [139,155]. Несмотря на то, что указанный институт не дает прямого финансирования, он может выступить в качестве платформы, оказывающей содействие на этапах разработки и внедрения перспективных технологий НДТ.

Что касается финансовых институтов развития, то в качестве ключевых на различных этапах реализации проектов в области НДТ могут быть задействованы Российский научный фонд (РНФ), Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково», Фонд развития промышленности, Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ). Выбор указанных институтов был осуществлен с учетом отраслевой специфики минерально-сырьевого сектора. На рисунке 4,3 систематизированы сведения об институтах развития, которые могут быть задействованы на различных этапах реализации проектов НДТ.



*Рисунок 4.3 - Институты развития, которые могут быть задействованы на различных этапах реализации проектов НДТ*

Так, на стадии фундаментальных разработок может быть вовлечен Фонд содействия, предоставляющий финансовую поддержку при разработке и коммерциализации инновационных технологий путем предоставления грантов по различным направлениям. Согласно действующим Программам, предоставление грантов осуществляется на конкурсной основе, размер гранта составляет до 20 млн рублей, срок гранта – 12 месяцев (2 этапа по 6 месяцев) [167]. Еще одним институтом, осуществляющим на конкурсной основе поддержку научных и научно-практических проектов, является РНФ.

На стадии фундаментальных исследований может быть задействован Фонд «Сколково», оказывающий содействие на этапах разработки и коммерциализации перспективных технологий (к которым относятся и НДТ). Важными направлениями являются предоставление налоговых льгот, субсидирование и грантовая поддержка инновационных проектов (до 300 млн. рублей в зависимости от стадии реализации проекта). На основе фонда созданы пять кластеров, поддерживающих различные направления науки, в том числе и в сфере добычи и переработки полезных ископаемых [146,155]. Также, как было упомянуто ранее, на этапе прикладных исследований может быть задействован РФПИ, пришедшей на смену государственному институту АО Российская венчурная компания «РВК» [158].

На этапе непосредственного внедрения НДТ в производственный цикл целесообразно рассмотреть возможность взаимодействия с Фондом развития промышленности, в рамках которого предлагается льготные софинансирование проектов, направленных на разработку высокотехнологичной продукции и создание конкурентоспособных производств на базе инновационных технологий. В рамках фонда предоставляются займы по ставке от 1 до 5% годовых сроком до 7 лет от 50 до 750 млн. рублей.

Некоторые финансовые институты, хоть и закреплены официально, тем не менее, до сих пор не получили должной популярности и распространения. Важно подчеркнуть, что только детально продуманная и взвешенная система экономического стимулирования способна обеспечить дополнительные

инвестиционные объемы для восполнения имеющегося финансового дефицита в РФ и реализации планомерного перехода промышленных предприятий к принципам НДТ.

На основе анализа существующего механизма поддержки проектов НДТ автор считает, что отечественные схемы, используемые для стимулирования перехода российской промышленности на принципы НДТ, следует рассматривать сквозь призму прозрачности и упрощения процедуры подачи заявок на получение кредитных средств или налоговых льгот, что представляется важным элементом в достижении ключевых целей экологической промышленной политики нашей страны. Это позволит в целом уменьшить отчетную и административную нагрузку на частный сектор и государство.

#### **4.2 Роль стейкхолдеров и модели взаимодействия в программах экологизации**

В рамках экологизации промышленности на основе использования НДТ необходимо определить состав ключевых участников влияния на реализацию природоохранных проектов (программ), к которым, безусловно, относятся субъект и объект организационно-экономического механизма. Для обеспечения системного подхода к разрабатываемым мерам требуется привлечение и уточнение функций не только государства и компаний, но и других сторон, которые могут быть задействованы в данном процессе. К таким сторонам следует отнести:

- банки, страховые организации, различные фонды и иные финансовые институты, задействованные в активизации соответствующих процессов;
- промышленные ассоциации и объединения;
- научно-исследовательские центры, участвующие в разработке перспективных технологий, а также в адаптации, модернизации уже применяемых решений в сфере НДТ;

– ключевые покупатели товаров и услуг, а также поставщиков наиболее экологически ответственных промышленных компаний, полностью перешедших на принципы НДТ;

– общественные организации и эксперты

– другие организации и структуры.

Каждый из обозначенных выше участников, включая промышленные компании и организации, должен выполнить то или иное условие либо их некую совокупность функций для обеспечения системного подхода к формируемому механизму экологизации. При этом особое внимание должно быть уделено направлениям и условиям их взаимодействия. В таблице 4.1 приведен перечень участников (в контексте формирования механизма экологизации), а также конкретизированы выполняемые ими функции и приведены основные задачи. Важно отметить, что приведенный список не является исчерпывающим и может дополняться в зависимости от устанавливаемых приоритетов реализуемой промышленной политики в сфере НДТ.

Взаимодействие приведенных выше сторон должно формировать синергический эффект, при котором действие каждого участника будет многократно усиливать качество и результативность деятельности других ее акторов, и в целом оказывать благоприятное влияние на развитие промышленности, гармонизируя и улучшая обще-социальную, экономическую и экологическую обстановку. Лица, задействованные в рамках процесса экологизации и программ повышения экологической безопасности производств минерально-сырьевого комплекса, должны иметь возможность обосновать приоритетность свои мнения и вносить корректировки. В таком виде процесс формирования целевых экологических проектов станет площадкой взаимодействия между компаниями, поставщиками, научными учреждениями, общественностью, государственной властью федерального и регионального уровней.

Таблица 4.1

*Роль основных участников в проектах экологизации на основе масштабного использования НДТ*

Участник	Ключевые функции и задачи в рамках формируемого механизма	Направления взаимодействия
Промышленные предприятия и организации	<ul style="list-style-type: none"> <li>-следование устанавливаемым стандартам в сфере НДТ;</li> <li>-получение комплексных экологических разрешений;</li> <li>-выполнение требований в рамках реализации планов мероприятий по охране ОС;</li> <li>-ориентация на практическую реализацию принципов НДТ (внедрение природоохранных, безотходных и малоотходных технологий в производственный цикл, создание «чистых» производств, низкоуглеродной продукции)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-формирование спроса на инновационные технологии в сфере НДТ;</li> <li>-привлечение научно-исследовательских центров и организаций к решению задач, связанных с разработкой и внедрением НДТ;</li> <li>-привлечение инвесторов к реализации эколого-ориентированных проектов, расширение экономических и технологических возможностей;</li> <li>-участие в реализуемых региональных программах, нацеленных на модернизацию промышленных производств и низкоуглеродное развитие</li> </ul>
Потенциальные покупатели товаров и услуг	<ul style="list-style-type: none"> <li>-формирование преимуществ компаний-поставщиков, нацеленных на внедрение НДТ в производственный цикл</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-развитие сотрудничества с компаниями, осуществляющими переход к принципам НДТ</li> </ul>
Страховые компании	<ul style="list-style-type: none"> <li>-реализация программ, нацеленных на страхование экономических рисков инвесторов проектов в области внедрения наилучших доступных технологий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-участие в программах государственного экологического страхования;</li> <li>-обеспечение взаимодействия с промышленными ассоциациями и компаниями, обсуждение условий и формирование целевых приоритетов</li> </ul>
Банки и иные финансово-кредитные организации	<ul style="list-style-type: none"> <li>-проведение специальных программ и разработка особых условий предоставления кредитных займов для проектов, реализуемых эколого-ориентированные программы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-предоставление особых кредитных условий предприятиям и компаниям, реализующим программы перехода к НДТ</li> </ul>
Промышленные ассоциации и объединения	<ul style="list-style-type: none"> <li>-организация и проведение дискуссий, семинаров, круглых столов по вопросам, связанным с внедрением НДТ;</li> <li>- формирование новых механизмов взаимодействия между ключевыми участниками</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-обмен опытом и обучение в области экологизации производства и внедрения наилучших доступных технологий</li> </ul>
Научно-исследовательские центры и институты	<ul style="list-style-type: none"> <li>-содействие разработке и адаптации инновационных технологий в сфере наилучших доступных технологий</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-участие в научно-практических исследованиях;</li> <li>-интеграция с промышленными ассоциациями и предприятиями</li> </ul>

Инвесторы	-приоритет предоставления инвестиций для компаний и проектов, внедряющих НДТ; -переход на принципы «ответственного инвестирования»	-финансирование перспективных проектов в области НДТ; -установление взаимовыгодных условий (согласование интересов бизнеса и государства)
Эксперты	Независимый мониторинг и контроль реализации проектов по экологической модернизации производств на основе НДТ	-формирование экспертных групп и инспекций на промышленные предприятия. -подготовка независимых заключений для органов власти и инвесторов
Фонды	-создание резервных фондов; -обеспечение возможности стимулирования компаний в контексте перехода к НДТ посредством различных инструментов, в частности, «вознаграждения»	-поддержка предприятий, внедряющих НДТ и реализующих экологоориентированные программы

Исходя из вышесказанного, эколого-ориентированный проект может иметь следующую дескриптивную модель технологии управления (рисунок 4.4)



*Рисунок 4.4 - Модель технологии управления проекта с использованием механизмов партнерства в рамках ОЭМ экологизации*

Лучшим способом выработки эффективных управленческих решений в рамках реализации механизма экологизации является развитие эффективного взаимодействия со всеми стейкхолдерами. Партнерство с обществом и

конкурентами, а также механизмы, предполагающие независимую экспертную оценку, являются залогом успешной реализации эколого-ориентированного проекта.

Важным элементом реализации проектов экологизации является бенчмаркинг. Механизм, позволяющий сравнивать достижение определенных технико-экономических показателей в рамках схожих технологических процессов, в рамках одной отрасли. При внедрении новых технологий, включая НДТ, часто наблюдается либо отсутствие, либо небольшое количество внедренных в производство аналогов, поэтому важно определить эталонные достижения и экспертно установить интервалы технико-технологических маркерных показателей, по которым данную технологию можно отнести к эколого-ориентированной.

Информационное пространство в рамках разработанного организационно-экономического механизма экологизации минерально-сырьевого комплекса представлено на рисунке 4.5.

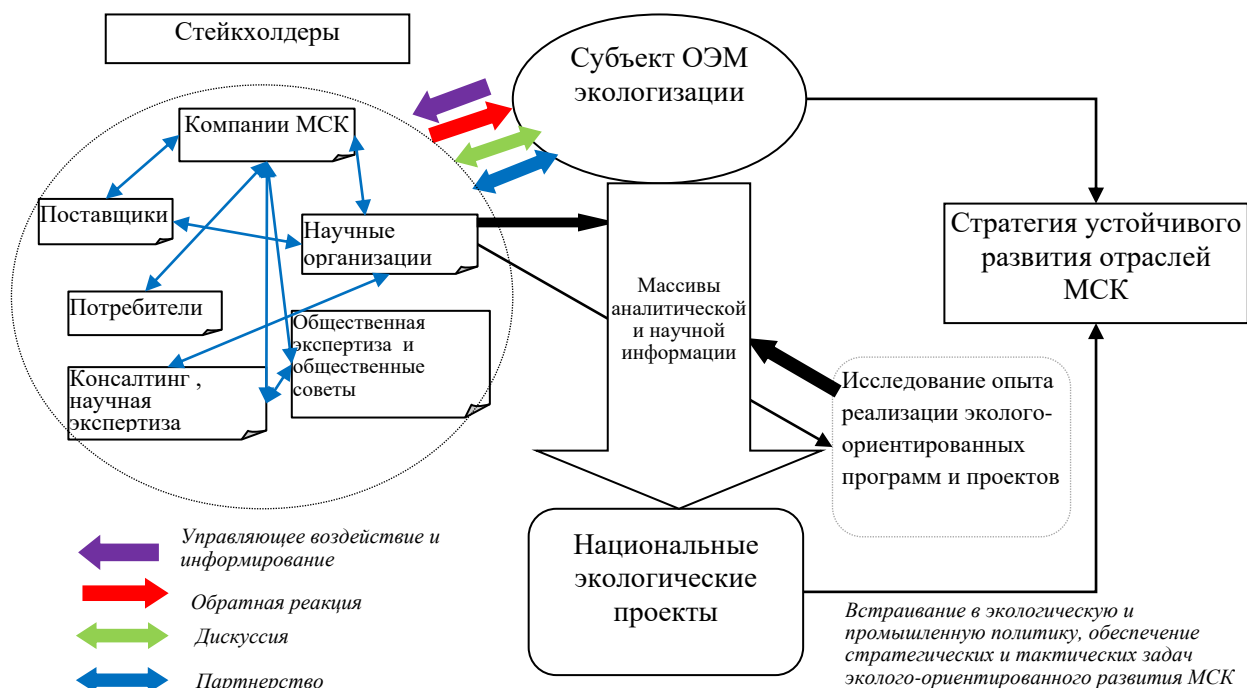


Рисунок 4.5 – Модель обратной связи и информации в системе реализации ОЭМ

Организационно-экономический механизм и технология его реализации должны включать ареал большого пространства информационного обеспечения. Важен сбор данных о деятельности минерально-сырьевых компаний, влияния их производственно-хозяйственной деятельности на природную среду в части сброса сточных вод, нарушения ландшафтов, управления отходами, использования замкнутых циклов в производстве. Необходим постоянный мониторинг изменений в нормативной и правовой среде, требуется изучение международных климатических и экологических конвенций. Также важно отслеживать мировой опыт в части становления «зеленой экономики, экономики замкнутого цикла, практики внедрения НДТ – в этих областях следует аккумулировать информацию, постоянно фиксировать изменения и передовые тренды инноваций природоохранного типа.

Инструмент обратной связи, связан и с организацией конгрессов и симпозиумов по проблемам природоохранной деятельности в МСК, взаимодействию на всех уровнях стратегического управления с привлечением стейкхолдеров.

Площадка обмена информацией и знаний с привлечением «лидеров мнений» из академического сообщества и из производства позволит держать тренд вовлеченности в процессы технологических изменений, которые происходят в сфере экологизации в МСК. Реализация ОЭМ должна сопровождаться привлечением независимых экспертов из профессиональной среды. Общественное обсуждение и привлечение экспертов к реализации национальных и региональных экологических проектов не может быть формальностью, а должно стать реально действующим инструментом процесса экологизации. Модель взаимодействия в рамках процесса экологизации в МСК представлена на рисунке. 4.6.

В условиях энергетической трансформации и наступления эры «зеленой» экономики важно подчеркивать регулирующую роль государства в процессах экологизации.



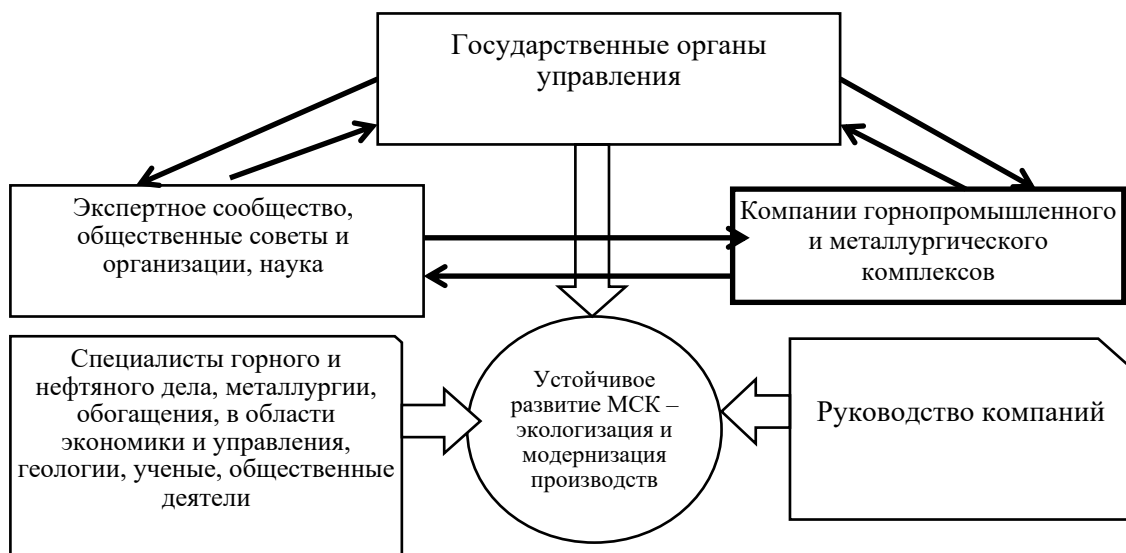


Рисунок 4.6. - Модель учета интересов при управлении экологизацией

При этом довольно четко должны выделяться интеграционные взаимосвязи ключевых стейкхолдеров. Кроме компаний, и проектных команд, реализующих эколого-ориентированные проекты, важно внешнее микроокружение проекта. А здесь уже подключаются общество, ученые и конкретные специалисты из производственной среды, благодаря которым можно создать реально эффективную систему обеспечения эколого-экономической устойчивости сложных промышленных систем минерально-сырьевого типа.

Участие заинтересованных сторон в реализации эколого-ориентированных проектах важно при принятии как тактических, так и стратегических решений. Правильно выстроенные этапы позволяют обмениваться информацией, осуществлять консультирование. Привлечение стейкхолдеров – это важнейшая часть реализации природоохранных программ и проектов. Процесс управления стейкхолдерами выстраивается на принципах взаимодействия и взаимодополнения функций реализации для получения значимых социо-экологических и экономических эффектов. Взаимодействие со стейкхолдерами не должно рассматриваться как инструмент способствующий созданию исключительно позитивного общественного отношения к решениям менеджеров, которые принимаются в итоге за «закрытыми дверями».

Макроэкономическое окружение эколого-ориентированных проектов представлено широким кругом заинтересованных сторон, рисков, факторов, которые оказывают влияние, на инновационный проект с непрозрачной экономической эффективностью. Условия реализации такого проекта могут быть уникальны и подвержены высоким экономическим и экологическим рискам.

Важно подчеркнуть особенность управления процессом взаимодействия со стейкхолдерами в эколого-ориентированных проектах. Моделировать изменения степени и глубины взаимодействий с заинтересованными участниками целесообразно по стадиям жизненного цикла проекта. Уровень роста доверия стейкхолдера к любому природоохранному проекту возникает по мере приближения его к зрелости или завершению. Когда виден осязаемый результат проекта многие целевые экологические, социальные, экономические, технологические, инновационные показатели становятся прозрачными. На первоначальных этапах проекта появляются возможности влиять на потенциал его эффективности, поскольку здесь формируются целевые установки и обозначаются приоритеты. Поэтому, менеджменту проекта необходимо на начальных этапах четко определить комплекс мероприятий по активизации вовлеченности и обеспечению роста доверия ключевых стейкхолдеров. Модель «Доверие – эффективность» представлена на рисунке 4.7,

Можно выделить два уровня доверия. «Уровень доверия 1» - четко выстроены существующие регламенты и процедуры. Есть механизмы общественной экспертизы. Проводятся встречи с инвесторами, государством и общественными организациями. Проходят регулярные встречи на основе спланированной дорожной карты. «Уровень доверия 2» – отсутствие четко формализованных процедур взаимодействия и управления. То есть взаимодействие со стейкхолдерами осуществляется, но отсутствует прозрачная отчетность, встречи и деловое общение происходят не регулярно. Промежуточные итоги достижения целевых индикаторов не отражаются в презентациях и не обсуждаются на деловых встречах.

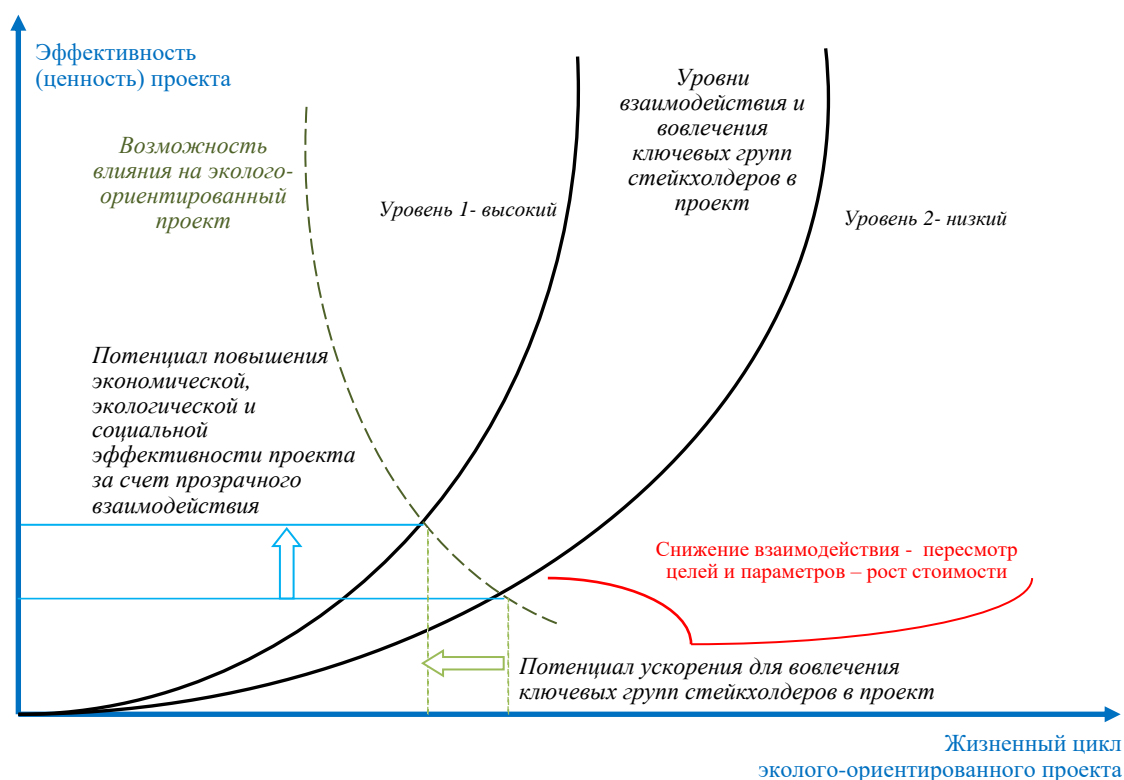


Рисунок 4.7. - Модель «Доверие – эффективность»

Отсутствие прописанных и регламентированных процедур может привести и к резкому ухудшению степени доверия стейкхолдеров. Эколого-ориентированные технологии, внедряемые с нарушением технологических регламентов, упущением ряда важных природоохранных аспектов, а также связанные с неявным мониторингом и контролем или его полноценным отсутствием, могут вызвать недоверие стейкхолдеров. Это, в свою очередь, приводит к пересмотру технической документации, дополнительным капитальным и эксплуатационным затратам, удлинению сроков проекта. И как следствие, такие негативные подходы к управлению могут обернуться большими финансовыми потерями для компании, в том числе и связанными с дополнительными экологическими штрафами и платежами.

На примере проектов по снижению углеродоемкости оценим возможные интересы ключевых стейкхолдеров таких проектов, и в частности проекта, направленного на повышение нефтеотдачи с использованием техногенного CO<sub>2</sub>. (проект CO<sub>2</sub>-ПНО).

Основными заинтересованными сторонами, группами влияния, существующие внутри или вне компании, которые надо учитывать при осуществлении деятельности выступают: бизнес, государство (региональные власти), потребители, поставщики, сотрудники, общественные организации. Поскольку такие проекты связаны с захоронением большого количества углекислого газа в подземных резервуарах общественные организации также отнесем к ключевым стейкхолдерам. В таблице 4.2 рассмотрим ключевые группы стейкхолдеров, наиболее ощутимо связанных с реализацией проекта СО<sub>2</sub>-ПНО, их возможные интересы, способы и ресурсы влияния.

*Таблица 4.2.*

*Интересы заинтересованных сторон и способы их влияния на проект*

<b>Стейк-холдеры</b>	<b>Основные интересы по отношению к проекту</b>	<b>Способы и ресурсы влияния</b>
1. Государство	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ответственное и эффективное использование природных ресурсов, рациональное недропользование;</li> <li>- реализация экологических проектов, способствующих комплексному развитию территории, снижению ресурсоемкости, отходоемкости, энерго- и углеродоемкости;</li> <li>- налоговые отчисления в различные бюджеты;</li> <li>- обеспечение новых рабочих мест</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- совершенствование законодательства, направленное на введение стандартов ресурсоемкости, отходоемкости, энерго- и углеродоемкости производств;</li> <li>- предоставление льгот и субсидирование социально важных экологических проектов предприятий.</li> </ul>
2. Бизнес	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стратегическое развитие проекта;</li> <li>- получение доходности проекта;</li> <li>- повышение имиджа компании за счет реализации сложного инновационного эколого-ориентированного проекта;</li> <li>- получение статуса ответственного инвестора.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- корректировка финансирования в ходе реализации проекта;</li> <li>- привлечение дополнительных инвестиций и мер государственной поддержки.</li> </ul>
3. Потребители	<ul style="list-style-type: none"> <li>- точность в процессе ценообразования;</li> <li>- использование продукта с низким углеродным следом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование спроса и интереса к проектам по снижению углеродоемкости.</li> </ul>
4. Поставщики и подрядчики	<ul style="list-style-type: none"> <li>- интерес к долгосрочному сотрудничеству в рамках поставки комплектующих и материалов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- своевременная поставка услуг и товаров</li> </ul>
5. Сотрудники	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стабильная оплаты труда и социальная поддержка;</li> <li>- безопасные условия труда;</li> <li>- создание необходимых условий для профессионального роста, социального благополучия сотрудников;</li> <li>- получение новых компетенций в рамках</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- предоставление обратной связи по реализации отдельных этапов проекта для их оптимизации.</li> </ul>

	реализации инновационного проекта.	
6. Общество	- экологическая безопасность; - повышения уровня качества жизни и здоровья местных жителей;	- содействие в развитии инфраструктуры информационного обмена.

Наиболее часто используемым графическим инструментом для оценки роли заинтересованных сторон выступает матрица «Интересов и степени влияния стейкхолдеров». На рисунке 4.8, представлено распределение 6 групп стейкхолдеров проектов секвестрации в соответствии с уровнями их влияния на проект и интереса.

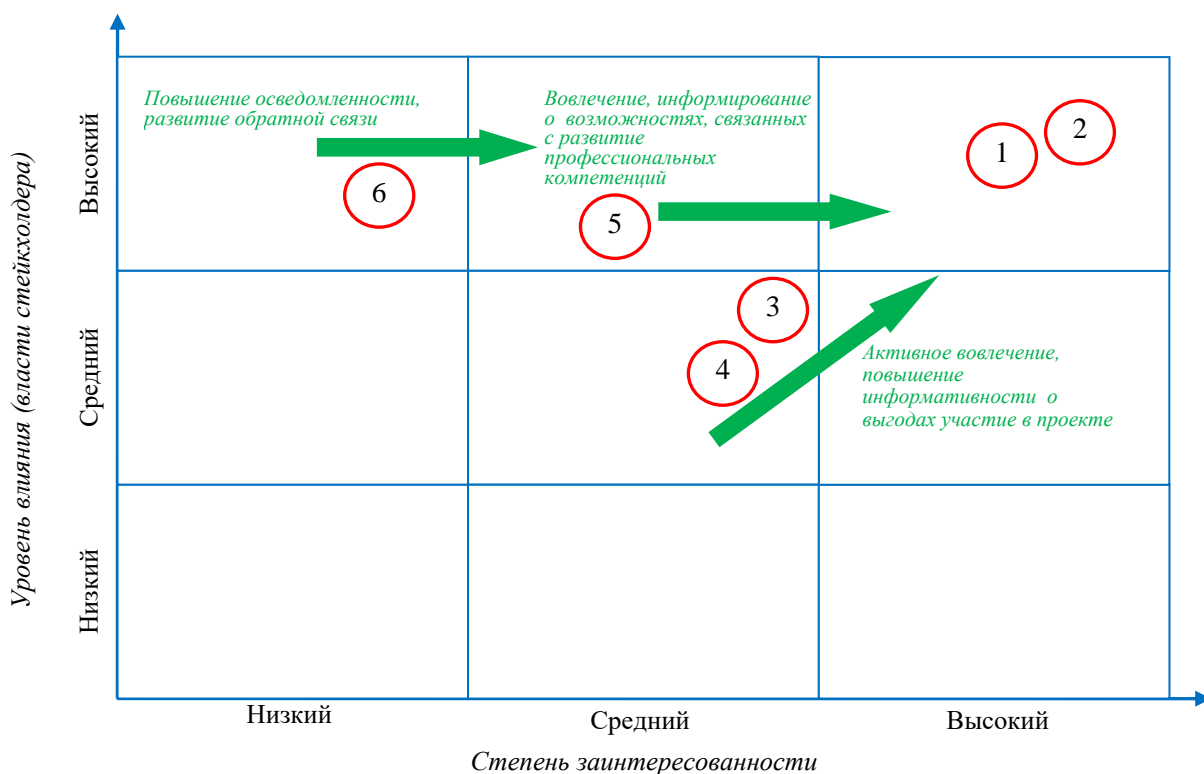


Рисунок 4.8 - Матрица «влияние-интерес» для проекта ПНО-CO<sub>2</sub>

Существуют ряд стратегий, которые позволяют ключевым участникам работать со всеми стейкхолдерами. Стратегии в зависимости от того в каком секторе находится участник могут меняться:

1. *Наблюдательная стратегия* предполагает периодическое уточнение изменения интереса к проекту или уровня влияния. Например, развитие углеродного рынка и введения регулирующих механизмов, направленных на стимулирование выпуска продукции с низким углеродным

следом повысит интерес промышленных потребителей продукции. Такие потребители будут покупать условно «зеленую» нефть, соответственно появляются экономические интересы, направленные на минимизацию налогов, в рамках формирования механизмов углеродного рынка.

2. *Информативная стратегия* направлена на развитии активное развитие информационного пространства, где будут постоянно обновляться актуальная информация, и подчеркиваться преимущества проекта его влияния на окружающую среду и социум. В рамках такой стратегии важно доказывать экологическую безопасность проекта и формировать общественное восприятие. Вопросы утилизации и транспортировки, а соответственно и проблемы возможных утечек углекислого газа необходимо отражать в рамках стратегии информирования. Допустимые концентрации и долгосрочный мониторинг нефтяных месторождений с падающей добычей – объектов закачки CO<sub>2</sub> – также вопрос, который должен освещаться в рамках данной стратегии.;

3. *Стратегия поддержание баланса между стейкхолдерами.* Может использоваться в том случае если роль и место сетйкхолдера полностью устраивает инициаторов проекта и самих ключевых участников. В рамках эколого-ориентированных проектов, в том числе и связанных со снижением углеродоемкости, такая стратегия может использоваться с минимальной долей вероятности. Общество и потребители, как правило, недовольны степенью своего влияния и вовлеченности в проект в силу невысокой осведомленности.

4. *Стратегия масштабного вовлечения.* Инициаторы проекта, активно вовлекают в проект всех заинтересованных лиц. Происходит перманентная демонстрация результатов на разных этапах. Проводятся коллегиальные заседания с общественными организациями, а также консультации с подрядчиками и потребителями. Природоохранные проекты, безусловно, ориентированы на социальную среду. Однако установить конструктивный баланс среди участников не всегда удается. Как правило, экологические общественные организации выступают против мероприятий, где внедряются не апробированные технологии воздействия на окружающую

среду, которые не имеют аналогов. В случае проектов секвестрации вмешательство в природную среду посредством складирования больших объемов техногенного углекислого газа представляется обществу небезопасной. Поэтому будет осуществляться противодействие с большей или меньшей степенью активности.

Возможные инструменты взаимодействия с заинтересованными сторонами в рамках проекта представлены в таблице 4.3.

*Таблица 4.3*

*Интересы заинтересованных сторон и способы их влияния на проект  
ПНО-СО<sub>2</sub>*

<b>Стейкхолдеры</b>	<b>Инструменты взаимодействия</b>
1. Государство	<ul style="list-style-type: none"> <li>- система обратной связи от инициаторов проекта, потребителей и общественных организаций;</li> <li>- инициация создания научно-производственных кластеров на базе проекта ПНО-СО<sub>2</sub>;</li> <li>- информирование об институциональном развитии и стимулирующих мерах в рамках проблем снижения углеродоемкости</li> </ul>
2. Бизнес	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовка презентаций, подчеркивающих основные показатели социальной и экологической эффективности проекта,</li> <li>- оформление необходимых отчетов для государственных и общественных организаций;</li> <li>- проведение деловых встреч;</li> <li>- организация выездных посещений на промышленные и инфраструктурные объекты для инвесторов и представителей общественно-экспертного сообщества</li> </ul>
3. Потребители	<ul style="list-style-type: none"> <li>- участие в социально-экономическом партнерстве в рамках проектов ПНО-СО<sub>2</sub>;</li> <li>- участие в разработке нормативных и правовых документов направленных на снижение углеродоемкости.</li> </ul>
4. Поставщики и подрядчики	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовка рабочей документации;</li> <li>- участие в деловых встречах по проектам;</li> <li>- участие в социально-экономическом партнерстве в рамках проектов ПНО-СО<sub>2</sub>;</li> <li>- контроль выполнения работ.</li> </ul>
5. Сотрудники	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование базы рационализаторских предложений;</li> <li>- инициация встреч с руководством;</li> </ul>
6. Общественные организации // активные местные жители	<ul style="list-style-type: none"> <li>- участие в составлении отчетности по проектам;</li> <li>- подготовка отчетов по оценке экологической и социальной эффективности проекта</li> <li>- участие в выездных заседаниях и посещениях производственных объектов.</li> </ul>

Важно отметить, что вследствие высокой стоимости технологий, важны стимулирующие меры и здесь государство выступает в качестве ключевой силы, инициирующей проект. В случае же реализации проектов захоронения в водоносные пласты или соляные формации наблюдается только экологический (климатический) эффект. Здесь инициатором выступают органы власти, и следовательно, матрица интересов примет совсем другой вид. Степень заинтересованности бизнеса падает и только лишь определенные мотивационные аспекты, связанные с ростом экологического имиджа и повышением статуса ответственного инвестора, могут увеличить заинтересованность к проектам захоронения в геологические резервуары.

Автор сформулировал ряд рекомендаций по построению системы взаимодействия заинтересованных лиц при инициации, разработке и реализации проектов секвестрации углекислого газа:

- важно сформировать организационно-управленческую модель и процедуры, в рамках которых будет происходить активное вовлечение и равноправное участие всех стейкхолдеров, при этом должна быть прописана возможность принятия решений стейкхолдерами;
- перед реализацией реализации проекта секвестрации целесообразно организовать информационную кампанию, направленную на повышение осведомленности общества об экологических и климатических проблемах и вызовах. Проблемы должны освещаться как на территории конкретного региона, так и в целом на национальном уровне. Кроме того, необходимо формировать открытые онлайн системы, где будет аккумулироваться информация о внедряемых в мировой практике перспективных природоохранных технологиях, включая технологии CC(U)S. Должны подключаться региональные средства массовой информации, а также важно рекламировать содержание и ход национальных экологических программ и проектов, в том числе проектов, направленных на снижение углеродоемкости;



- уровень доверия к проектам секвестрации может быть повышен путем активного участия государства в таких проектах, используя различные механизмы партнерства с бизнесом и обществом;
- для повышения научной обоснованности важно вовлекать к реализации проектов секвестрации научно-исследовательские институты и университеты. Деятельность в области просвещения и научных исследований повысит обоснованность уникальных проектов секвестрации, находящихся на начальном этапе своего жизненного цикла и тем самым повысят доверие к этим проектам в обществе;
- реализация проектов секвестрации должна проходить на основе максимальной открытостью, важно привлечение независимых экспертов, экологических неправительственных организаций.

#### **4.3. Анализ применения экологического мониторинга как составной части стимулирования экологизации и одного из видов НДТ**

В научных исследованиях существует множество разных подходов к структуре и направлений мониторинга и контроля.

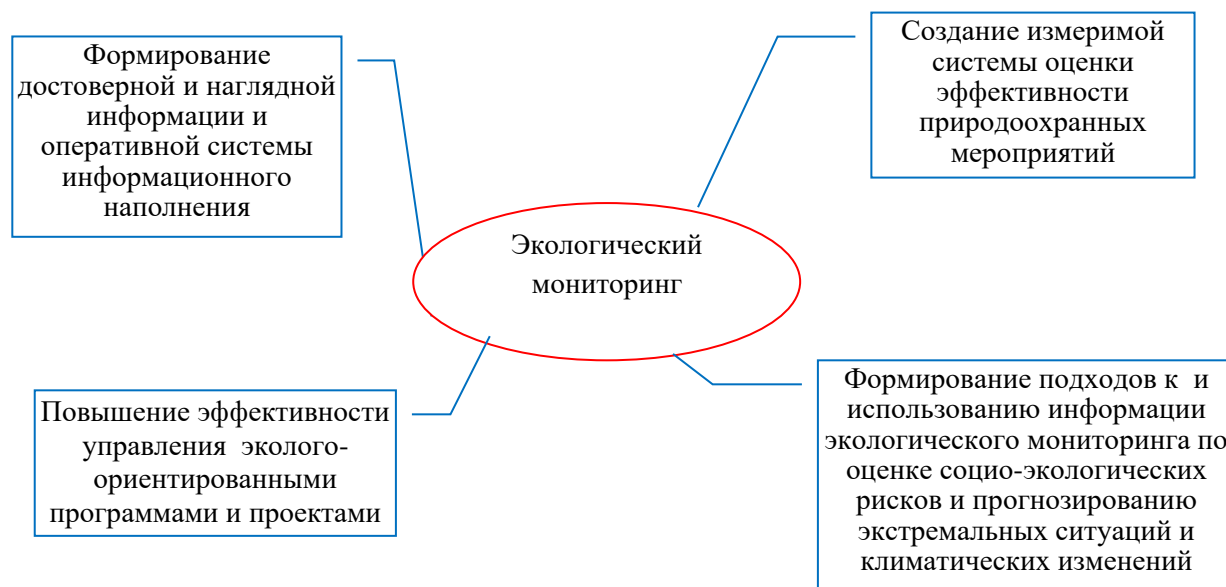
Мониторинг можно рассматривать как составную часть базовых функций управления процессом экологизации, довольно часто его рассматривают в рамках функции контроля. С его помощью можно осуществлять управление и контроль как текущей эколого-ориентированной деятельностью компаний, так и в рамках программно-проектного управления.

Экологический мониторинг и контроль — важнейшие составляющие разработанного организационно-экономического механизма. Как правило, при реализации промышленных проектов, мониторинг включает ряд мероприятий, таких как исследование всего спектра источников техногенного воздействия на природную среду, включая ландшафты, грунтовые воды, лесные массивы и др.

Экологический мониторинг проводится путем сбора, обобщения и анализа данных о состоянии окружающей среды путем отслеживания состояния окружающей среды; наблюдение за промышленными и другими

источниками антропогенного влияния на природную среду и процессами изменений; прогнозирование изменений природной среды и ее состояния [138].

На рисунке 4.9. представлены ключевые задачи мониторинга в контексте природоохранной деятельности.



*Рисунок 4.9.- Ключевые задачи мониторинга в контексте природоохранной деятельности*

Информационная система экологического мониторинга является источником информации, необходимой для выработки значимых решений на разных уровнях управления (государство, горнопромышленные компании) в области эколого-ориентированного развития и обеспечения устойчивости природных, промышленных, социо-экономических систем [211].

Для проведения качественного мониторинга требуется информационно-аналитическая основа и постоянное ее наполнение. Нерегулярность сбора, обработки и аккумуляции информации о природоохранной деятельности, о состоянии качества воздуха и водных ресурсов препятствует проведению процесса мониторинга. Например, источниками информации для комплексной системы мониторинга окружающей среды на уровне государства являются действующие информационные системы различного уровня:

- 1) данные о состоянии окружающей среды, которые собираются федеральными органами исполнительной власти;
- 2) данные региональных систем мониторинга субъектов РФ и органов местного самоуправления;
- 3) данные об источниках негативного воздействия и состоянии окружающей среды, полученные от крупных компаний добывающего, энергетического, промышленного профиля в результате производственного экологического контроля (ПЭК) и систем автоматического контроля;
- 4) экологическая информация, собранная общественными организациями и частными лицами (общественный контроль).

Оперативный сбор и обработка информации позволят своевременно аккумулировать важнейшие данные по состоянию окружающей среды, климатическим изменениям. С математической точки эффективность информационного обеспечения мониторинга можно решить путем введения следующих показателей:

- $z_{ij}$  – затраты на сбор и обработку информации;
- $f_3(z_{ij})$  – функция определения расходов на  $n$ -ый показатель, характеризующий эколого-ориентированную деятельность предприятия (системы), например, связанную с накоплением или ликвидацией отходов, снижением углеродоемкости и др.;
- $n_{ij}$  – показатель полезности информации;
- $f_{\Pi}(n_{ij})$  – функция полезности;
- $\Pi_{\min}$  – минимальный уровень полезности информации в системе экологического мониторинга.

Тогда модель информационного обеспечения мониторинга процессов экологизации можно представить следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{\Pi}(n_{ij}) \geq \Pi_{\min} \\ \sum_{n=1}^N f_3(z_{ij}) \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (4.1)$$

Эффективность мониторинга связана с интервалами периодичности его проведения. Чем чаще выполняется комплекс мероприятий по мониторингу, тем выше его эффективность, но, соответственно, растут и затраты на задачи сбора информации, ее накопление и обработку.

Используемая в формуле 4.1 «функция полезности» фиксирует удовлетворение потребностей менеджмента компании (проекта, программы) в необходимой информации о состоянии окружающей среды. На фактор полезности может оказывать влияние целая совокупность факторов, в числе которых величина затрат на организацию и проведение мониторинга, трудоемкость оценки данных и т.д. В этой связи оценку полезности можно считать одной из наиболее сложных задач. Целесообразно выделять отдельные категории показателей, формировать специальные шкалы их оценки. При оценке полезности применяют методы кластерного анализа и математические подходы к решению многокритериальных задач.

Во многом разработанные на настоящее время системы мониторинга природоохранной деятельности можно назвать несовершенными. Очень часто, экологический мониторинг рассматривается как точечный процесс, целесообразность проведения которого ограничивается определенными временными рамками. Нерегулярность проведения мониторинга ведет к снижению «способности» промышленных и эколого-социальных систем к адаптации в условиях изменяющихся факторов вредного воздействия на окружающую среду.

Рассматривая систему экологического мониторинга на уровне государства, можно отметить, что наблюдается недостаточно устойчивое состояние данной системы. Так, например, в принятой в 2017 году «Концепции совершенствования системы мониторинга загрязнения окружающей среды с учетом конкретизации задач федерального, регионального и локального уровней на 2017-2025 годы» [23] фиксировались ряд проблем, сдерживающих совершенствование системы мониторинга загрязнения окружающей среды. К числу таких проблем относится:

- высокий износ приборов и лабораторного оборудования государственной наблюдательной сети и низкий уровень ее технического оснащения, который не отвечает современным, в том числе международным стандартам и требованиям.

- отсутствие источников финансирования комплекса мероприятий по развитию, модернизации и техническому переоснащению государственной наблюдательной сети;

- низкий уровень интегрирования процессов сбора, обработки и представления информации, характеризующей загрязнение окружающей среды, с использованием современных информационных технологий;

- отсутствие у большинства органов региональной власти финансовых средств для создания территориальных систем наблюдения;

- отсутствие принципов согласованности функционирования государственной наблюдательной сети, территориальных и локальных систем и сопоставимости получаемых по результатам наблюдений данных.

В современной системе экологического мониторинга важная роль отводится автоматическим системам контроля (АСК).

На современном этапе имеется существенный технологический прогресс в развитии систем АСК, в том числе проявляющий себя в совершенствовании процесса миниатюризации специальных электронных схем. При этом развитие таких систем сдерживается преимущественно экономическими аспектами. Стоимость высокотехнологичных систем мониторинга достаточно высокая.

Функционирование и развитие АСК ОС в России обеспечивается *рядом нормативных и правовых актов*. Федеральным законом от 21 ноября 2011 года № 331-ФЗ в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» были введены специальные положения об экологическом мониторинге, в том числе о Государственном фонде данных государственного экологического мониторинга России (ст.ст. 63, 63.1, 63.2) [12]. Фонд предназначен для сбора, систематизации, обработки и анализа данных, в том числе сведений, содержащихся в информационных базах специальных подсистем в рамках

единой системы государственно-экологического контроля. Данная система включает в себя отдельные подсистемы, направленные на измерение и фиксацию показателей загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, земель, водных объектов и биоресурсов.

В 2014 году вышел еще один Федеральный закон № 2019-ФЗ, который дополнил не только ФЗ «Об охране окружающей среды», но также ст. 25 Федерального 96-ФЗ от 4 мая 1999 года «Об охране атмосферного воздуха» специальным пунктом 4, содержащим требования о необходимости оснащения стационарных источников выбросов загрязняющих веществ на объектах I класса НВОС автоматическими средствами учета и измерения массы, объемов и концентрации этих выбросов, а также специальными техническими средствами передачи полученных сведений в уполномоченные органы и структуры [17].

Продолжением и конкретизацией документальной базы, призванной регулировать и направлять промышленные компании, эксплуатирующих природную среду на стандарты и нормы поведения в сфере экологического контроля, стали положения информационно-технического справочника, вышедшего в 2016 году - ИТС НДТ 22.1-2016 «*Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения*». Данный справочник является межотраслевым. В документе, в числе прочего, перечислены наиболее распространённые и широко используемые подходы к организации ПЭК (производственного экологического контроля) на отечественных промышленных предприятиях. При этом в справочнике предложен и обоснован алгоритм отнесения различных методов и технологий ПЭК к НДТ, отмечена специфика используемых подходов к разработке данного документа.

*Экологический мониторинг внедрения НДТ на основе общественно-экспертной оценки.*

Экологическая информация, собранная общественными организациями и частными лицами, приобретает все большее значение в современной системе

мониторинга. Как уже отмечалось в разделе 4.2 роль общественной экспертизы возрастает и имеет важное значение для реализации эколого-ориентированных проектов, и в частности для осуществления мониторинга и контроля реализации проектов по модернизации производств с применением НДТ.

За последние десятилетия экологические общественные организации и самоорганизованные группы граждан России накопили существенный опыт в обращении к государственным системам мониторинга окружающей среды, разработке собственных решений и проведении природоохранных кампаний, основанных на использовании различных каналов мониторинга, а также в самостоятельном построении краудсорсинговых систем сбора данных о состоянии окружающей среды.

Ведущие неправительственные экологические организации все чаще концентрируются на природоохранных задачах, связанных с независимым мониторингом лесных пожаров, контролем за состоянием лесов, мониторингом нефтяных разливов и сжигания попутного нефтяного газа, контролем за соблюдением природоохранных режимов на водных акваториях в местах обитания редких видов морских млекопитающих, документированием фактов незаконной хозяйственной деятельности на особо охраняемых природных территориях, мониторингом загрязнения рек и разрушением природных экосистем в результате добычи рассыпного золота, мониторингом динамики развития промышленных аварий и обусловленного ими загрязнения окружающей среды, документированием экологических последствий портовой перевалки угля.

Автор исследования участвовал в мониторинговой миссии по оценке мероприятий, связанных с внедрением НДТ на Нижнетагильском металлургическом комбинате (НТМК) холдинга АО «ЕВРАЗ НТМК» в рамках деятельности общественного совета Минприроды РФ.

Как было отмечено в главе 3 «НТМК» активно внедряет в свои производственные процессы НДТ. В ходе мониторинговой работы общественного совета установлено, что на заводе успешно действует

программа ПЭК (производственного экологического контроля), соответствующая требованиям ИТС НДТ 22.1-2016.

Оценку применения НДТ на АО «ЕВРАЗ НТМК» затронула основное производство комбината. Часть НДТ отраслевых справочников, не касающихся выбросов в атмосферу (например, касающихся снижения шума), также не проверяли.

Разнообразие видов продукции, оборудования и технологий, применяемых в черной металлургии, потребовало изучения модернизационных процессов по широкому спектру технологий. При этом, безусловно, не все НДТ отраслевого справочника применимы на рассматриваемом предприятии.

На предприятии используются технологии, представленные в следующих информационно-технологических справочниках:

- ИТС 22-2016 «Очистка выбросов»
- ИТС 26-2017 «Производство чугуна, стали и ферросплавов»
- ИТС 27-2017 «Производство изделий дальнейшего передела черных металлов»
- ИТС 22.1-2016 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения».

Технологический уровень внедряемых НДТ варьируется от технологий «Уборка осевшей пыли с поверхностей полов, стен и оборудования» до технологий «Применение автоматизированной системы модели управления аглококсоδοменным производством, основанной на совместном применении методов интеллектуального анализа данных». Соответственно влияние применения используемых НДТ на снижение выбросов и совокупного воздействия на окружающую среду различается в тысячи раз.

Структура НДТ, приведенных в ИТС-26 и ИТС-27, является неоднородной. Применяются НДТ, характеризующие один технологический процесс. При этом значительная часть НДТ, состоит из большого числа элементов.



Например, в справочнике 26-2017 «Производство чугуна, стали и ферросплавов» отражена НДТ, представленная одним элементом - 5.3.1 «Технология производства кокса в коксовых печах путем термической обработки угольной шихты без доступа воздуха, последующего охлаждения и сортировки коксового пирога и очистки коксового газа с применением ресурсо- и энергоэффективных процессов и методов ограничения негативного воздействия на окружающую среду, включающих технологии». Здесь же представлена технология НДТ 5.3.2 «Снижение выбросов при подготовке угля к коксованию», которая включает пять элементов такие как:

«аспирационные системы с эффективной очисткой от пыли»; «строительство закрытых складов угля»; «устройство стенок для ограждения штабелей, минимизация высоты падения разгружаемого в штабели угля (менее 0,5 м), распыление воды или полимерных эмульсий на поверхности штабелей»; «применение сухих методов пылеулавливания для очистки аспирационного воздуха»; «уборка осевшей пыли с поверхностей полов, стен и оборудования».

Автором в рамках проводимого мониторинга предложены ключевые характеристики оценки внедрения НДТ, такие как:

- технологии (элементы технологий) из перечня НДТ, которые применимы к исследуемому металлургическому комбинату и являются объектов оценки;

- НДТ применяется полностью;
- НДТ применяется частично;
- НДТ не применяется.

Отдельно мониторингом оценивалась экономическая целесообразность по данным инвестиционных проектов модернизации представленным комиссией.

Результаты экологического мониторинга по производствам металлургического передела представлены на графо-аналитической модели. (рис. 4.10.).

В рамках мониторинга проанализировано применение 76 наилучших доступных технологий, содержащих 181 элемент.

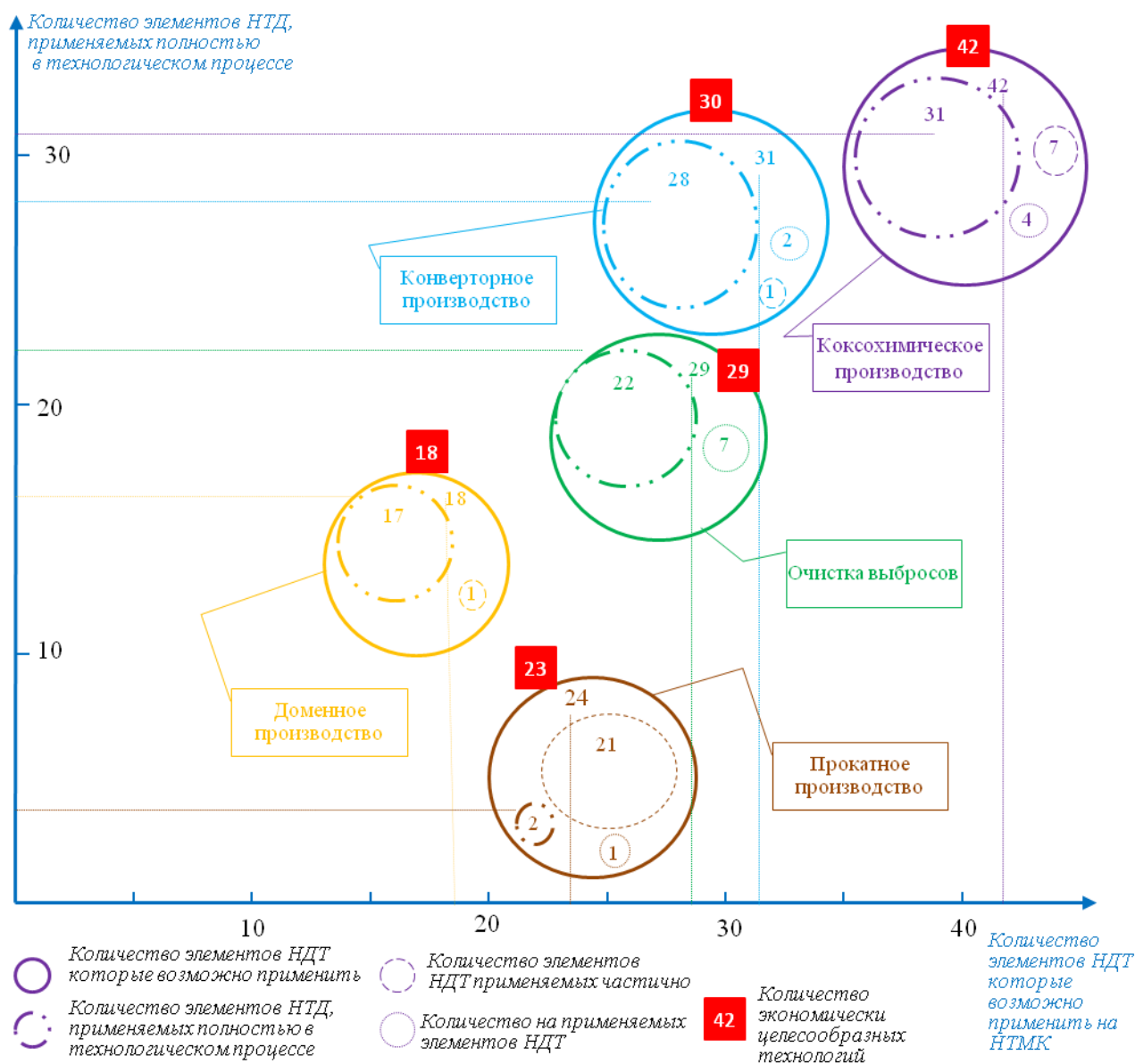


Рисунок 4.10. - Графо-аналитическая модель мониторинга общественно-экспертной оценки эффективности внедрения НДТ на металлургическом производстве

Определено, что 146 технологий применимо на НТМК и экономически целесообразно, из них 102 - применяются в полном объеме на всем комбинате, 30 - применяются частично.

Кроме того, проверено использование в рамках проекта модернизации перспективных технологий (необязательных) – 45 НДТ и 69 элементов.

Итого в рамках мониторинга оценено 121 НДТ, содержащих 250 элементов технологий.

Отдельно оценена эффективность использования НДТ 5.1.1 Система экологического менеджмента и НДТ 5.1.2 Система энергетического менеджмента

Экологическая эффективность подтверждается снижением удельных выбросов на 1 тонну стали ниже требований НДТ по всем маркерным веществам кроме диоксида серы.

Необходимо отметить последовательность в проведении модернизации производства и высокий уровень использования на НТМК наилучших доступных технологий.

Следует подчеркнуть достаточно высокий уровень применения на НТМК наилучших доступных технологий и перспективных НДТ. Наиболее современным является доменное производство. Прокатное производство показывает высокую долю частично используемых НДТ. Это вызвано тем, что на нем есть участки разных поколений технологии от 1947 года (рельсопрокатное) до 2018 года (колесопркатное).

Тем не менее, необходимо отметить, что для проведения качественного мониторинга необходимо большое количество данных, поэтому возникает сложность обобщенной оценки. А высокая трудоемкость выполняемой работы подчеркивает необходимость разработки унифицированных подходов к мониторингу и обеспечение перманентного контроля хода реализации проектов эколого-ориентированной модернизации промышленных производств. В этой связи важно формировать общедоступную информационную базу с элементами автоматизации и интерактивности. В этом существенно может помочь составление постоянно обновляемых экологических карт, позволяющих осуществлять мониторинг.

*Развитие эколого-промышленного картографирования как инструмента экологизации.* В рамках совершенствования систем экологического мониторинга, представляется важным разработка единой комплексной базы,

которая могла аккумулировать и максимально оперативно обновлять сведения о состоянии окружающей среды в России и параметрах эколого-ориентированной модернизации промышленности.

Комплексность и многоаспектность, а также разносторонний характер и оперативность поступающей информации, являются наиболее важными ключевыми характеристиками такой базы.

Следует отметить, что на современном этапе существуют попытки создания подобных комплексных информационных систем, объединяющих те и или иные показатели состояния окружающей среды в определенных населенных пунктах, городах и регионах нашей страны. При этом следует отметить, что используется ограниченный круг показателей состояния окружающей среды

Ряд информационных систем предоставляет еженедельные графики, в которых приводятся лишь некоторые выборочные данные о состоянии атмосферного воздуха, при этом без должного внимания остаются показатели качества сточных вод, почвенного покрова, количества и мест размещения санкционированных и несанкционированных свалок и др.

Экологические карты представляют собой наглядные и информативные данные. Именно в картографировании видятся особые перспективы в формировании единой и комплексной базы данных эколого-промышленной направленности.

На настоящее время существуют десятки самых разнообразных карт, тем или иным образом освещающих состояние окружающей среды в России, в том числе размещенных в интернет-среде, одновременно функционирующих в режиме регулярного обновления и уточнения.

Среди наиболее популярных интернет-ресурсов, можно выделить следующие карты:

- интерактивная карта Минприроды РФ [101];
- эко-карта Росприроднадзора [217];
- карта экологического рейтинга [111];

- народная карта экологических нарушений (с возможностью подавать жалобы и сообщения об экологических нарушениях в режиме реального времени) [142];

- карту загрязнений воздуха России [106];

- онлайн-карту загрязнений воздуха в г. Москве, функционирующую на базе официального сайта Мосэкомониторинга России [107] и др.

Помимо карт, инициаторами создания которых выступили российские органы власти, промышленность и профессиональные экологи, существует и зарубежная информация об экологическом состоянии территории России. Например, некоторые данные экологического характера можно встретить в рамках таких известных онлайн-проектов как:

- мировая карта озонового слоя [134];

- карта загрязнения атмосферного воздуха в мире, демонстрирующая соответствующие индексы в режиме реального времени [86];

- карта загрязнений пластиком мирового океана [108];

- мировая карта лесных массивов [133] и др.

Помимо карт, характеризующих общую экологическую ситуацию в мире и Российской Федерации, а также в отдельных городах и регионах, существуют ресурсы, отображающие сведения о состоянии промышленного сектора. Среди них, в частности, можно выделить такие как:

- общая промышленная карта РФ [170];

- карта промышленности Минпромторга [110];

- атлас промышленности [52] и т.д.

Следует пояснить, что карты и атласы промышленности России в целом отображают специфику размещения промышленного сектора нашей страны, а также отдельные производственно-технологические и экономические критерии и показатели отечественного производства, в том числе: кластерные формы образования, специализацию, мощность оборудования, уровень технологического развития, численность задействованного персонала, объём

валовой продукции в натуральном и стоимостном выражении, размещение промышленных площадок, индустриальных парков, технопарков и др. Также, существуют карты полезных ископаемых [109], а также общие экономические карты России и ее отдельных регионов [226].

Рассмотренные карты являются ценными информационными ресурсами, аккумулирующие данные об окружающей среде, ее состоянии, показателях промышленности России. Тем не менее, несмотря на их неоспоримую ценность, существуют и недочеты, требующие доработки.

Так, например, многие карты, несмотря на широкие возможности современных средств программного обеспечения, а также существующие технологии в сфере разработки онлайн-ресурсов, до сих пор являются лишь однослойными – то есть, показывающими лишь те или иные отдельные параметры без возможности одновременного рассмотрения разнообразных критериев той или иной тематической группы. Также существуют несколько-слойные карты, где параметры рассматриваются уже в более расширенной совокупности данных. Как правило, количество такого рода слоев не превышает десяти или находится близко к этому значению.

При этом не существует эколого-промышленных карт, в которых бы отображались важные параметры, связанных с экологизацией экономики. В современных условиях для реализации эффективных технологий управления экологизацией необходимы интерактивные картографические системы с демонстрацией и автоматическим расчетом различных взаимосвязей и корреляционных зависимостей между показателями самых разнообразных тематических групп-слоев.

Лишь в единичных отечественных картах отображаются экологические показатели в интерактивном режиме – с регулярным обновлением данных.

Таким образом, в диссертации предлагается создание *Единой общероссийской интерактивной эколого-промышленной карты*.

Согласно авторской идее, данная карта включит в себя следующие тематические слои:

– загрязнения воздуха (включая интерактивное отображение показателей содержания в атмосферном воздухе оксида углерода (CO); серы диоксида (SO<sub>2</sub>), метана (CH<sub>4</sub>), сероводорода (H<sub>2</sub>S), аммиака, оксида азота (NO), диоксида азота (NO<sub>2</sub>), озона приземного (O<sub>3</sub>), взвешенных частиц PM<sub>10</sub>, взвешенных частиц PM<sub>2,5</sub>, бензола (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), формальдегида (CH<sub>2</sub>O), нафталина (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>) и др.);

– загрязнения поверхностных вод суши;

– загрязнения морских вод;

– загрязнения почвенного покрова;

– основные локации образования отходов России (в том числе: санкционированные, несанкционированные или стихийные, для бытовых, промышленных отходов, комбинированные и т.д.);

– метеорологические сведения;

– информация гидрологического характера;

– информация о радиационном фоне Земли;

– морские гидрометеорологические сведения;

– слой-карта лесного покрова, с отметкой особо охраняемых зеленых зон, а также мест крупных лесных пожаров, нарушений лесного законодательства, незаконной вырубке лесов и др.;

– слой-карта «Охота и рыболовство, организации, территории и мероприятия в области сохранения водных ресурсов, воспроизводства и использования объектов животного мира»;

– слой-карта «Сырьевые и топливные ресурсы»;

– слой-карта «Народный патруль», с оперативной фиксацией в онлайн-режиме жалоб и сообщений о тех или иных экологических нарушениях либо иных событиях, касающихся состояния окружающей среды, поступающих от граждан России в разных населенных пунктах;

– слой-карта «СМИ о состоянии окружающей среды» (актуальные репортажи, заметки, статьи, радио- и интернет-выступления, с освещением тех

или иных интересующих событий, произошедших в конкретных местах, с регулярным обновлением медиаданных). Актуальные сведения такого рода должны показываться пользователям при наведении курсора на то или иное населенный пункт или муниципальное образование;

- слой-карта, с предоставлением и фиксацией важных сведений Росприроднадзора;
- оперативной информации Минприроды РФ и др.

Помимо отмеченных, также предлагается разработать и ввести слой-карту «*Предприятия России*», где бы в рамках отдельных подгрупп целесообразно отобразить:

- распределение предприятий по технико-экономическим показателям (объему выпускаемой продукции, валовому доходу, чистой прибыли и др.);
- принадлежность организаций к тем или иным промышленным отраслям и комплексам;
- распределение компаний в зависимости от категории НВОС: I, II, III и IV класса опасности – соответственно;
- информация о внедрении или отсутствии программ НДТ; получения или не получения комплексных экологических разрешений (КЭР); наличия / отсутствия программы повышения экологической эффективности или плана мероприятий по охране окружающей среды;
- уровень деловой и/или экологической репутации выделение экологические ответственных компаний и инвесторов;
- наличие прохождения (или отсутствие) общественной проверки мероприятий по экологизации производства, в том числе внедрения и применения НДТ, реализуемой силами общественных экспертных групп с отображением основных ее результатов.

Также в рассматриваемую слой-карту «*Предприятия России*» могут быть добавлены: подслой «Ключевые партнеры организаций, внедривших НДТ», «Ключевые покупатели продукции предприятий, перешедших на принципы



НДТ», «Страховые компании, задействованные в программах государственного экологического страхования, а также в страховании экономических рисков инвесторов проектов в сфере внедрения НДТ», «Банки и иные финансовые и кредитные институты, реализующие кредитование проектов по внедрению НДТ на особо льготных специальных условиях», «Научно-исследовательские центры и институты, участвующие в разработке новых и перспективных технологий, направленных на экологизацию промышленного производства России».

Также предлагается разработка и применение специального отдельного слоя «*Наилучшие доступные технологии*», не имеющего аналогов в истории картографирования. Данный слой, должен включать в себя дополнительные параметры, касающиеся конкретных проектов НДТ, в том числе целесообразно отобразить в рамках слоя следующие данные:

- места внедрения конкретных НДТ и перспективных технологий на промышленных предприятиях, с указанием названий и номеров ИТС НДТ и самих внедренных наилучших технологий;
- экономическая целесообразность их применения;
- рейтинг экологической эффективности;
- интегральные показатели эколого-экономической эффективности (например, показатели, представленные в таблице 2.4, раздел 2.3);
- подслой «автоматические системы контроля состояния окружающей среды» - с указанием мест установки датчиков и иных измерительных приборов.

На таких картах представляется целесообразным выделить промежуточные слои, отображающие корреляционные связи и иные зависимости между различными показателями, в том числе отнесенными нами к различным слоям (подслоям). При этом в автоматическом режиме должны определяться и их возможные взаимосвязи, и зависимости между собой, активно использоваться инструменты факторного и корреляционного анализа, параметрические и непараметрические методы и решения.

Использование корреляционного анализа направлено на установление наличия, либо отсутствия каких-либо связей между показателями некой случайной выборки. Например, установление корреляционных связей между прибылью конкретных компаний, объемом продаж и результатами внедрения НДТ.

Также можно исследовать экономические параметры предприятий различных групп, своевременно внедривших НДТ принадлежащих к одной отрасли промышленности.

Также стоит отметить, что большая часть сведений предлагаемой к внедрению общероссийской эколого-промышленной карты должна быть доступна всем пользователям. Однако, некоторая информация, исходя из ее государственной важности и направленная на обеспечение экономической безопасности страны, должна быть доступна только специалистам определенных групп, например, должностным лицам контролирующим и надзорных органов, сотрудникам научно-исследовательских центров и институтов и т.д.

В этом случае, в зависимости от целей и решаемых задач, может быть рассмотрен вопрос о разработке системы разно-уровневого доступа к ресурсам предлагаемой Карты, с возможностью входа в систему по личному паролю или общему ключу доступа той или иной уполномоченной организации или структуры.

В качестве основных направлений совершенствования действующей системы мониторинга применительно к природоохранной деятельности целесообразно предложить следующее:

- формирование системы показателей, отражающих эффективность природоохранной деятельности, включая контроль за выбросами парниковых газов на основе учета специфических особенностей компаний минерально-сырьевого комплекса. Важна интеграция частных показателей на уровне отдельных эколого-ориентированных проектов и программ внедрения НДТ в общую систему интегрированных индикаторов, разработанных в рамках

специфических технологий и технических решений. Специфика и разнородность НДТ зачастую создает огромные сложности для эффективной оценки проектов экологической модернизации. Важен актуальный перечень показателей, которые будут учитываться, и анализироваться системами мониторинга, такие как: выбросы веществ I-II класса опасности, источники и объемы выбросов парниковых газов, выбросы объектов ЖКХ, транспорта, энергетики.

- развитие системы получения оперативной информации о любых экологических и климатических изменениях посредством автоматизированных систем контроля окружающей среды;

- обеспечение большей прозрачности и достоверности результатов экологического мониторинга с привлечением общества. Мониторинг должен встраиваться в концепцию современной «экономики заинтересованных лиц», когда роль стейкхолдеров повышается. Общественные организации, независимые консультанты и эксперты выходят на первые роли в системе мониторинга эколого-ориентированных проектов, и в частности проектов, связанных с внедрением НДТ. Роль государственных мониторинговых структур остается важной, но не единственной и при этом не определяющей. За последние десятилетия экологические общественные организации и самоорганизованные группы накопили существенный опыт в обращении к государственным системам мониторинга окружающей среды, разработке собственных решений и проведении природоохранных кампаний, основанных на использовании различных каналов мониторинга окружающей среды, а также в самостоятельном построении краудсорсинговых систем сбора данных о состоянии окружающей среды.

- создание информационно-аналитического базиса текущего состояния экологических и климатических изменений на основе формирования интерактивной карты;

- развитие нормативно-правовой базы в области экологического мониторинга, включая мониторинг выбросов парниковых газов;

– совершенствование системы стратегического управления, в рамках которой за экологическим мониторингом нормативно будет закреплена важная роль

– система экологического мониторинга должна предполагать целевое использование данных и быть направлена на: прогнозирование экстремальных ситуаций и долгосрочных природных климатических изменений и их последствий, сопоставление экологической оценки со статистическими данными о состоянии здоровья населения.

#### **Выводы по главе 4**

1. Обоснована целесообразность использования программно-целевого подхода в рамках реализации основных направлений реализации организационно-экономического механизма экологизации. Выделены фундаментальные принципы программно-целевого управления как части технологии управления ОЭМ процесса экологизации компаний МСК, отражающих комплексность, легитимность, ресурсобеспеченность, альтернативность и адаптивность, контроль, интеграцию и вовлеченность, ответственность.

2. Отражена регулирующую роль государства при создании действенных организационно-экономических механизмов и технологий управления экологизацией, с выделением интеграционной взаимосвязи ключевых стейкхолдеров. Кроме компаний, реализующих эколого-ориентированные проекты, важно внешнее микроокружение проекта, благодаря которому можно создать реально эффективную систему обеспечения эколого-экономической устойчивости сложных промышленных систем минерально-сырьевого типа.

3. Обоснована роль основных участников и предложена модель технологии управления проекта с использованием механизмов партнерства. Важным элементом в процессе реализации экологически значимых проектов становится обратная связь и формирующиеся коммуникации между

ключевыми стейкхолдерами. Доказано, что процесс формирования целевых экологических проектов должен стать площадкой взаимодействия между компаниями, поставщиками, научными учреждениями, общественностью, государственной властью федерального и регионального уровней.

4. На примере проектов *по снижению углеродоемкости* выполнена оценка возможных интересов ключевых стейкхолдеров проектов, направленных на повышение нефтеотдачи с использованием техногенного CO<sub>2</sub>. Предложена матрица «Влияние-интерес» для проекта ПНО-CO<sub>2</sub>. Обоснованы ключевые аспекты стратегий, которые позволяют проектной команде работать со всеми стейкхолдерами. Определены возможные инструменты взаимодействия с заинтересованными сторонами в рамках проекта. Предложены рекомендации по построению системы взаимодействия с заинтересованными лицами при инициации, разработке и реализации климатических проектов секвестрации углекислого газа.

5. Систему экологического мониторинга целесообразно встраивать в концепцию современной «экономики заинтересованных лиц», когда роль стейкхолдеров повышается. На основе графо-аналитического метода представлены результаты экологического мониторинга проведенного общественной организацией в рамках модернизации производства на Нижнетагильском металлургическом комбинате. Предложены ключевые характеристики оценки внедрения НДТ на данном предприятии.

6. Внесено предложение о создании Единой общероссийской интерактивной эколого-промышленной карты, не имеющей аналогов по своей полноте, содержанию и форме представления. Согласно авторской концепции, в данную карту целесообразно включить набор актуальных тематических слоев, в том числе таких, которые не применялись ни в одной из существующих карт, включая, специальный слой «Наилучшие доступные технологии». Доказана необходимость использования специальных промежуточных слоев, отображающих в интерактивном и постоянно обновляющемся режиме корреляционные связи и иные зависимости между различными показателями.

## **ГЛАВА 5. ПРИМЕРЫ ЭФФЕКТИВНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЭКОЛОГИЗАЦИИ В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ И ПРОЕКТОВ НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

### **5.1. Проблемы и предпосылки эколого-ориентированного развития горнодобывающего комплекса и металлургии на основе НДТ**

Роль добычи полезных ископаемых для глобальной экономики будет нарастать, «зеленая энергетика» и «зеленые производства» будут ориентированы на использование ряда металлов и элементов, поэтому можно прогнозировать наращивание добычи и переработки полезных ископаемых. Основной фокус смещается в сторону того, как устранить возникающие барьеры и добиться социальной и экологической устойчивости в компаниях [285].

Важно отметить, что заинтересованность менеджмента компаний в преобразовании линейной модели в более ресурсоэффективную замкнутую экономику с использованием систем переработки и регенерации не очевидна. Идея циклического восстановления ценности из отходов и использованной продукции в замкнутых цепочках поставок связана с минимизацией использования первичных природных ресурсов, что напрямую ограничивает использование продукции минерально-сырьевого сектора.

С другой же стороны, считается, что добывающие отрасли в полной мере могут использовать преимущества замкнутых производств.

Деятельность компаний в данной сфере, вне зависимости от масштабов, формирует значительные объемы отходов (складирование пустых пород, шахтные воды, иные виды выбросов).

При наличии соответствующих технологий их можно перерабатывать с целью получения пигментов, строительных материалов и других видов готовой продукции.

Также они могут быть использованы компаниями в собственных нуждах предприятий, например, при засыпке дорог.

Многие зарубежные компании активно внедряют принципы экономики замкнутого цикла в производственно-хозяйственную деятельность [168]. В качестве примера можно привести компанию JX Nippon Mining & Metals, осуществляющую не только производство готовых видов продукции, но и реализующую переработку промышленных отходов и иных материалов, не входящих в структуру первичного оборота.

В среднем, до 80-85% производственных отходов компания использует повторно «внутри» собственных перерабатывающих мощностей, что позволяет, в том числе сократить значительные объемы загрязняющих выбросов [225].

По различным оценкам, на сегодняшний день в России объемы горнопромышленных отходов, образованных на различных этапах ведения работ (добыча, переработка, металлургические переделы) достигают 90-100 млрд тонн, что, с одной стороны свидетельствует о наличии высоких экологических рисков, связанных с их хранением, а, с другой, формирует возможности расширения минерально-сырьевой базы и создания новых производств за счет вовлечения техногенных месторождений в промышленную эксплуатацию [139].

Благодаря научно-техническому прогрессу и проводимым исследованиям [65,141], развиваются технико-экономические возможности по переработке техногенного сырья с целью получения различных видов готовой продукции (табл. 5.1).

Очевидными преимуществами вовлечения техногенных месторождений в промышленную эксплуатацию являются (1) снижение затрат на этапах поиска новых и разведки осваиваемых месторождений и (2) их ликвидация как потенциально опасных источников загрязнения окружающей среды, что способствует, в том числе улучшению экологической обстановки в регионах присутствия.

Именно поэтому поиски путей и технологических и технико-экономических возможностей полезного использования техногенных образований являются важными направлениями современной науки.

Таблица 5.1

*Возможности переработки техногенных объектов с целью получения новых видов готовой продукции[141]*

Техногенные объекты (отходы производства)	Виды готовой продукции (при использовании различных технологий переработки)
Химические продукты	Галоиды, фосфатные кислоты
Отходы железорудного сырья	Гематит, магнетит
Отходы производства минеральных удобрений	Фосфорные удобрения, известковые продукты, окисленные угли
Отходы черной металлургии	Алюминий
Отходы производства цветных металлов	Редкоземельные металлы, алюминий, стронций, магний, литий, цирконий, цезий, рубидий
Переработка нефелина	Алюминий
Металлические отходы при производстве ферросплавов	Медь, цинк, галлий, германий, цирконий
Строительные материалы	Пегматиты, известь, кирпич, гипс
Нерудные материалы	Нефелин, мусковит, тальк, флогопит
Нефтяной буровой шлам	Производство строительных материалов: керамзит, кирпич, , мелкогабаритные строительные изделия
Техногенный углекислый газ, получаемый при улавливании с объектов промышленности и энергетики	Строительные материалы, топливо, полимеры, химикаты Закачка в пласт и повышение нефтеотдачи

Под безотходной технологией понимается такой способ организации производства, при котором реализуется полный цикл, а именно «ресурсы – производство – потребление – вовлечение вторичных ресурсов в переработку» («замкнутый цикл») [194]. Концепция циркулярной экономики постепенно проникает в различные сферы производства и потребления как часть идеологии «зеленого курса», обеспечивая устойчивое развитие экономики в долгосрочной перспективе.

На основе замкнутого цикла формируются чистые производства. Среди ключевых принципов организации таких производств следует выделить:



1. внедрение принципиально новых схем производственно-технологического процесса, нацеленных на предотвращение образования промышленных отходов;
2. вовлечение максимально возможного количества ресурсных компонентов в производственный процесс (комплексное извлечение, в том числе извлечение полезных компонентов из отвалообразований);
3. обеспечение цикличности потоков необходимых материалов и веществ (например, газооборотных циклов);
4. минимизация показателей энерго- и материалоемкости производственно-технологических процессов;
5. оптимизация, автоматизация и цифровизация производственных процессов;
6. рационализация производственных процессов с позиции территориального размещения, взаимоувязки ключевых звеньев производственной цепочки и прочее;
7. использование преимуществ производственной кооперации с целью формирования непрерывных циклов добычи и переработки минерального сырья с минимизацией потерь рисков образования промышленных отходов.

В рамках концепции безотходных и ресурсоэффективных технологий целесообразно ориентироваться на разработку и внедрение прогрессивных технологий добычи и переработки полезных ископаемых, отвечающих обозначенным выше принципам и требованиям наилучших доступных технологий (НДТ).

Вопросы, касающиеся НДТ, затронуты в первом Добровольном национальном обзоре достижений России ключевых Целей устойчивого развития (ЦУР), опубликованном в июне 2020 года на сайте ООН [80]. В нем отражены ключевые результаты страны в экологической, социальной и экономических сферах по семнадцати глобальным ЦУР, а также представлен ряд индикаторов, относящихся к области международного сотрудничества по

обмену опытом внедрения наилучших доступных технологий в производственный цикл.

Далее отметим основные достижения в области развития НДТ на примере отечественных металлургических компаний, которые оказывают значительное воздействие на окружающую среду.

*Группа ЧТПЗ* - промышленная группа металлургического комплекса РФ, включившая в себя ряд компаний и предприятий черной металлургии, в том числе: Первоуральский новотрубный завод, Челябинский трубопрокатный завод, Складской комплекс ЧТПЗ, предприятия, производящие магистральное оборудование «ЭТЕРНО», «СОТ» и др. [72].

В настоящее время Группа ЧТПЗ активно взаимодействует с государством в сфере решения задач, связанных с минимизацией потенциальных экологических рисков и угроз. На предприятиях, входящих в ее структуру, осуществляются долгосрочные эколого-ориентированные программы. В качестве примера рассмотрим Челябинский трубопрокатный завод (ЧТЗ) и Первоуральский новотрубный завод (ПНТЗ).

В 2019 году Челябинский трубопрокатный завод (ЧТЗ) заключил специальное соглашение с представителями Минприроды РФ и Федеральной службой по надзору в сфере природопользования. Главная цель обозначенного соглашения состояла в реализации Комплексного плана мероприятий, нацеленных на сокращение объемов выбросов в окружающую среду. Для ее достижения было решено установить новую газоочистную систему с использованием НДТ для улавливания и очистки взвешенных частиц, пыли и иных газозвездных смесей. Планируемые инвестиции Группы ЧТПЗ на осуществление указанных мероприятий составили 180 млн руб. (до 2024 года) [213].

На Первоуральском новотрубном заводе (ПНТЗ) также проводится активная работа в области модернизации систем водопользования на основе НДТ для сокращения величины выбросов сточных вод. Инвестиционные вложения в указанный проект составили порядка 800 млн рублей [215].

ПАО «Мечел» (Группа «Мечел») – крупная горнодобывающая и металлургическая компания, в состав которой входит более 20 промышленных организаций, осуществляющих добычу и производство железной руды, стали, проката и пр. Принимая во внимание высокий уровень экологических рисков и угроз, связанных с осуществлением основных видов деятельности промышленных предприятий, ПАО «Мечел» предпринимает меры по повышению энерго- и ресурсоэффективности собственных производств, совершенствуя существующие производственные системы, внедряя новые технологических инновации, реализуя специальные экологоориентированные программы и проекты. В 2020 году суммарные инвестиции Группы в экологические проекты составили порядка 1 млрд рублей [41].

Одним из наиболее крупных активов, входящих в состав Группы, является Челябинский металлургический комбинат. Основная деятельность предприятия связана с выпуском полуфабрикатов стального проката и производством чугуна. В 2020 году на комбинате была запущена трёхступенчатая система газоочистки, соответствующая всем требованиям герметичности, построенная на принципах НДТ, не допускающая попадания в окружающую атмосферу любых продуктов горения. Ежегодное сокращение объемов выбросов соответствующих объектов по плану сократится на 116 тонн.

Также в рамках выполнения обязательств по четырехстороннему соглашению между руководством комбината, представителями Росприроднадзора, Минприроды РФ и правительством Челябинской области планируется провести реконструкцию печи и конвертера на основе принципов НДТ [116,216].

Еще одно крупное предприятие, входящее в состав ПАО «Мечел» - Белорецкий металлургический комбинат (БМК). При поддержке Фонда развития промышленности на комбинате реализуется проект, направленный на модернизацию сталепроволочно-канатного производства с использованием наилучших доступных технологий. К 2022 году планируется обеспечить 100% загрузку вводимого оборудования [217].

Завод «Мечел-Кокс», входящий в структуру Группы, также реализует ряд мероприятий в рамках заключенных экологических соглашений. Осуществляемая программа модернизации завода предусматривает внедрение целого ряда НДТ. Так, в 2022 году планируется монтаж коллекторных систем в цехе улавливания. По проекту новая система будет предусматривать монтаж трубопроводов для улавливания и сбора загрязняющих веществ и частиц с их последующим возвратом для повторной переработки. Инвестиции в реализацию указанной программы по сообщениям компании составляют порядка 120 млн рублей [203]. Опыт осуществления программ модернизации на «Мечел-Кокс» свидетельствует не только о положительных экологических, но и технологических эффектах, что было подчеркнуто в докладе Министра Минприроды Московской области В. Воронцова.

Также ПАО «Мечел» заключила пятистороннее соглашение об экологической безопасности с Министерством транспорта РФ, Администрацией Приморского края, ФГУП «Росморпорт», АО «Торговый порт Посьет» и Росприроднадзором [41]. В рамках указанного соглашения предусмотрено внедрение новых методов и технологий, предусмотренных ИТС 46-2019 по НДТ для угольных терминалов. К концу 2020 года было реализовано семь из девяти (планируемых) наилучших доступных технологий, к числу которых отнесены технологии механической и вакуумной уборки пыли на производственных площадках, обустройство локальных ветрозащитных сооружений и конструкций, технологии аспирации организованных источников пыления и т.д. В 2022 году планируется запуск автоматизированной судопогрузочной машины для организации перевалки навалочных грузов.

*Группа НЛМК* – крупнейшая организация, располагающая активами не только в России, но и в зарубежных странах (США, Европа). Представляет собой вертикально-интегрированную металлургическую компанию, специализирующуюся на производстве и выпуске стальной продукции, широко используемой в энергетике, строительстве, машиностроении и других областях.

В рамках 17-го Международного металлургического саммита под эгидой Ассоциации «Русская Сталь» Группа подписала четырехстороннее соглашение с Минприроды РФ, Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и Правительством Липецкой области о реализации экологических проектов [147]. Согласно обозначенному соглашению, компания совместно с органами власти объединяют усилия с целью улучшения экологического обстановки в регионе.

Группа приняла на себя обязательства по осуществлению целого ряда важных экологических проектов, ориентированных на модернизацию производственных комплексов, внедрение новых ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий, сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и пр. Суммарная стоимость планируемых к реализации проектов оценивается в более чем 110 млрд рублей, 19% из которых – расходы на новое природоохранное оборудование.

При осуществлении экологических проектов компания опирается на соблюдение принципов НДТ. В целом с 2000 года НЛМК удалось сократить суммарные объёмы выбросов загрязняющих веществ более чем на 20% при условии роста темпов производства готовой продукции.

*ПАО «Северсталь»* представляет собой крупную вертикально-интегрированную горнодобывающую и металлургическую компанию. Ее основные активы расположены в России, но имеется и ряд производств за рубежом. В настоящее время компания осуществляет комплекс мероприятий по переходу на принципы наилучших доступных технологий [132].

На официальном сайте компании приведен тезис о том, что все реализуемые ПАО «Северсталь» проекты обязательно включают в себя внедрение НДТ [42]. За последние годы компании удалось перейти с газоочистного оборудования на специальные рукавные технологии, использование которых позволяет более чем в 10 раз снижать концентрацию загрязняющих веществ. Значительное снижение суммарных объемов выбросов позволяет ПАО «Северстали» осуществлять свою деятельность на уровне

передовых международных стандартов. Еще одно важное направление – сохранение и чистота потребляемых в процессе производства водных ресурсов. На сегодняшний день замкнутый цикл оборота воды на предприятиях компании достигает 90-98%. При этом показатели удельного объема загрязняющих веществ непрерывно снижается.

Компания также ведет работу по внедрению наилучших мировых практик в области утилизации и переработки отходов. В 2020 году более 97% всех промышленных отходов ПАО «Северсталь» подвергалось последующей переработке. Текущий целевой показатель для компании – 98,5% всех промышленных отходов. Среди наиболее значимых установок и технологий, запущенных в последние годы, следует отметить системы по переработке шлаков, улавливанию и переработке пыли и иных загрязняющих частиц, регенерации отработанных масел.

На основе рассмотренного опыта компаний, следует заключить, что металлургические и горнодобывающие предприятия не только осознают значимость перехода на НДТ, но и предпринимают активные «шаги» для их непосредственного внедрения – заключают соглашения с региональными органами власти, соответствующими Министерствами и ведомствами, реализуются экологические проекты, нацеленные как на модернизацию производственных мощностей, так и на применение принципиально новых природоохранных, ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий. Некоторые компании фиксируют количественный эффект от внедрения наилучших доступных технологий (Группа НЛМК). В то же время, предприятия указывают на то, что внедрение НДТ – это не только исключительно возможности, но и современные вызовы.

По оценкам экспертов, в общей сложности переход к НДТ позволит сократить суммарные объемы выбросов загрязняющих веществ более чем на 20% [151]. Ожидаемые результаты формируют новые стимулы к поиску путей организации таких производств и возможностей эффективного внедрения инновационных технологий, обеспечивающих «замкнутый цикл».

Основываясь на данных Росстата интересно привести информацию об инновациях экологического характера, которые осуществляются промышленными компаниями (табл. 5.2).

Таблица 5.2

*Удельный вес организаций, осуществивших инновации, обеспечивающие повышение экологической безопасности, %*

Направление инноваций	Годы	
	2017	2019
<b>1. Сокращение материальных затрат на производство единицы товаров, работ, услуг</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	44,1	53,5
-добыча полезных ископаемых	38,1	79,2
-обрабатывающее производство	46,0	53,4
<b>2. Сокращение энергозатрат на производство единицы товаров, работ, услуг</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	52,3	52,7
-добыча полезных ископаемых	52,4	20,8
-обрабатывающее производство	53,1	57,7
<b>3. Сокращение выброса в атмосферу диоксида углерода (CO2)</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	39,8	41,6
-добыча полезных ископаемых	38,1	25,0
-обрабатывающее производство	42,1	45,6
<b>4. Замена сырья и материалов на безопасные или менее опасные</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	35,5	35,1
-добыча полезных ископаемых	33,3	16,7
-обрабатывающее производство	36,1	39,0
<b>5. Снижение загрязнения окружающей среды (атмосферного воздуха, земельных, водных ресурсов, уменьшение уровня шума)</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	80,1	78,7
-добыча полезных ископаемых	76,2	91,7
-обрабатывающее производство	81,5	78,0
<b>6. Осуществление вторичной переработки (рециркуляции) отходов производства, воды или материалов</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	46,0	53,0
-добыча полезных ископаемых	57,1	79,2
-обрабатывающее производство	50,1	55,1
<b>7. Сохранение и воспроизводство используемых сельским хозяйством природных ресурсов</b>		
Промышленное производство, в т.ч.	11,5	34,5
-добыча полезных ископаемых	9,5	75,0
-обрабатывающее производство	12,2	34,1

Источник: Росстат.

На основе приведенных данных можно констатировать прирост удельного веса компаний горнодобывающего сектора, осуществляющих инновации в экологической сфере сразу по нескольким направлениям – сокращение материальных затрат на производство единицы готовой продукции, осуществление вторичной переработки отходов производства, воды и материалов, сохранение и воспроизводство используемых сельским хозяйством

природных ресурсов.

В таблице 5,3 представлены данные о затратах, связанных с экологическими инновациями

Таблица 5.3

*Данные о специальных затратах, связанных с экологическими инновациями, млн руб.[100]*

Вид деятельности	Годы	
	2017	2019
Добыча полезных ископаемых	961,4	499,5
Добыча угля	1,6	-
Добыча сырой нефти и природного газа	694,7	420,2
Добыча металлических руд	232	23
Добыча прочих полезных ископаемых	33,1	56
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	-	0,3
Обрабатывающие производства	10063,1	22098,2

Одной из самых актуальных экологических тенденций в горнодобывающем комплексе является низкоуглеродная экономика. В последние годы среди крупных горнодобывающих компаний увеличилось количество объявленных целей по сокращению выбросов парниковых газов. Более двух третей из 20 крупнейших мировых горнодобывающих компаний стремятся минимизировать выбросы углерода в течение следующих 10-15 лет с целью достижения нулевых выбросов к 2050 году [272].

Горнодобывающая промышленность и отрасли первичной переработки минерального сырья, например, металлургия, могут быть частью решения по декарбонизации, предоставляя сырье, необходимое для технологий направленных на снижения выбросов CO<sub>2</sub> и одновременно внедрять энергоэффективные технологии и технологии улавливания. Одновременно их рост изменит структуру спроса на сырьевые товары для добычи полезных ископаемых.

В соответствии с Парижским соглашением 195 стран обязались ограничить глобальное потепление значительно ниже 2,0 ° C, а в идеале не более чем на 1,5 ° C выше доиндустриальных уровней [281]. Эта цель, в процессе своей реализации, выразится в декарбонизации во всех отраслях, и,



так как горная промышленность находится в самом начале производственной цепочки, вызовет серьезные сдвиги в спросе на продукцию горнодобывающей промышленности и, вероятно, приведет к сокращению глобальных доходов от добычи полезных ископаемых.

Таким образом, сегодня при оценке портфеля горнодобывающих предприятий необходимо учитывать влияние потенциальной декарбонизации других секторов, и их растущей потребности в экологически более чистом сырье. Сектор также столкнется с давлением со стороны правительств, инвесторов и общества с целью сокращения выбросов.

Продукция горнодобывающей промышленности является источником основных сырьевых ресурсов, отказаться от которых на сегодняшний день и в обозримой перспективе не представляется возможным. Большая часть мировой экономики зависит от материалов, производимых горнодобывающим и металлургическим сектором. Кроме того, рост добычи определенных видов полезных ископаемых, таких как: литий, ниобий, редкоземельные металлы, серебро, медь и другие, играет важную роль в условиях энергоперехода и становления зеленой экономики низкоуглеродного типа.

В последнее время рыночные инициативы подтолкнули компании к добровольному раскрытию информации о воздействии на окружающую среду, это помогает преодолеть разрыв между ожиданиями потребителей и инвесторов. Тем не менее, необходимо более сильное давление со стороны государства, инвесторов и конечных потребителей для расширения инициатив по сокращению выбросов за пределы ограниченной группы компаний, взявших на себя добровольные обязательства. Взвешенная государственная политика должна подтолкнуть компании к принятию стратегий сокращения выбросов во всех сферах своей деятельности, например, посредством требований к обязательному использованию регламентируемого портфеля возобновляемых источников энергии, требований по энергоэффективности, нормативов выбросов и ценообразования на выбросы углерода.

## 5.2. Развитие проектов углеродного регулирования, оценки их экономической эффективности

В течение ближайших 30 лет прогнозируется создание новой индустрии по улавливанию, хранению и использованию CO<sub>2</sub>. Особенность проектов по утилизации техногенного CO<sub>2</sub> состоит в их высокой степени сложности, что обуславливает необходимость генерирования передовых решений и внедрения инновационных технологий. Все это определяет высокую капиталоемкость данных проектов и ставит под вопрос экономическую эффективность и целесообразность их реализации. Тем не менее, по оценкам экспертов МЭА, они имеют наибольший потенциал по уровню своего вклада в борьбе с процессами глобального потепления.

На рисунке 5.1, представлена концептуальная модель визуализации технологий CC(U)S, где отражены звенья технологической цепи, отрасли и компании которые могут быть задействованы в формировании всего цикла секвестрации CO<sub>2</sub>, и экономические аспекты на определенных этапах технологической цепочки. Технологии секвестрации можно идентифицировать как цепочки замкнутого цикла.

Важно отметить что *предприятия МСК* могут и будут активно задействованы в формировании новых производств и технологических цепочек по утилизации техногенного CO<sub>2</sub>.

Значительный объем выбросов приходится на топливно-энергетический комплекс и металлургию. Процессы улавливания отделяют углекислый газ из газового потока выбросов с помощью различных технологий, включая мембранные установок и аминные очистители [263]. Хранение углекислого газа происходит в водоносных пластах, геологических ловушках с низкой проницаемостью или углеводородных месторождениях.

В случае закачки CO<sub>2</sub> в нефтяной пласт техногенный углекислый газ уже выступает как продукт, имеющий экономическую ценность.

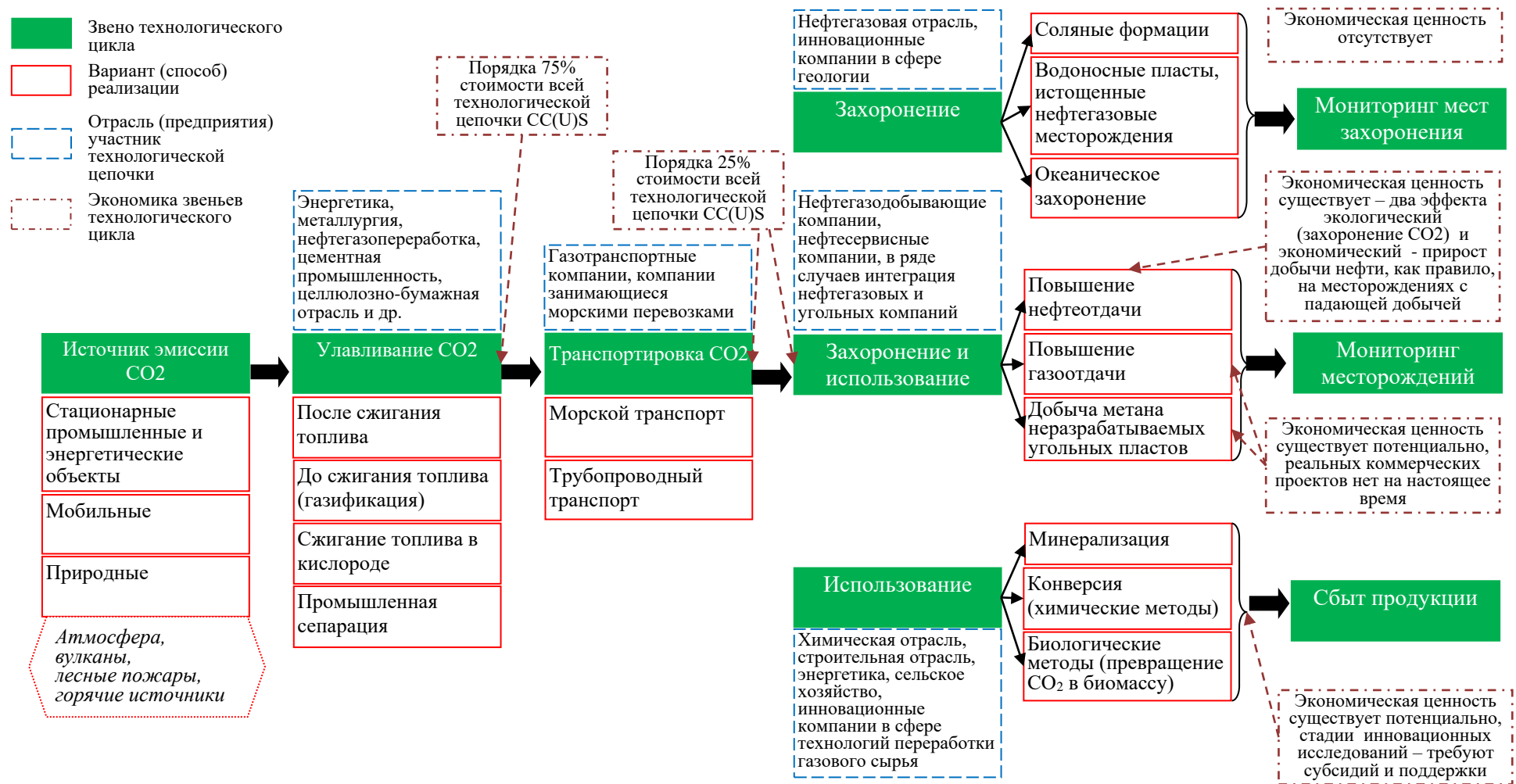


Рисунок 5.1 - Концептуальная модель визуализации технологической цепочки секвестрации CO<sub>2</sub>

Существуют порядка 50 технологий по использованию  $\text{CO}_2$ . Из углекислого газа можно производить карбамид. Производство строительных материалов, уже достигло коммерциализации и получило широкое распространение, например, при производстве бетона и разных заполнителей за счет минерализации  $\text{CO}_2$  [179]. Ряд технологических цепочек при улавливании на газоперерабатывающих заводах (как самый дешевый способ) и с использованием  $\text{CO}_2$  в качестве одного из химических элементов для получения метана и метанола, уже имеют экономическую эффективность и достигли коммерциализации. Различные технологии способные достичь полезного использования углекислого газа активно изучаются учеными и находятся на начальных стадиях коммерциализации. Важно, чтобы такие технологии в больших масштабах были экономически целесообразны. Поэтому необходимо понимать технико-экономические параметры таких технологий, которые будут зависеть от размеров потенциальных рынков, количественных объем улавливания  $\text{CO}_2$ , величины энергоемкости технологических процессов преобразования.

В России не реализуются проекты  $\text{CC(U)S}$ . Тем не менее наличие большого количества месторождений, находящихся на поздней стадии добычи углеводородов в старопромысловых районах в непосредственной близости от основных эмитентов предприятий энергетики и металлургии подчеркивает высокий потенциал технологий повышения нефтедачи, связанной с закачкой техногенного  $\text{CO}_2$  в нефтяной пласт. Такие технологии обозначим аббревиатурой ПНО- $\text{CO}_2$ .

К основным преимуществам при внедрении проектов ПНО- $\text{CO}_2$  можно отнести:

- глубокие знания научного сообщества о физике подземных процессов;
- технико-технологический доступ к истощенным пластам для закачки  $\text{CO}_2$  и наличие существующей инфраструктуры;

– близость источников выбросов к потенциальным месторождениям (прежде всего, в старопромысловых районах нефтедобычи Волго-Уральская нефтегазоносная провинция, Западная Сибирь) и мест их потенциального захоронения, потенциал создания кластеров.

*Пилотный проект ПНО-СО<sub>2</sub>.* Смоделируем пилотный проект ПНО-СО<sub>2</sub> на примере технологической цепочки, находящейся в Западной Сибири.

На основе анализа проектного документа разработки нефтяного месторождения №1 обобщена характеристика состояния разработки объекта и сделаны следующие выводы:

- Нефтяное месторождение №1 открыто в 1973 г, введено в разработку в 1976 г., находится на поздней стадии разработки.
- Максимальный уровень добычи нефти достигнут в 1984г.
- Добыча нефти осуществляется по трем объектам разработки.
- Накопленная добыча нефти по месторождению – 85503 тыс.т. или 84,9 % от начальных извлекаемых запасов (НИЗ).
- Текущий коэффициент нефтеизвлечения (КИН) – 0,367. Накопленная добыча жидкости составляет 310239 тыс.т.
- Средняя текущая обводненность продукции по месторождению составляет 96,0 %.

Таким образом, месторождение является объектом с падающей добычей, но с ресурсным потенциалом по интенсификации остаточной нефти. Тем самым существует потенциал использования вторичных и третичных методов повышения нефтеотдачи и в частности методов ПНО-СО<sub>2</sub>.

*Описание ключевых характеристик модели проекта:*

- улавливание СО<sub>2</sub> – тепловая электростанция;
- транспорт СО<sub>2</sub> – трубопровод (протяженность 130 км);
- утилизация/использование СО<sub>2</sub> – поглощающие или нагнетательные скважины;
- расстояние от трубопроводов до целевого объекта составляет 10 км;

– расстояние от системы ПНО-СО<sub>2</sub> до городов, национальных парков, военных баз составляет 130 км.

Проект предполагается к реализации в течение 53 лет с 2022 по 2075 годы, капитальные вложения реализуются единовременно в 2022 г. Норма дисконтирования проекта составляет 15%.

Рекомендуемый вариант разработки месторождения по проекту предполагает сооружение установки улавливания СО<sub>2</sub>, трубопровода, промышленного газоперерабатывающего оборудования, системы водоотводов, расширение добычных сооружений, установку агрегатов для закачки СО<sub>2</sub>, модернизацию фонда добывающих и нагнетательных скважин.

Установка улавливания и трубопровод рассматриваются как зона совместных усилий с предприятием эмитентом (Тепловая электростанция), поэтому капитальные затраты на их сооружение распределены в пропорции 20:80.

Весь объем добытой продукции принимается в качестве товарного и реализуется по следующей по следующей схеме: 80% объема нефти реализуется на внутреннем рынке по цене 42000 руб./т. (с НДС), 20 % объема нефти реализуется на экспорт по цене 39311 руб./т., что соответствует цене на мировом рынке 75 долл./ барр. нефти сорта «Юралс».

Капитальные вложения на реализацию проекта направлены на модернизацию существующей инфраструктуры и прочие расходы. Все капитальные затраты осуществляются в 2022 году. Суммарная величина капитальных затрат на разработку месторождения составляет 5,23 млрд. руб.

Эксплуатационные затраты на добычу нефти рассчитаны исходя из данных по объемам добычи нефти, газа и жидкости, объемам СО<sub>2</sub>, закачиваемого в пласт, а также среднедействующего фонда добывающих и нагнетательных скважин в разрезе следующих калькуляционных статей:

1) текущие затраты: обслуживание добывающих и нагнетательных скважин, капитальный ремонт добывающих и нагнетательных скважин, энергия на извлечение нефти, сбор и транспорт нефти, технологическая подготовка

нефти, затраты на ППД (закачка CO<sub>2</sub>), затраты на ГТМ (геолого-технические мероприятия) и МУН (методы увеличения нефтеотдачи);

2) налоги, включаемые в себестоимость:

- налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ);
- страховые взносы (30%);
- тариф на обязательное страхование от несчастных случаев (4 класс – 0,5%);
- налог на имущество (2,2 %)
- налог на прибыль (20 %);

3) амортизационные отчисления;

4) транспортные расходы.

Ставка НДПИ на нефть установлена в размере 919 рублей на период с 1 января 2017 года за 1 тонну добытой нефти обессоленной, обезвоженной и стабилизированной и рассчитана исходя из налогового кодекса, отражающего требования к налогообложению нефтедобычи. Для снижения финансовой нагрузки на проект и достижения границы рентабельности экспертно была оценена необходимая льгота по НДПИ, которая составила 60% и была учтена в расчетах. НДПИ на нефть принят в размере 4772,9 р/т.

Динамика чистого дисконтированного дохода нарастающим итогом представлена на рисунке 5.2.

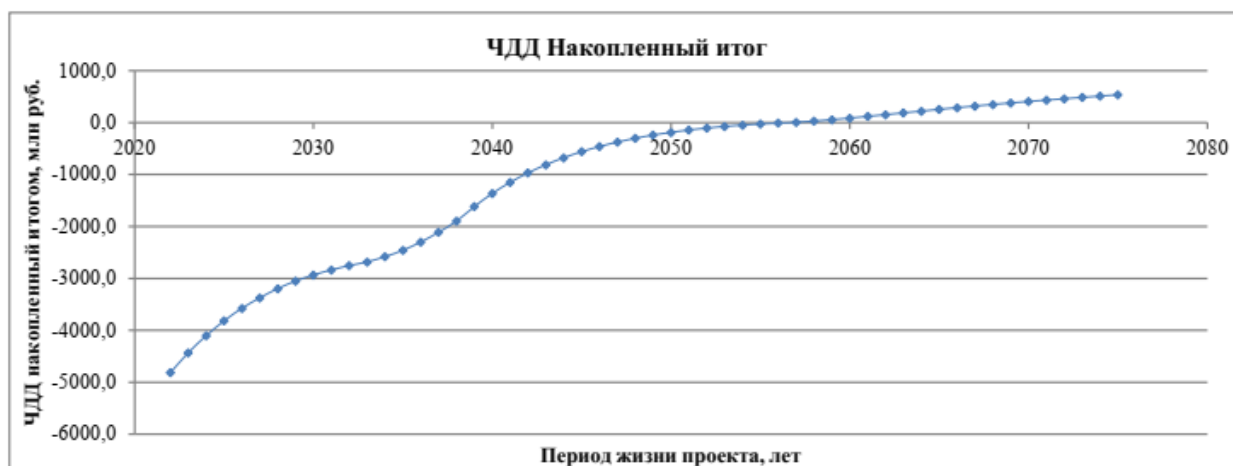


Рисунок 5.2 – Динамика показателей ЧДД накопленным итогом

Результатом моделирования является:

- *Технологический эффект*: 2980 тыс. тонн дополнительно добытой нефти, 22,3% прирост КИН.
- *Экономический эффект*: 491,7 млн рублей – ЧДД, 17,4% - ВНД 1,1 – PI, 35 лет – дисконтированный срок окупаемости. Экономические показатели находятся на грани рентабельности как результат применения адаптированного подхода технико-экономической оценки (разделение зон ответственности предприятия-эмитента и недропользователя и государственное субсидирование через налоговое льготирование).
- *Климатический эффект*: 15,15 млн т CO<sub>2</sub> – объем захоронения CO<sub>2</sub>.

Проведенная оценка экономической эффективности разработки месторождения свидетельствует о минимальной рентабельности разработки залежи. Инвестирование в разработку залежи является минимально эффективным при реализации 2 условий – получение льготы по НДС и разделению зоны ответственности предприятия-эмитента и недропользователя. Для повышения экономической эффективности проекта рекомендуется ограничить срок разработки рентабельным периодом в 50 лет. Фактический срок разработки должен определяться в соответствии с реальными макроэкономическими параметрами на момент достижения прогнозного срока рентабельной разработки.

Таким образом, можно констатировать, что несмотря на предоставленные налоговые льготы и переноса ряда затрат, которые взял на себя эмитент, проект является гранично рентабельным. С учетом того что срок окупаемости составляет 35 лет, такой проект не заинтересует инвестора. Требуются механизм институционального развития в части формирования углеродных рынков, субсидий и льгот, возможно четких критериев отнесения используемых технологий к НДТ. При этом, следует подчеркнуть, что данный проект имеет дополнительную ценность в виде дополнительной добычи нефти, в отличие от большинства других проектов, связанных с захоронением CO<sub>2</sub>



Развитие углеродного регулирования в РФ находится в начальной стадии. Однако, его реализация оказывается ключевым стимулом для реализации компаниями низкоуглеродных проектов, развитие которых необходимо для ответа на глобальные климатические вызовы. Возможно, что требования формирующегося регулирования будут отличаться от принятых в расчете. Однако, исследование выявило, что отнесение технологий CC(U)S к перечню наилучших доступных технологий и применение соответствующих для этой категории проектов льгот позволяет вывести их не только на уровень самоокупаемости, но и на уровень коммерческой целесообразности при определенных дополнительных условиях поддержки.

Таким образом, коммерческая эффективность реализации проектов CC(U)S зависит от институтов развития. Большинство проектов требуют мер стимулирования и государственной поддержки и не являются прибыльным бизнесом для промышленных компаний. Коммерческая эффективность внедрения технологий и проектов секвестрации техногенного углекислого газа будет зависеть от институциональных аспектов, связанных с развитием углеродного рынка в части установления налогов на CO<sub>2</sub> и/или продажи обращения зеленых сертификатов. Важно отметить и инновационное развитие, возможность существенного снижения капитальных и эксплуатационных затрат в рамках проектирования технологической цепочки секвестрации, также будет способствовать увеличению масштабов внедрения технологий CC(U)S.

## **Выводы по главе 5**

1. Концепция циркулярной экономики постепенно проникает в различные сферы производства и потребления как часть идеологии «зеленого курса», обеспечивая устойчивое развитие экономики в долгосрочной перспективе. Реализация принципов НДТ в горно-перерабатывающей промышленности выдвигает на первый план проекты безотходной технологии, при которой

реализуется полный цикл, а именно «ресурсы – производство – потребление – вовлечение вторичных ресурсов в переработку».

2.. Углеродоёмкость следует рассматривать как универсальный показатель ресурсоемкости, гармонично встраивая в концепцию НДТ. Уточнены ключевые направления в рамках регулирования углеродоемкости промышленности, связанные с необходимостью формирования действенной системы регулирования выбросов парниковых газов и углеродного рынка, в том числе посредством интенсификации внедрения пилотных проектов в наиболее энергоемких отраслях, позволяющих в дальнейшем эффективно использовать инструмент бенчмаркинга.

3. Доказано, что экономическая эффективность реализации климатических (природоохранных) проектов CC(U)S зависит от институтов развития. Большинство проектов требуют мер господдержки и не являются прибыльным бизнесом, как для промышленных, так и для компаний эмитентов. В перспективе коммерческая эффективность внедрения технологий секвестрации в России будет зависеть от создания и функционирования реально действующего углеродного национального рынка и степени развития инноваций на всей цепочке CC(U)S.

4. Установлено, что отсутствие четких взаимосвязей и корреляционных зависимостей между технологическими, экологическими и экономическими параметрами ведет к сложности экономической оценки проектов внедрения НДТ. С учетом высокой степени дифференциации технологий необходима разработка конкретных критериев и показателей, отражающих специфику каждой отрасли промышленности.

## Заключение

На основании выполненных исследований автором решена важная научная проблема по разработке методологических основ экологизации промышленных производств, за счет реализации принципов НДТ, включающих синтез эколого-ориентированных концепций трансформации экономики на макроуровне, с учетом достижения результатов для разных функциональных сфер, и обобщения показателей оценки эффективности эколого-ориентированных производств на микроуровне, способствующих определению экономической эффективности их функционирования.

Лично автору принадлежат следующие выводы и рекомендации:

- 1) Выполнено обобщение концепций, направленных на экологизацию промышленных секторов, и их основополагающих принципов, заключающихся в бережном отношении к окружающей среде, эффективности природопользования, повышении эффективности использования ресурсов, достижении экономического роста при снижении нагрузки на экосистемы, масштабному внедрению доступных и инновационных природоохранных технологий, включая НДТ.
- 2) Предложено сравнительную оценку концепций устойчивого развития, «зеленой» экономики, низкоуглеродного развития, экономики замкнутого цикла производить с помощью оценочных критериев, отражающих технологический, макроэкономический, коммерческий, ресурсный, «человеческий», управленческий аспекты.
- 3) Доказано, что категория НДТ выступает как инструмент реализации эколого-ориентированного развития и модернизации промышленных производств. Предложена уточняющая дефиниция НДТ, которая констатирует необходимость рассмотрения категории НДТ как способности придавать импульс экономическим, экологическим, климатическим и социальным факторам развития при реализации инновационных проектов в промышленности.

- 4) Выполнена систематизация основных показателей для оценки эффективности создания и функционирования эколого-ориентированных производств в минерально-сырьевом комплексе на макро- и микроуровне. Показатели микроуровня разделены на две группы: показатели, позволяющие дать общую характеристику производственно-технологическим процессам и показатели для оценки результативности реализуемых мер, внедряемых технологий и осуществляемых программ.
- 5) Обобщены меры экономического стимулирования внедрения и использования НДТ в России, проведен критический анализ механизмов, способствующих формированию благоприятной институциональной и организационной среды для внедрения НДТ и реализации экологических инноваций, предложены меры государственной поддержки внедрения и применения наилучших доступных технологий в России.
- 6) Выявлена важная роль экспертного сообщества, при реализации эколого-ориентированных программ и проектов внедрения НДТ, которая состоит в обеспечении объективной оценки ресурсоэффективности и экологической результативности производственно-технологических процессов. Предложен расширенный перечень критериев отбора высококвалифицированных экспертов, позволяющих учитывать опыт, образование, научную деятельность, степень международной интеграции.
- 7) Установлено, что экологический мониторинг является важной частью реализации принципов НДТ, который необходимо встраивать в концепцию современной «экономики заинтересованных лиц». При этом роль государственных мониторинговых структур остается важной, но не единственной. На основе разработанного автором графо-аналитического метода представлены результаты экологического мониторинга, выполненного общественной экспертизой в рамках модернизации производства на Нижнетагильском металлургическом комбинате.
- 8) Разработаны концептуальные основы организационно-экономического механизма экологизации минерально-сырьевого комплекса с учетом

необходимости расширения использования категории НДТ, который следует рассматривать как элемент экологической политики, направленный на управление природопользованием и охрану окружающей среды, а также отражающий ключевые аспекты современной зеленой экономики, в том числе учет углеродоемкости и активное вовлечение стейкхолдеров в проекты эколого-ориентированного развития.

- 9) Научные и практические результаты использовались в федеральных программных документах, региональных экологических проектах в ходе общественных проверок по реализации проектов внедрения НДТ на крупных промышленных предприятиях, выработки планов развития промышленных предприятий. В диссертации рассмотрены подходы к экономической оценке НДТ, которые могут быть формализованы не только на уровне отдельных компаний, функционирующих в промышленности, но и на уровне отраслевых документов.

## **Список использованных источников**

### **Нормативно-правовые акты и документы (отечественные)**

1. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. Часть II. [Текст]. – Введ. 01.01.1984. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 39 с.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году // Министерство природных ресурсов и экологии РФ. – 2020. – 1000 с. – [Электронный ресурс] – URL: [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_okhrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_rossiyskoy\\_federatsii/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/).
3. Информационное сообщение Банка России от 16.09.2022 "Банк России принял решение снизить ключевую ставку на 50 б.п., до 7,50% годовых: информационное сообщение Банка России от 16.09.2022 // КонсультантПлюс – [Электронный ресурс] – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_426692/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_426692/).
4. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС-23-2017 "Добыча и обогащение руд цветных металлов" // Официальный сайт Бюро НДТ. – [Электронный ресурс] – URL: [http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1102&etkstructure\\_id=1872](http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1102&etkstructure_id=1872).
5. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС-25-2017 "Добыча и обогащение железных руд" // Официальный сайт Бюро НДТ. – [Электронный ресурс] – URL: [http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1106&etkstructure\\_id=1872](http://burondt.ru/NDT/NDTDocsDetail.php?UrlId=1106&etkstructure_id=1872).
6. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Утв. Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 30 ноября 1999 г. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.waste.ru/uploads/library/usherb.pdf>.
7. Наилучшие доступные технологии. Порядок отбора и назначения экспертов для определения соответствия наилучшим доступным технологиям.

Общие требования. [Текст]: ГОСТ Р 113.00.06-2020. – Введ. 01.04.2021. – М.: Стандартинформ, 2020. – 12 с.

8. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) от 31.07.1998 N 146-ФЗ [ред. от 01.12.2022] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901714421>.

9. Национальный доклад РФ о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2010 гг. – 2018. – [Электронный ресурс] – URL: [https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2019/RUS\\_NIR-2018\\_v1.pdf](https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2019/RUS_NIR-2018_v1.pdf).

10. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2020 г. № 629: постановление Правительства РФ от 31 марта 2022 года №534 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/45012/>.

11. О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ [ред. от 26.03.2022] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208818>.

12. О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 21.11.2011 N 331-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201111220004>.

13. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 // Официальные сетевые ресурсы Президента России – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>.

14. О национальных целях развития России до 2030 года: указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года // Официальные сетевые ресурсы Президента России – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728>.

15. О некоторых вопросах деятельности Бюро наилучших доступных технологий: постановление Правительства от 28 декабря 2016 г. № 1508 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/25962/>.

16. О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям: постановление Правительства РФ от 23 декабря 2014 г. № 1458 [ред. от 28.12.2016] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420242688>.

17. О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха: Федеральный закон от 26 июля 2019 г. № 195-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации. – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201907260064>.

18. О ставке платы за превышение квоты выбросов парниковых газов в рамках проведения эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов на территории Сахалинской области: постановление Правительства Российской Федерации от 18.08.2022 г. № 1441 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/142679/>

19. О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года: указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 // Официальные сетевые ресурсы Президента России – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41921>.



20. Об организации проектной деятельности в Правительстве Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 31 октября 2018 г. № 1288 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/34523/>.

21. Об охране окружающей среды: федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ: [ред. от 31.07.2020] // Официальные сетевые ресурсы Президента России – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/17718>.

22. Об утверждении индикативных цен на электрическую энергию и на мощность для покупателей - субъектов оптового рынка электрической энергии (мощности) на территориях неценовых зон оптового рынка на 2022 год: Приказ Федеральной антимонопольной службы от 16 декабря 2021 г. N 1431/21 // Официальный интернет-портал правовой информации. – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112290046?index=1&rangeSize=1>.

23. Об утверждении Концепции совершенствования системы мониторинга загрязнения окружающей среды с учетом конкретизации задач федерального, регионального и локального уровней на 2017-2025 годы: приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 2 февраля 2017 года N 23 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456055006?ysclid=l8g1wvlnfh162330486>.

24. Об утверждении Концепции формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации: распоряжение Правительства РФ от 22 апреля 2015 года N 716-р // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/17826/>.

25. Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе

верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 21 сентября 2021 г. № 1587 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/136742/>.

26. Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей: приказ Министерства Природных ресурсов и экологии РФ от 29 декабря 2020 №1118 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275596>.

27. Об утверждении перечня объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к I категории, вклад которых в суммарные выбросы, сбросы загрязняющих веществ в Российской Федерации составляет не менее чем 60 процентов: приказ Министерства Природных ресурсов и экологии РФ от 18 апреля 2018 г N 154 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/542623710?marker=6500IL>.

28. Об утверждении перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий, в целях применения подпункта 5 пункта 1 статьи 259.3 Налогового кодекса РФ: распоряжение Правительства РФ от 20.06.2017 № 1299-р [ред. от 31.03.2020] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/436744677>.

29. Об утверждении поэтапного графика создания в 2015–2017 годах отраслевых справочников наилучших доступных технологий: распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2014 г. № 2178-р [ред. от 07.07.2016] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420230975>

30. Об утверждении Правил предоставления в 2022 году субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям на возмещение

недополученных ими доходов по кредитам...: постановление Правительства РФ от 5 мая 2022 года №814 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/45355/>.

31. Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий федеральному государственному автономному учреждению "Российский фонд технологического развития" в целях стимулирования деятельности в сфере промышленности: постановление Правительства РФ от 17 декабря 2014 г. N 1388 // Официальный интернет-портал правовой информации. – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201412190023>.

32. Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение затрат на выплату купонного дохода по облигациям, выпущенным в рамках реализации инвестиционных проектов по внедрению наилучших доступных технологий: постановление Правительства РФ от 30.04.2019 № 541 // Официальный интернет-портал правовой информации. – [Электронный ресурс] – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201905060005>.

33. Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам, полученным в 2014 - 2019 годах в российских кредитных организациях и государственной корпорации развития "ВЭБ.РФ"...: постановление Правительства РФ от 3 января 2014 г. N 3 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/133976/>.

34. Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на компенсацию части затрат на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ...: постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.2013 г. № 1312 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/90082/>.

35. Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета кредитным организациям на возмещение недополученных ими доходов по кредитам...: постановление Правительства Российской Федерации от 02.04.2022 г. № 574 // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/140270/>.

36. Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским кредитным организациям и государственной корпорации развития "ВЭБ.РФ" на возмещение...: постановление Правительства РФ от 04.05.2022 N 811 [ред. от 14.07.2022] // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/all/140806/>.

37. Об утверждении Стратегии развития минерально-сырьевой базы России до 2035 года: распоряжение от 22 декабря 2018 года №2914-р // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/docs/35247/>.

38. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yA0BhtIpyzWfHaiUa.pdf>.

39. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям. [Текст]: ГОСТ Р 57702-2017. – 2017. – Введ. 01.05.2018. – М.: Стандартинформ, 2019. – 21 с.

40. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. [Текст]: ГОСТ 31532-2012. – 2012. – Введ. 01.01.2015. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

### **Научная литература**

41. «Мечел» сообщает о внедрении наилучших доступных технологий в порту Посьет // Официальный сайт ПАО «Мечел». – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mechel.ru/press/releases/mechel-soobshchaet-o-vnedrenii-nailuchshikh-dostupnykh-tekhnologiy-v-portu-poset/>.

42. «Северсталь» перешла на более экологичную и эффективную технологию травления металла // Официальный сайт компании. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://severstal.com/media/archive/2021-10-05-severstal-pereshla-na-bolee-ekologichnuyu-i-effektivnuyu-tekhnologiyu-travleniya-metalla/>.
43. 4,1 млн тонн угля извлек «Лучегорский угольный разрез» в 2020 году. – 2021. – [Электронный ресурс] – URL: <https://biznes-gazeta.ru/?id=news.view&obj=c2f338cbad5a5de4469e3f03c8addf13>.
44. Александрова В. Д. Современная концепция циркулярной экономики [Текст] / В. Д. Александрова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – №5-1. – С. 87-93.
45. Александрова Т. Н. Геоэкологические и технологические аспекты влияния отходов рудной золотодобычи на окружающую среду при освоении недр [Текст] / Т. Н. Александрова, Л. Н. Липина // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 10. – С. 11-15.
46. Аленкова И. В. Система показателей оценки эффективности внедрения экологических инноваций [Текст] / И. В. Аленкова, О. И. Митякова // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 12 (2). – С. 237-241.
47. Андрианов А. М. Комплексное использование сырья в промышленности [Текст] / А. М. Андрианов, Н. А. Соколова, М. Е. Усков. – М.: Экономика, 1988. – 302 с.
48. АО «ЛУР» // СКРИНКонтрагент. – [Электронный ресурс] – URL: <https://kontragent.skrin.ru/issuers/LCHUZ>.
49. Арский Ю. М. Экономические проблемы безотходных технологий и производств (Международный опыт) [Текст] / Ю. М. Арский, В. И. Чалов. – М.: ЦНИИЭИЦМ, 1990. – 72 с.
50. Арсланова Х. Д. Программно-целевое управление развитием: зарубежный опыт и особенности [Текст] / Х. Д. Арсланова, Ш. Д. Арсланов // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2022. – № 3(137). – С. 95-101. – DOI: 10.26726/1812-7096-2022-3-95-101.

51. Архипов А. В. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография [Текст] / А. В. Архипов, С. П. Решетняк; под науч. ред. акад. Н. Н. Мельникова. – Апатиты: КНЦ РАН, 2017. – 175 с.
52. Атлас промышленности Государственная информационная система промышленности. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://gisp.gov.ru/atlas/map/public>.
53. АЦБК: построение корпоративной системы управления выбросами ПГ - неизбежность для предприятий // Официальный сайт АО «Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат». – 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.appm.ru/press-center/atsbk-postroenie-korporativnoy-sistemy-upravleniya-vybrosami-pg-neizbezhnost-dlya-predpriyatiy/>.
54. Базарова С. Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности / С. Б. Базарова // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – №2 (10). – [Электронный ресурс] – URL: <https://eee-region.ru/article/1008/>.
55. Балаба В. И. О качестве информационно-технических справочников наилучших доступных технологий нефтегазового комплекса / В. И. Балаба, Н. Ю. Гречищева, В. Л. Заворотный // Нефть и газ: технологии и инновации: мат. нац. науч.-практ. конф. Том 3 / отв. ред. Н. В. Гумерова. – Тюмень: ТИУ, 2020. – С. 13-14.
56. Банников А. Г. Основы экологии и охрана окружающей среды [Текст] / Банников А.Г. [и др.]. – М.: Колос, 1996. – 304 с.
57. Бобылев С. Н. Экология и экономика. «Зелёная» экономика. Человек и природа. [Текст] / С. Н. Бобылев, В. М. Захаров. – М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы / Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР РАН / Центр экологической политики России, 2015. – 98 с. – ISBN 978-5-904458-24-9.

58. Брылов С. А. Проведение горно-разведочных выработок и основы разработки месторождений полезных ископаемых [Текст] / С. А. Брылов, Л. Г. Грабчак, В. И. Комащенко. – М.: Недра, 1988. – 566 с. – ISBN: 5-247-00008-0.
59. Бурматова О. П. Возможности внедрения принципа ндт в российскую практику экологической политики [Текст] / О. П. Бурматова // Мир экономики и управления. – 2018. – Т. 18. – № 3. – 13 с. – DOI: 10.25205/2542-0429-2018-18-3-29-41.
60. В ТПП РФ обсудили задачи цифровизации «зеленых инвестиций» и декарбонизации предприятий реального сектора экономики // Союз «Торгово-промышленная палата Воронежской области». – 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://tppvo.ru/novosti/smi/v-tpp-rf-obsudili-zadachi-tsifrovizatsii-zelenyh-investitsij-i-dekarbonizatsii-predpriyatij-realnogo>.
61. Варфоломеев Е. В. Оценка экономической эффективности внедрения наилучших доступных технологий в газовой промышленности в условиях изменения природоохранного законодательства [Текст] / Е. В. Варфоломеев, О. В. Марьин, О. И. Богданов, Д. А. Быков // Газовая промышленность. – №1 (750). – С. 138-144.
62. Вершинина И. А. Модернизация производства как условие становления. зеленой экономики и достижения устойчивого развития [Текст] / И. А. Вершинина, Т. С. Мартыненко // Современные тренды экологически устойчивого развития.: Сборник тезисов / Под ред. С.Н. Бобылева, И.Ю. Ховавко. – М.: Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. – 202 с.
63. Волков А. А. О развитии минерально-сырьевого комплекса России [Текст] / А. А. Волков, А. В. Сидоров // Вестник Российской Академии наук. – 2015. – № 4 (85). – С.351-358.
64. Волосатова А. А. Анализ правового регулирования получения комплексного экологического разрешения [Текст] / А. А. Волосатова, В. В. Морокишко, М. Н. Цай, М. В. Бегак // Компетентность. – 2020. – № 1. – С. 18-25.

65. Вуколов А. Н. Проблемы и перспективы использования техногенного минерального сырья [Текст] / А. Н. Вуколов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №6 (48). – С. 130–131.
66. Выварец А. Д. Экономика предприятия: учебник для студентов вузов [Текст] / А. Д. Выварец. – М: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 543 с.
67. Выварец А. Д. Эффективность производства: теория, методология и методика оценки [Текст] / А. Д. Выварец, Л. В. Дистергефт // Сборник научных статей «Экономическая эффективность: теория, методология, практика». – Екатеринбург: УГТУ, 2002. – С. 3-23.
68. Гашо Е. Энергоэкологическая модернизация промышленности РФ: оценка готовности предприятий к использованию критериев НДТ / Е. Гашо, А. Киселик, А. Мартынов // Информационный портал по энергосбережению. – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.energoatlas.ru>.
69. Геологическая разведка и экологическая безопасность. – [Электронный ресурс] – URL: [https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2020/03/21/geologicheskaya\\_razvedka\\_i\\_ekologicheskaya\\_bezopasneost\\_optimizirovan.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2020/03/21/geologicheskaya_razvedka_i_ekologicheskaya_bezopasneost_optimizirovan.pdf).
70. Глущенко М. Е. Моделирование системы экономических показателей в рамках оценки экологической эффективности предприятия [Текст] / М. Е. Глущенко // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 5-3. – С. 564-568.
71. Государственная поддержка // Государственная информационная система промышленности. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://gisp.gov.ru/invest/de/ru-RU/article/group/3>.
72. Группа ЧТПЗ: история компании, информация о Группе, акционерах и производственных мощностях в России // Официальный сайт ПАО «ЧТПЗ». – [Электронный ресурс] – URL: <https://chelpipe.ru>.
73. Гунькова А. Г. Улучшение эколого-экономических показателей предприятия на основе внедрения наилучших доступных технологий [Текст] / А. Г. Гунькова, Ю. А. Холопов // Вестник Волгоградского государственного



университета. Серия 3: Экономика. Экология. – 2017. – № 3(40). – Т. 19. – С. 235-242.

74. Гурьева М. А. Методический инструментарий оценки экологизации территории. [Текст]: автореф. дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / А. М. Гурьева. – Екатеринбург: Тюменский Государственный Нефтегазовый Университет, 2013. – 24 с.

75. Гурьева М. А. Теоретические основы концепта циркулярной экономики [Текст] / М. А. Гурьева // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 2311-2336. – DOI: 10.18334/eo.9.3.40990.

76. Данилович Д. А. Экологическая эффективность использования НДТ на очистных сооружениях: экономический анализ [Текст] / Д. А. Данилович // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2017. – № 1. – С. 6-11.

77. Данилович Д.А. Экономические аспекты внедрения НДТ на городских очистных сооружениях [Текст] / Д. А. Данилович // НДТ. – 2016. - № 6. – С. 46-53.

78. Дафт Р. Л. Уроки лидерства [Текст] / Р. Л. Дафт; при участии П. Лейн; [пер. с англ. А.В. Козлова; под ред. проф. И.В. Андреевой]. – М.: Эксмо, 2006. – 480 с. – ISBN 5-699-18025-7.

79. Динамика и структура ВВП России. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE\\_62.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE_62.pdf).

80. Добровольный национальный обзор хода осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. – 2020. – 240 с. – [Электронный ресурс] – URL: [https://roscongress.org/upload/medialibrary/572/26421VNR\\_2020\\_Russia\\_Report\\_Russian.pdf](https://roscongress.org/upload/medialibrary/572/26421VNR_2020_Russia_Report_Russian.pdf).

81. Доклад Конференции ООН по окружающей среде и развитию // Организация Объединенных Наций. – 1992. – 528 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://undocs.org/ru/A/CONF.151/26/Rev.1%28Vol.I%29>.
82. Дорохина Е. Ю. О возможных стратегиях устойчивого развития и промышленной экологии [Текст] / Е. Ю. Дорохина, К. Ю. Огольцов // Путеводитель предпринимателя. – 2013. – Т. 17. – С. 100-108.
83. Дуденкова Г. Я. Наилучшие доступные технологии - новация в техническом регулировании стройиндустрии [Текст] / Г. Я. Дуденкова, О. Н. Токаева, А. А. Щербаков [и др.] // Строительные материалы. – 2016. – № 1-2. – С. 7-13.
84. Елисеев Д. О. Программно-целевое управление экономическим развитием Арктики [Текст] / Д. О. Елисеев, Ю. В. Наумова // Федерализм. – 2018. – № 4(92). – С. 24-36.
85. Забелина И. А. Эффект декаплинга в эколого-экономическом развитии регионов – участников трансграничного взаимодействия [Текст] / И. А. Забелина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2019. – Т. 12. – № 1. – С. 241-255. – DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15.
86. Загрязнение воздуха в мире: Индекс качества воздуха в режиме реального времени. – [Электронный ресурс] – URL: <http://waqi.info/ru/>.
87. Зайцев В. А. Промышленная экология: учебное пособие [Текст] / В. А. Зайцев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 389 с. – ISBN 978-5-9963-1477-5.
88. Закондырин А.Е. Механизмы экономического стимулирования промышленных компаний к природоохранной деятельности, внедрению наилучших доступных технологий и приближенных к ним решений: анализ зарубежного и российского опыта//Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. серия «Экономика и право». - 2020. - №12. – С.63-68.
89. Липина С.А., Закондырин А.Е., Ламов П.Ю. Сравнительный анализ зарубежных практик применения наилучших доступных технологий (НДТ) в

морских портах//Экономика и предпринимательство. – 2020. - №11(124) – С.749-753.

90. Закондырин А.Е. Российские информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ) как предмет научного исследования. //Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Т. 11. № 9-1. С. 9-22.

91. Закондырин А.Е. Практическое применение информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям: сложности и специфика. Modern Economy Success. 2021. № 5. С. 155-160.

92. Закондырин, А. Е. Ключевые принципы концепции наилучших доступных технологий в промышленности // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 7-2. – С. 231-238.

93. Закондырин, Липина С.А. Экологические концепции: сравнительный анализ // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2022. – № 4(136). – С. 7-14.

94. Закондырин, А. Е. Основы организационно-экономического механизма экологизации минерально-сырьевого комплекса / А. Е. Закондырин // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. – 2022. – Т. 15. – № 3. – С. 169-178.

95. Закондырин А.Е. Концептуальное видение роли стейкхолдеров и модели взаимодействия в эколого-ориентированных проектах. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Экономика и право» - 2022 - №12, - С.23-27

96. Закондырин, А. Е. Принципы программно-целевого управления при реализации эколого-ориентированных проектов / А. Е. Закондырин // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 9(146). – С. 1204-1208.

97. Закондырин, А. Е. Роль экспертного сообщества при реализации программ и проектов экологизации в промышленности / А. Е. Закондырин // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 19-25.

98. Закондырин А.Е. Моделирование экономической и климатической эффективности проекта секвестрации углекислого газа // Modern Economy Success. 2023. № 2. С. 291 – 299.

99. Закондырин А.Е., Целесообразность использования общественной экспертизы при проведении мониторинга эколого-ориентированных проектов/ Российский экономический интернет-журнал. – 2023. – № 1.

100. Закондырин А.Е. Совершенствование подходов к оценке эффективности наилучших доступных технологий. Друкеровский вестник. - 2023. - №1. С.233-245.

101. Закондырин А. Е. Общественный контроль за внедрением наилучших доступных технологий как важный элемент современной экологической политики страны. – 2020. – E3S Web of Conferences 174, 02028.

102. Закондырин А.Е. Наилучшие доступные технологии в горнодобывающем секторе: актуальные проблемы и пути их решения. – 2020. – E3S Web of Conferences 174, 02026.

103. Закондырин А.Е. Наилучшие доступные технологии в горнодобывающем секторе: актуальные проблемы и пути их решения // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. - №6-1. – С. 55 – 64.

104. Закондырин А.Е. Категория наилучших доступных технологий: эволюция понятия от эколого-технологической модернизации к общественной значимости // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Том 13. – № 3. – С. 707-720.

105. Закондырин, А. Е. Методические подходы к оценке эффективности экологизации промышленных компаний / А. Е. Закондырин // Евразийское пространство: экономика, право, общество. – 2023. – № 2. – С. 26-31.

106. Мясков А.В., Закондырин А.Е Наилучшие доступные технологии как инструмент экологической промышленной политики: Монография: - Москва, Изд. «Интернаука», 2021.

107. Липина С.А., Кудряшова Е.В., Агапова Е.В., Зайков К.С., Закондырин А.Е., Зленко Е.Г., Ламов П.Ю., Липина А.В., Смягликова Е.А.,

Фадеев А.М. Зеленая экономика: управление развитием. Стратегия и тактика: Монография: - Архангельск, Изд. «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», 2022.

108. Игнатьева М. Н. Экологизация промышленного производства: направления, инструментарий [Текст] / М. Н. Игнатьева, Л. А. Мочалова // Экономика региона. – 2008. – № 1. – С. 153–166.

109. Изволенский Е. Роль российского Бюро НДТ в переходе отрасли строительных материалов на технологическое нормирование / Е. Изволенский // Стандарты и качество: рекламно-информационное агентство. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://ria-stk.ru/kvs/adetail.php?ID=175251>.

110. Ильинова А. А. Перспективы и общественные эффекты проектов секвестрации и использования углекислого газа [Текст] / А. А. Ильинова, Н. В. Ромашева, Г. А. Стройков // Записки Горного института. – 2020. – Т. 244. – С.493-502. –DOI:10.31897/PMI.2020.4.12.

111. Инвестиции в инфраструктуру: 15 лет рынку концессий // InfraOneResearch. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: [https://infraone.ru/sites/default/files/analitika/2020/investicii\\_v\\_infrastrukturu\\_ekologiya\\_2020\\_infraone\\_research.pdf](https://infraone.ru/sites/default/files/analitika/2020/investicii_v_infrastrukturu_ekologiya_2020_infraone_research.pdf).

112. Индикаторы инновационной деятельности: 2019: статистический сборник [Текст] / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, И. А. Кузнецова и др. // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 376 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-7598-1945-5.

113. Интерактивная карта Минприроды РФ // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.mnr.gov.ru/activity/regions/>.

114. Источники загрязнения окружающей среды и эколого-экономические аспекты Навоийской области [Текст] / Д. А. Каримова, Э. Ш. Жумаева, З. У. Каримова, Б. Д. У. Холмуротов // European Science. – 2018. – № 3 (35). – С. 10-13.

115. Кандилов В. П. Конкурентоспособность производителей Республики Татарстан и перспективы развития товарных рынков в условиях вступления в ВТО [Текст] / В. П. Кандилов, Т. В. Малышева // Экономический вестник Республики Татарстан. – 2012. – № 4. – С. 29–38.

116. Карелов А. С. Оценка эколого-экономической эффективности производства (на примере предприятий медной промышленности). [Текст]: дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / А.С. Карелов – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2013. – 165 с.

117. Карелов А. С. Оценка эффективности производства в условиях его экологизации [Текст] / А. С. Карелов, И.С. Белик // Вестник КемГУ. – 2011. – № 4 (48). – С. 248-254.

118. Карта загрязнений воздуха в России. – [Электронный ресурс] – URL: <https://maps.greenpeace.org/airpollution/>.

119. Карта загрязнений воздуха г. Москвы // Официальный сайт Мосэкомониторинга России. – [Электронный ресурс] – URL: <https://mosecom.mos.ru/karta/>.

120. Карта загрязнений пластиком мирового океана. – [Электронный ресурс] – URL: <https://app.dumpark.com/seas-of-plastic-2/#oceans>.

121. Карта полезных ископаемых. – [Электронный ресурс]. – URL: [http://mir-map.ru/map439405\\_0\\_0.htm](http://mir-map.ru/map439405_0_0.htm).

122. Карта промышленности Минпромторга России // Официальный сайт Минпромторг РФ. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://minpromtorg.gov.ru/maps/>.

123. Карта экологического рейтинга // Официальный сайт Общероссийской общественной организации «Зелёный патруль». – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.greenpatrol.ru>.

124. Климат включают в борьбу за прогресс // Коммерсантъ. – 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5171026>.

125. Коваленко И. И. Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием предприятия с учетом производственного риска [Текст] / И. И. Коваленко, А. С. Соколицын // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 174–188.
126. Колобов О. Внедрение НДТ ведет к росту не только экологической, но и экономической эффективности предприятий, а следовательно, и к росту их конкурентоспособности / О. Колобов // Профессиональный журнал. – 2016. – № 7 (142). – С. 22-24. – [Электронный ресурс] – URL: <https://ac.gov.ru/files/content/10346/22-24-kolobov-pdf.pdf>.
127. Колосов А. А. Влияние предприятий горной промышленности на загрязнение окружающей среды [Текст] / А. А. Колосов, Ю. С. Щегольков, В. Ю. Пасечная // Наука сегодня: теоретические и практические аспекты: мат. межд. науч.-практ. конф. – М.: Олимп, 2018. – С. 53-54.
128. Комплексный критерий выбора НДТ [Текст] / Я. М. Щелоков, В. Г. Лисиенко, Ю. Н. Чесноков, А. В. Лаптева // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2019. – № 12. – С. 1385-1392.
129. Кондратьев В. Б. Роль горной промышленности в экономике [Текст] / В. Б. Кондратьев // Горная промышленность. – 2017. – № 1 (131). – С. 40-47.
130. Кузнецова, Е. А. Утилизация углекислого газа и циркулярная экономика: мир, Россия, Арктика / Е. А. Кузнецова, А. А. Череповицына // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2021. – № 4(74). – С. 42-55. – DOI: 10.37614/2220-802X.4.2021.74.004.
131. Курошев И. С. Ресурсная и экологическая эффективность производства алюминия на принципах НДТ [Текст] / И. С. Курошев, И.С. Бахтина, Д.О. Скобелев // Компетентность. – 2022. – № 4. – DOI: 10.24412/1993-8780-2022-4-10-15.
132. Лапшина А. И. Общественный контроль и иные институты контроля общества за деятельностью органов государственной власти [Текст] /

А. И. Лапшина // Правовое государство: теория и практика. – 2014. - № 2 (36). - С. 136-140.

133. Лафта Дж. К. Менеджмент: учебное пособие [Текст] / Дж. К. Лафта. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: ТК Велби, 2005. – 592 с.

134. Липина С.А. Анализ соответствия информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям в странах ЕС и России / С. А. Липина, А. Е. Закондырин, П. Ю. Ламов [Текст] // Московский экономический журнал. – 2020. – № 12. – С. 40. – DOI 10.24411/2413-046X-2020-10851.

135. Лобанов Н. Я. Экономическая эффективность комплексного использования месторождений полезных ископаемых [Текст] / Н.Я. Лобанов, В.А. Носков // Записки горного института. – 2013. – Т. 21. – С. 59–63.

136. Логинов В. Г. Предприятия-недропользователи в роли загрязнителей и защитников природной среды [Текст] / В. Г. Логинов, М. Н. Игнатьева, В. В. Балашенко // Известия Уральского государственного горного университета. – 2019. – № 3 (55). – С. 150-156.

137. Магамедова Д. М. Организационноэкономический механизм управления устойчивым развитием региональной электроэнергетики в условиях рыночных преобразований [Текст] / Д. М. Магамедова, А. Г. Рамазанова // Вестник Дагестанского государственного университета. – 2011. – Т. 5 – С. 135-140.

138. Малков А. В. Наилучшие доступные технологии: неотложные задачи подготовки кадров [Текст] / А. В. Малков, И. О. Тихонова, М. В. Бегак, К. А. Щелчков // Компетентность. – 2020. – № 5. – С. 3-9.

139. Малышева Т. В. Организационно-экономические особенности распределительной логистики нефтехимических производств [Текст] / Т.В. Малышева, Г.А. Ганеева // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 21. – С. 432–435.

140. Малышков Г. Б. Учет требований цифровой экономики при внедрении наилучших доступных технологий в горнодобывающей



промышленности [Текст] / Г. Б. Малышков // Управление бизнесом в цифровой экономике: сборник тезисов выступлений, Санкт-Петербург, 21–22 марта 2019 года / Под общей редакцией И.А. Аренкова, М.К. Ценжарик. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. – С. 37-40.

141. Мамасев, П. С. Основные экологические проблемы добычи и обогащения угля [Текст] / П. С. Мамасев, А. В. Мясков // Стратегирование экологического развития Кузбасса. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2021. – С. 81-93.

142. Международные методики расчета выбросов парниковых газов // HPBS. – [Электронный ресурс] – URL: <https://hpb-s.com/news/metodika-rascheta-vybrossov-pg-po-mezhdunarodnym-standartam/>.

143. Минимизация воздействия на окружающую среду при применении новых технологий обогащения углей и утилизации отходов добычи [Текст] / Ю. С. Жолобова, А. Е. Сафронов, Н. А. Куций, Д. Ю. Савон // Горный журнал. – 2016. – № 5. – С. 109-112.

144. Минчев В. Переход на НДТ – и вызов, и возможности / В. Минчев // Ведомости. – 2019. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.vedomosti.ru/newspaper/articles/2019/10/15/813702-perehod-ndt>.

145. Мировая карта лесных массивов. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.globalforestwatch.org/map/>.

146. Мировая карта озонового слоя. – [Электронный ресурс] – URL: <http://priroda.inc.ru/pogoda/ozon.html>.

147. Михайлов К. Л. Экологизация производства как основа формирования конкурентного бренда [Текст] / К. Л. Михайлов, Г. В. Михайлова // Экология человека. – 2007. – № 10. – С. 10–15.

148. Мочалова Л. А. Организационные и экономические аспекты внедрения наилучших доступных технологий на горных предприятиях [Текст] / Л. А. Мочалова, А. А. Шевчик // Уральский государственный горный университет. – 2016. – № 5. – С. 24-30.

149. Мочалова Л. А. Экологические и технические аспекты модернизации горных предприятий России [Текст] / Л. А. Мочалова // Эколого-экономические проблемы развития регионов и страны (устойчивое развитие, управление, природопользование): мат. 14-й межд. науч.-практ. конф. Российского общества экологической экономики. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. – С. 112-116.

150. Мясков А. В. Использование особо охраняемых природных территорий для мониторинга негативного воздействия промышленных предприятий на естественные экосистемы [Текст] / А. В. Мясков, В. С. Зайцев, В. С. Шмелев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2019. – № S10. – С. 3-19. – DOI: 10.25018/0236-1493-2019-5-10-3-19.

151. Надымов Д. С. Разработка организационно-экономического механизма освоения техногенных месторождений с привлечением потенциала государственных институтов развития. [Текст]: дис. ... канд. эк. наук: 08.00.05 / Д. С. Надымов – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2015. – 157 с.

152. Наилучшие доступные технологии: опыт и перспективы / Е. Б. Королева, О. Н. Жигилей, А. М. Кряжев [и др.]. – СПб., 2011. – 123 с. – ISBN 978-5-903759-17-0.

153. Наркелюн Л. Ф. Комплексное использование минерального сырья [Текст] / Л. Ф. Наркелюн. – Чита: ЧитГУ, 2004. – 180 с.

154. Народная карта экологических нарушений. – [Электронный ресурс] – URL: <https://vid1.ria.ru/ig/infografika/i1/ecomap/>.

155. Национальные проекты: целевые показатели и основные результаты // Официальный сайт Правительства РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://static.government.ru/media/files/p7nn2CS0pVhvQ98OOwAt2dzCIAietQih.pdf>

156. НДТ для модернизации стекольной отрасли: итоги отраслевой конференции // EnergiaVita. – 2022. – [Электронный ресурс] – URL: <https://energiavita.ru/2022/03/14/ndt-dlya-modernizacii-stekolnoj-otracli/>.

157. Непокупная М. В. Содержание и устройство общественного контроля в Российской Федерации [Текст] / М. В. Непокупная // Colloquium-journal. – 2020. – № 3-4 (55). – С. 7-8. – DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11305.

158. Никитин Г. С. Ключевые инструменты новой промышленной политики Российской Федерации / Г. С. Никитин // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2016. – № 1 (94). – С. 74–79.

159. НЛМК вложит миллиарды рублей в экологию региона // Комсомольская правда – 2019. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.lipetsk.kp.ru/daily/26984.5/4044524/>.

160. Новоселова Е. С. Роль и место стратегического управления в механизме управления предприятия аква- и марикультуры [Текст] / Е. С. Новоселова, Д. К. Шевченко // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2008. – № 20. – С. 334-340.

161. Околёснова О. А. Новое прочтение принципов общественного контроля в контексте Федерального закона «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» [Текст] / О. А. Оклёснова // Труды по интеллектуальной собственности. – 2014. – Т. 19. – № 4. – С. 64-77.

162. Основные положения стратегии устойчивого развития России [Текст] /Под ред. А. М. Шелехова. М., 2002. – 161 с.

163. Оськов В. Переход на наилучшие технологии снизит объем выбросов в атмосферу на 22% / В. Оськов // Российская газета. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://rg.ru/2020/02/10/perehod-na-nailuchshie-tehnologii-snizit-obem-vybrosov-v-atmosferu-na-22.html>.

164. От переходного периода к трансформации: устойчивое и всеобъемлющее развитие в Европе и Центральной Азии // UNECE. – 2012. – 169 с. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://unece.org/fileadmin/DAM/publications/oes/ECE\\_RIO\\_20\\_RUS.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/publications/oes/ECE_RIO_20_RUS.pdf).

165. Официальный сайт Бюро НДТ. – [Электронный ресурс] – URL: <http://burondt.ru/>.

166. Официальный сайт Межправительственной группы экспертов по изменению климата. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ipcc.ch/documentation/>.
167. Официальный сайт Минпромторг РФ. – [Электронный ресурс]. – URL: [https://gisp.gov.ru/new\\_user/](https://gisp.gov.ru/new_user/).
168. Официальный сайт Организации Объединенных наций // [Электронный ресурс] – URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/riodecl.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml).
169. Официальный сайт Приморскстат. – [Электронный ресурс] – URL: <https://primstat.gks.ru/folder/27631>.
170. Официальный сайт Российского фонда прямых инвестиций (РФПИ). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rdif.ru/>.
171. Оценка технологий промышленного свиноводства соответствии критериям наилучших доступных технологий [Текст] / О. Л. Третьякова, И. Ю. Свинарев, Н.А. Святогоров, О. В. Гревцов // Эффективное животноводство. – 2017. – № 8 (138). – С. 43-45.
172. Падалка О. В. Формирование модели развития стратегически ориентированной организации [Текст] / О. В. Падалка. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 304 с.
173. Панфилов Е. И. О концепции рационального, комплексного освоения георесурсов и сохранения недр [Текст] / Е. И. Панфилов // Журнал «Горная промышленность». – 2006. – № 1. – С. 34–38.
174. Паспорт Национального проекта «Экология» // Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: [https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy\\_proekt\\_ekologiya/](https://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/).
175. Перфильева Е. В. НДТ в горнорудной отрасли. Значимые воздействия горнорудной отрасли как критерии для СЭО: презентация ООО «ИнЭка-консалтинг» / Е. В. Перфильева. – 2018. – [Электронный ресурс] – URL: [https://wwf.ru/upload/iblock/542/9\\_e.-perfileva\\_ineka\\_ndt\\_20180620.pdf](https://wwf.ru/upload/iblock/542/9_e.-perfileva_ineka_ndt_20180620.pdf).

176. Повышение экономической эффективности природоохранных мероприятий при внедрении наилучших доступных технологий в газовой промышленности [Текст] / Е. В. Варфоломеев, О. И. Богданов, Д. А. Быков, С. А. Гильдерман // Вестник газовой науки. – 2017. – № 15. – С. 25-35.

177. Популяризация и общественная эффективность проектов секвестрации углекислого газа [Текст] / А. Е. Череповицын, Ю. Н. Васильев, О. О. Евсеева [и др.]. – Санкт-Петербург: ООО "Медиапапир", 2020. – 136 с. – ISBN 978-5-00110-182-6.

178. Портнов И. Ю. Наиболее доступные технологии для нефтегазового комплекса [Текст] / И. Ю. Портнов, А. П. Жарковский, В. И. Бармин // Вестник НЦБЖД. – 2015. – № 1 (23). – С. 94-98.

179. Программа «Коммерциализация» // Фонд содействия инновациям. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://fasie.ru/programs/programma-kommertsializatsiya/>.

180. Производство и охрана окружающей среды: экологический, экономический и правовой аспект: учебное пособие [Текст] / В. И. Ефимов, А. В. Мясков, И. В. Петров [и др.]. – М.: МГГУ, 2011.

181. Прокофьева Т. Ю. Соотношение понятий "экономический механизм" и "организационно-экономический механизм" [Текст] / Т. Ю. Прокофьева // Вестник Московского финансово-юридического университета. – 2017. – № 1. – С. 21-26.

182. Промышленная карта России. – [Электронный ресурс] – URL: <https://productcenter.ru/map>.

183. Пыстина Н. Б. Разработка информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям в добыче и переработке природного газа: проблемы и перспективы / Н. Б. Пыстина, Н. В. Попадьюко // Экологическая безопасность в газовой промышленности: тезисы докладов IV Международной конференции (ESGI-2015). – 2015. – С. 10-11.

184. Пыткин А. Н. Организационно-экономический механизм управления предприятиями энергетики: монография [Текст] / А. Н. Пыткин, А.

И. Хисамова. – Пермь: АНО ВО «Пермский институт экономики и финансов», 2014. – 208 с.

185. РАВВ приняла участие в совещании Минприроды России по реализации федерального проекта «Внедрение наилучших доступных технологий» // Официальный сайт Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения. – [Электронный ресурс] – URL: <https://raww.ru/>.

186. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. [Текст] – М.: Мысль, 1990. – 637с.

187. Римский клуб: идея устойчивого развития [Текст] // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. – 2017. – №2 (30). – С. 213-225.

188. Романова А. Т. О методах оценки общественной эффективности крупных инвестиционных проектов [Текст] / А. Т. Романова, М. В. Попова // Вестник Московского гуманитарно-экономического института. – 2016. – № 1. – С. 9-14.

189. Романькова Т. В. Энергоэффективность предприятия: показатели, факторы и механизм повышения: монография [Текст] / Т. В. Романькова, М. Н. Гриневич, О. В. Голушкова. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2013. – 148 с. – ISBN 978-985-492-129-7.

190. Садохина Е. Л. Внедрение программного обеспечения в экологических службах предприятий [Текст] / Е. Л. Садохина, А. М. Пичугин // Экология производства. – 2010. – № 12. – С. 75-78.

191. Салаватов Т. Ш. Использование диоксида углерода в качестве химического сырья [Текст] / Т. Ш. Салаватов, А. С. Байрамова, К. А. Воробьев // Вестник евразийской науки. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 2.

192. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования [Текст] / Б. Б. Серапинас. – М.: ИКФ «Каталог», 2002. – 106 с. – ISBN: 5-94349-032-9.

193. Сергиенко О. И. Переход на наилучшие доступные технологии как источник инноваций и способ организации ресурсоэффективного производства [Текст] / О. И. Сергиенко // Эффективность экономики, экологические инновации, климатическая и энергетическая политика: сборник статей по

результатам международного научно-исследовательского семинара. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 170-178.

194. Сергиенко О. И. Технологический бенчмаркинг для идентификации наилучших доступных технологий: сравнительный анализ европейского и российского опыта / О. И. Сергиенко, Ю. С. Суворова, Т. А. Федюшина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2015. – №3. – С. 414-428.

195. Серпокрылов Н. С. К вопросу о статусе справочника по НДТ в разделе «Очистка поверхностных сточных вод» [Текст] / Н. С. Серпокрылов // Строительство и архитектура: материалы межд. науч.-практ. конф. – ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона, 2015. – С. 53-55.

196. Сивков С. Нормирование технологических показателей производства цемента на основе наилучших доступных технологий [Текст] / С. Сивков, Е. Потапова // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2017. – № 1 (46). – С. 22-33.

197. Скобелев Д. О. Система оценки наилучших доступных технологий как инструмент реализации экологической промышленной политики России [Текст] / Д. О. Скобелев // Вестник тверского государственного университета. Серия: экономика и управление. – 2019. – № 2. – С. 141-148.

198. Скобелев Д. О. Экологическая промышленная политика: основные направления и принципы становления в России [Текст] / Д. О. Скобелев // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. — 2019. — № 4. — С. 78–94.

199. Скобелев Д.О. Наилучшие доступные технологии – шаг в будущее [Текст] / Д. О. Скобелев, И. Б. Ефанова // Стандарты и качество. – 2015. - № 7. – С. 40-42.

200. Скормахович О. Г. Экологические риски горнодобывающей промышленности. – [Электронный ресурс] – URL:

[https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/53920/ENkologicheskie\\_riski\\_gornodobyvayushchej\\_promyshlennosti.pdf?sequence=1](https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/53920/ENkologicheskie_riski_gornodobyvayushchej_promyshlennosti.pdf?sequence=1).

201. Соколов А. Институты развития провалили инновации / А. Соколов // Ведомости. – 2021. – [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/03/01/859742-instituti-razvitiya>.

202. Сомова Т. Н. Информационно-технический справочник по НДТ «Обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов))» [Текст] / Т. Н. Сомова, В. О. Самойленко // Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях промышленности: сборник статей. – Москва, 2016. – С. 63-78.

203. Сообщение РБК (Медиахолдинг «РосБизнесКонсалтинг») от 20 июля 2018 года // Официальный сайт РБК. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rbc.ru/>.

204. Счетная палата проверила исполнение бюджета в сфере экологии // Официальный сайт счетной палаты РФ. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://ach.gov.ru/>.

205. Счетная палата указала недостатки и риски нацпроектов. Почему аудиторы не ждут прорыва в экономике, образовании и экологии // Официальный сайт РБК. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rbc.ru/>.

206. Тарасова Н. П. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду [Текст] / Н. П. Тарасова, Б. В. Ермоленко, В. А. Зайцев [и др.]. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 230 с.

207. Темукуева Ж. Х. Корреляционно-регрессионный анализ как индикатор отбора показателей при проведении факторного экономического анализа [Текст] / Ж. Х. Темукуева // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – 19 (61). – С. 67-69.

208. Техническая вода для пгт. Лучегорск на 2021 год. – [Электронный ресурс] – URL: <https://stroyfora.ru/tariff/area-2e1eaa1e-af75-47ee-bf79-5cd6c8183eb9/year-2021/type-11#heading-tags-0>.



209. Тихонов М. Р. Комбинирование методов оценки рисков: экспертная оценка логических ассоциаций [Текст] / М. Р. Тихонов // Организационно-экономические и технологические проблемы модернизации экономики России: сборник статей VII межд. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 189-192.
210. Трубецкой К. Н. Геотехнологическая парадигма развития комплексного освоения недр в Арктической зоне России [Текст] / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко, Г. В. Калабин // Арктика: экология и экономика. – 2015. – №3 (19). – С. 54-65.
211. Тзя Т. Д. Формальные методы экспертных оценок [Текст] / Т. Д. Тзя // Экономика, статистика и информатика. – 2015. – № 1. – С. 183-187.
212. Тяглов С. Г. Особенности определения технологии в качестве НДТ: российский и зарубежный опыт [Текст] / С. Г. Тяглов, Г. Н. Воскресова // Journal of economic regulation (Вопросы регулирования экономики). – 2019. – Т. 10. – № 2. – С. 96-112. – DOI: 10.17835/2078-5429.2019.10.2.096-112.
213. Уровни готовности технологии // Умные командировки. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.smartbusinessstrips.ru/blog/urovni-gotovnosti-tehnologii/>.
214. Утилизация отходов переработки минерального сырья, переработка и утилизация отходов металлургического производства. Демонстрационные материалы. – [Электронный ресурс] – URL: <https://ppt-online.org/99635>.
215. Федоров С. Модернизация оборудования позволит нам выпускать абсолютно новый по своим качественным характеристикам продукт / С. Федоров // Официальный сайт ПАО «Мечел». – 2019. – [Электронный ресурс] – URL: [https://www.mechel.ru/press/mechel\\_v\\_smi/sergey-fedorov-modernizatsiya-oborudovaniya-pozvolit-nam-vypuskat-absolyutno-novyy-po-svoim-kachestvu/](https://www.mechel.ru/press/mechel_v_smi/sergey-fedorov-modernizatsiya-oborudovaniya-pozvolit-nam-vypuskat-absolyutno-novyy-po-svoim-kachestvu/).
216. Фомичев Е. С. Риски в сфере основной деятельности горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. – 2003. – № 6. – [Электронный ресурс] – URL: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomic/1469-riski-v-sfere-osnovnoj-deyatelnosti-gornodobyvayushchikh-predpriyatij>.

217. Хаустов А. П. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды [Текст] / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 387 с.

218. Хисамова А. И. Оценка организационно-экономического механизма управления предприятием [Текст] / А. И. Хисамова // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. – 2015. – № 3(26). – С. 92-103.

219. Цыганков А. В. Безопасность освоения месторождений полезных ископаемых в криолитозоне [Текст] / А. В. Цыганков. – Якутск: издание ЯНЦ СО РАН, 1994. – 109 с.

220. Черенцова А. А. Корреляция между агрохимическими свойствами и уровнем загрязнения почв [Текст] / А. А. Черенцова, Л. П. Майорова // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 5 (116). – С. 17-25.

221. Череповицын А. Е. Кластеры природоохранных технологий при освоении нефтегазовых ресурсов Арктики [Текст] / А. Е. Череповицын // Colloquium-Journal. – 2019. – № 25-8(49). – С. 188-191. – DOI 10.24411/2520-6990-2019-10876.

222. Череповицын А. Е. Целесообразность применения технологий секвестрации CO<sub>2</sub> в России / А. Е. Череповицын, К. И. Сидорова, Н. В. Смирнова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2013. – С. 459–473. – [Электронный ресурс] – URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/CherepovitsynAE/CherepovitsynAE\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/CherepovitsynAE/CherepovitsynAE_1.pdf).

223. Череповицын А. Е. Эффективность использования дистанционных методов экологического мониторинга в АЗРФ (на примере производств НГК) [Текст] / А. Е. Череповицын, Д. М. Меткин // Север и рынок: формирование экономического порядка. – 2020. – № 4(70). – С. 126-139. – DOI 10.37614/2220-802X.4.2020.70.011.

224. Шестков В. А. Проектирование горных предприятий [Текст] / В. А. Шестков. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 795 с.

225. Широбоков А. С. К вопросу о гармонизации законодательства европейского союза и России о технологическом нормировании на основе наилучших доступных технологий [Текст] / А. С. Широбоков // Евразийский юридический журнал. – 2016. – № 1 (92). – С. 141-145.

226. Шувалов Ю. В. Эколого-экономическая оценка эффективности природоохранной деятельности горных предприятий [Текст] / Ю. В. Шувалов, Н. Я. Лобанов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) – 2000. – №2. – С. 207-212.

227. Щелоков Я. М. Актуальность наилучших доступных технологий для теплоснабжения в ЖКХ [Текст] / Я. М. Щелоков // Энергосбережение. – 2018. – № 2. – С. 26-33.

228. Щелчков К. А. Основные аспекты применения информационно-технических справочников по НДТ [Текст] / К. А. Щелчков, М. А. Волосатова, О. В. Гревцов // Экология производства. – 2019. – № 5. – С. 20-26.

229. Эко карта Росприроднадзора. – [Электронный ресурс] – URL: <https://maps.fsrpn.ru/>.

230. Экологизация малых и средних предприятий: Пособие по инструментам природоохранной политики для стран Восточного партнерства ЕС // Организация экономического сотрудничества и развития. – 2015. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.oecd.org/environment/outreach/Greening-SMEs-policy-manual-rus.pdf>.

231. Экологическая промышленная политика Российской Федерации // Российский Союз Промышленников и Предпринимателей. – 2014. – 77 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rspp.ru/upload/iblock/799/3b4e2be673af36f8eeecaaba53fcaa1f.pdf>.

232. Экологические приоритеты для России // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2017. – 292 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>.

233. Экологические проекты // Фонд развития промышленности. – [Электронный ресурс] – URL: <https://frprf.ru/zaumy/ekologiya/>.

234. Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2019. – 24 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://nangs.org/analytics/analiticheskij-tsentr-pri-pravitelstve-rf-ekologiya-i-ekonomika-dinamika-zagryazneniya-atmosfery-v-preddverii-ratifikatsii-parizhskogo-soglasheniya-avgust-2019-pdf>.

235. Экология и экономика: тенденция к декарбонизации. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/\\_%D0%BE%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C\\_web.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/_%D0%BE%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C_web.pdf).

236. Эколого-экономический индекс регионов РФ / Бобылев С. Н. [и др.]. – М.: WWF России / РИА Новости, 2012. – 152 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://wwf.ru/upload/iblock/dc8/index.pdf>.

237. Экономика замкнутого цикла. Как горнодобывающим компаниям заработать на новом подходе к бизнесу // Капитал. Центр деловой информации. – 2019. – [Электронный ресурс] – URL: <https://kapital.kz/economic/81981/ekonomika-zamknutogo-tsikla.html>.

238. Экономическая карта Северо-Западного региона России. Экономическая карта промышленности Северо-Западного региона России. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://mir-map.ru/435289.html>.

239. Экономические инструменты стимулирования перехода на НДТ в странах Европейского Союза // Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. – 2019. – 106 р. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.good-climate.com/materials/files/153.pdf>.

240. Юлин М. Технологии ММК: наилучшие из доступных [Текст] / М. Юлин // Магнитогорский металл. – 2019. – 26 окт. (№ 122/13627). – С. 4.

**Нормативные правовые акты и документы на иностранных языках**

241. Commission Implementing Decision 2012/119/EU of 10 February 2012 laying down rules concerning guidance on the collection of data and on the drawing up of BAT reference documents and on their quality assurance referred to in Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions. – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32012D0119>.

242. Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2015 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants. – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193>.

243. Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC. – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32006L0021>.

244. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control. – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32008L0001>.

245. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>.

246. Glasgow Climate Pact // UNFCCC. – [Electronic resource] – URL: <https://unfccc.int/documents/310475>.

247. Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS). – [Electronic resource] – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1221>.

248. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future // WCED. – 1987. – [Electronic resource] – URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

### **Научная литература и источники на иностранных языках**

249. A review of cost estimates for carbon capture and storage in the power sector // International Centre for Sustainable Carbon. – 2021. – [Electronic resource] – URL: <https://www.sustainable-carbon.org/report/a-review-of-cost-estimates-for-carbon-capture-and-storage-in-the-power-sector/>.

250. Altenburg, T. Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences. Geneva, Bonn: UN Environment / T. Altenburg, C. Assmann // German Development Institute. – 2017. – [Electronic resource] – URL: [https://www.un-page.org/files/public/green\\_industrial\\_policy\\_book\\_aw\\_web.pdf](https://www.un-page.org/files/public/green_industrial_policy_book_aw_web.pdf).

251. Assessing Global Resource Use: A Systems Approach to Resource Efficiency and Pollution Reduction [Text] / S. Bringezu, A. Ramaswami, H. Schandl [et al]; International Resource Panel / United Nations Environment Programme. – Nairobi, Kenya: UNESCO, 2017. – 104 p. – ISBN: 978-92-807-3677-9.

252. Best Available Techniques (BAT) for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 3: Measuring the Effectiveness of BAT Policies // Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. – 2019. – 193 p. – [Electronic resource] – URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/measuring-the-effectiveness-of-best-available-techniques-policies.pdf>.

253. Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 4: Guidance Document on Determining BAT, BAT-associated Environmental Performance Levels and BAT-based Permit Conditions // Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD. – 2020. – 94 p. – [Electronic resource] – URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/guidance-document-on-determining-best-available-techniques.pdf>.

254. Best Available Techniques for Preventing and Controlling Industrial Pollution, Activity 2: Approaches to Establishing Best Available Techniques (BAT) Around the World // Environment, Health and Safety, Environment Directorate,

OECD. – 2018. – 154 p. – [Electronic resource] – URL: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/approaches-to-establishing-best-available-techniques-around-the-world.pdf>.

255. Best Available Techniques Guidance Document on upstream hydrocarbon exploration and production // European Commission. – 2019. – 193 p. – [Electronic resource] – URL: [https://ec.europa.eu/environment/integration/energy/pdf/hydrocarbons\\_guidance\\_doc.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/energy/pdf/hydrocarbons_guidance_doc.pdf).

256. Buhr K. Capturing the stories of corporations: A comparison of media debates on carbon capture and storage in Norway and Sweden [Text] / K. Buhr, A. Hansson // Global Environmental Change. – 2011. – №21. – P. 336–345. – DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2011.01.021.

257. Carbon Intensity Indicator (CII) // Repsol. – [Electronic resource] – URL: [https://www.repsol.com/imagenes/global/en/carbon\\_intensity\\_indicator\\_tcm14-198668.pdf](https://www.repsol.com/imagenes/global/en/carbon_intensity_indicator_tcm14-198668.pdf).

258. Carbon Recycling International. – [Electronic resource] – URL: <https://www.carbonrecycling.is/projects#project-goplant>.

259. CCUS in Clean Energy Transitions // International Energy Agency. – 2019. – [Electronic resource] – URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/levelised-cost-of-co2-capture-by-sector-and-initial-co2-concentration-2019>.

260. Chen H. Coproducts Generated from Biomass Conversion Processes. / H. Chen, L. Wang // Technologies for Biochemical Conversion of Biomass. [Text] – Academic Press, 2017. – ISBN 978-0-12-802417-1.

261. Cheremisinoff, N. P. Environmental and Health and Safety Management: A Guide to Compliance [Text] / N. P. Cheremisinoff, M. L. Graffia. – William Andrew: Norwich, United States, 1996. – 1st ed. – 519 p.

262. Christensen A. Assessment of Hydrogen Production Costs from Electrolysis: United States and Europe / A. Christensen. – 2020. – [Electronic

resource] – URL: [https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/final\\_icct2020\\_assessment\\_of-\\_hydrogen\\_production\\_costs-v2.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/final_icct2020_assessment_of-_hydrogen_production_costs-v2.pdf).

263. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Text] / O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, [et al.]. – Cambridge: Cambridge University Press, 2022. – 1454 p.

264. Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Text] / P.R. Shukla, J. Skea, A. Reisinger [et al.] – Cambridge: Cambridge University Press, 2022. ISBN 978-92-9169-160-9.

265. Climate Neutral Now. Guidelines for Participation // UN Climate Change. – [Electronic resource] – URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CNN%20Guidelines.pdf>.

266. Climate risk and decarbonization: What every mining CEO needs to know / L. Delevingne, W. Glazener, L. Grégoir, K. Henderson // McKinsey&Company. – 2020. – [Electronic resource] – URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/climate-risk-and-decarbonization-what-every-mining-ceo-needs-to-know>.

267. CO2RE Facilities Database // Global CCS Institute. – [Electronic resource] – URL: <https://co2re.co/>.

268. Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change // Ellen MacArthur Foundation. – 2019. [Electronic resource]. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>.

269. Cost and performance of carbon dioxide capture from power generation // International Energy Agency. – 2011. – [Electronic resource] – URL: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/d9d7ae5a-a694-4440-bc81-0d20699b45b1/costperf\\_ccs\\_powergen.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/d9d7ae5a-a694-4440-bc81-0d20699b45b1/costperf_ccs_powergen.pdf).

270. Diesendorf, M. Sustainability and sustainable development // Sustainability: The corporate challenge of the 21st century / eds: Dunphy D.,



Benveniste J., Griffiths A., Sutton P. – Sydney: Allen & Unwin, 2000. Ch. 2. – P. 19-37.

271. Ensuring Environmental Compliance. Trends and Good Practices [Text] / Organisation for Economic Co-operation and Development. – Paris: OECD Publishing, 2009. – 208 p. – ISBN 978-92-64-05958-0.

272. ETP Clean Energy Technology Guide // International Energy Agency. – 2022. – [Electronic resource] – URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>.

273. GHG Protocol corporate standard. – [Electronic resource] – URL: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/FAQ.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/FAQ.pdf).

274. Global Energy Review 2021 // International Energy Agency. – 2021. – [Electronic resource] – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d0031107-401d-4a2f-a48b-9eed19457335/GlobalEnergyReview2021.pdf>.

275. Hasan M. M. F. A multi-scale framework for CO<sub>2</sub> capture, utilization, and sequestration: CCUS and CCU [Text] / M. M. F. Hasan, E. L. First, C. A. Floudas // Computers and Chemical Engineering. – 2015. – V. (81). – C. 2-21. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2015.04.034.

276. Hennicke P. Decoupling economic growth from resource consumption / P. Hennicke, A. Khosla // Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. – 2014. – 36 p. – [Electronic resource] – URL: [https://www.giz.de/de/downloads/giz2014-en-IGEG\\_2\\_decoupling-economic-growth.pdf](https://www.giz.de/de/downloads/giz2014-en-IGEG_2_decoupling-economic-growth.pdf).

277. Hoff M. Can be mining sustainable? / M. Hoff // Ensia. – 2013. – [Electronic resource] – URL: <https://ensia.com/articles/mine-over-matter/>.

278. How much carbon dioxide is produced per kilowatthour of U.S. electricity generation? // International Energy Agency. – 2022. – [Electronic resource] – URL: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=74&t=11>.

279. Huckle J. Education for sustainable development in Europe: Some current challenges [Text] / J. Huckle // Presentation to a conference on environmental

education organised by the Hellenic Association for the Protection of the Environment and Cultural Heritage. – University of Piraeus, 2005.

280. Kheiririk M. Comparative techno-economic analysis of carbon capture processes: Pre-combustion, post-combustion, and oxy-fuel combustion operations [Text] / M. Kheiririk, S. Ahmed, N. Rahmanian // Sustainability. – 2021. – V. 13.24. – 14 p. –DOI: 10.3390/su132413567.

281. Liu, X. Best available techniques and pollution control: a case study on China's thermal power industry [Text] / X. Liu, Z. Wen // Journal of Cleaner Production. – 2012. – V. 23. – P. 113-121. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.09.027.

282. Meeting the Dual Challenge, A Roadmap to at-scale deployment of carbon capture use and storage // National Petroleum Council. – 2019. – [Electronic resource] – URL: <https://dualchallenge.npc.org/>.

283. Methanol Market. – [Electronic resource] – URL: <https://www.precedenceresearch.com/methanol-market>.

284. Miners continue to improve carbon emission reduction targets // Mining Technology. – 2021. – [Electronic resource] – URL: <https://www.mining-technology.com/comment/miners-carbon-emission-reduction/>.

285. Mining and metals and the circular economy // International Council on Mining&Metals. – 2016. [Electronic resource]. – URL: [https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/mining-metals/2016/research\\_circular-economy.pdf?cb=7827](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/mining-metals/2016/research_circular-economy.pdf?cb=7827).

286. Nosko P. A. Greening of Economy as a Factor of the Russia's Innovative Development [Text] / P. A. Nosko // Review of Business and Economics Studies. – 2017. – V. 5(4). – P. 71-76.

287. Pathways to an energy and carbon efficient Russia // McKinsey&Company. –2009. – 134 p. – [Electronic resource] – URL: [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/dotcom/client\\_service/Sustainability/cost%20curve%20PDFs/CO2\\_Russia\\_ENG\\_final.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/dotcom/client_service/Sustainability/cost%20curve%20PDFs/CO2_Russia_ENG_final.ashx).

288. Popp D. The Role of Technological Change in Green Growth / D. Popp // The World Bank. – 2012. – 66 p. – [Electronic resource] – URL:

[https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Role\\_of\\_technological\\_change%20in%20gg\\_Ggkp.pdf](https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Role_of_technological_change%20in%20gg_Ggkp.pdf).

289. Sathre R. Industrial Symbiosis in the former Soviet Union [Text] / R. Sathre, I. Grdzlishvili // Progress in industrial Ecology. – 2006. – V. 3(4). – P. 379-392. – DOI: 10.1504/PIE.2006.011743.

290. Secretary of State for Trade and Industry. Our Energy Future – Creating a Low Carbon Economy [Text] – Norwich: The Stationery Office, 2003. – 144 p. – ISBN 0-10-157612-9.

291. Sendlein L. V. Surface Mining Environmental Monitoring and Reclamation Handbook [Text] / L. V. Sendlein, H. Yazicigil, C. Carlson. – New York: Elsevier, 1983. – 750 p.

292. Stefánsson B. CRI technology and CCU project development in Norway / B Stefánsson // Carbon Recycling International. – 2020. – [Electronic resource] – URL:

<https://www.prosess21.no/contentassets/52fc2f61d22f484aa4c205ef423c6e07/cri-prosess21-webinar-on-ccu-c-2020-05-20.pdf>.

293. Summary for Policymakers / V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner [et al.] // Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. – Cambridge: Cambridge University Press, 2018. – 24 p.

294. Sustainable and responsible development of minerals // International Energy Agency. – 2021. – [Electronic resource] – URL: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/sustainable-and-responsible-development-of-minerals>.

295. Technology Readiness and Costs for CCS // Global CCS Institute. – 2021. – [Electronic resource] – URL: <https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/03/Technology-Readiness-and-Costs-for-CCS-2021-1.pdf>.

296. The future is now: How oil and gas companies can decarbonize / C. Beck, S. Rashidbeigi, O. Roelofsen, E. Speelman // McKinsey&Company. – 2020. – [Electronic resource] – URL: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-future-is-now-how-oil-and-gas-companies-can-decarbonize>.

297. The Importance of Sustainability in Mining Operations // Engineers Australia. – 2020. – [Electronic resource] – URL: <https://portal.engineersaustralia.org.au/news/importance-sustainability-mining-operations>.

298. The Little Green Data Book series // The World Bank. – 2011. – 250 p. – [Electronic resource] – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/4382?locale-attribute=es>.

299. Tonelli F. Industrial Sustainability: challenges, perspectives, actions [Text] / F. Tonelli, P. Taticchi // International Journal of Business Innovation and Research. – 2013. – V. 7 (2). – P. 1751-0252.

300. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition // Ellen MacArthur Foundation. – 2015. – [Electronic resource] – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>.

301. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication // UNEP. – 2011. – [Electronic resource] – URL: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER\\_synthesis\\_en.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/126GER_synthesis_en.pdf).

302. Turning to Nature: Russia's New Environmental Policy in "Green" Transformation of the Global Economy and Politics / I.A. Makarov, D.V. Suslov, I.A. Stepanov, D.A. Serova // National Research University – High School of Economics. – [Electronic resource] – URL: [https://eng.globalaffairs.ru/wp-content/uploads/2021/04/report\\_turning-to-nature.pdf](https://eng.globalaffairs.ru/wp-content/uploads/2021/04/report_turning-to-nature.pdf).

303. Xin X. The problems and strategies of the low carbon economy development [Text] / X. Xin, W. Yuding, W. Jianzhong // Energy Procedia. – 2011. – V. 5. – P. 1831-1836. – DOI: 10.1016/j.egypro.2011.03.312.

304. Yuan H. What is Low-Carbon Development? A Conceptual Analysis  
[Text] / H. Yuan, P. Zhou, D. Zhou // Energy Procedia. – 2011. – V. 5, – P. 1706–  
171. DOI: 10.1016/j.egypro.2011.03.290.