

УДК 338.45

A. E. Закондырин

Ассоциация разработчиков природоохранных технологий и экологических инициатив,
Москва, e-mail: alexzakondyrin@gmail.com

КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНЦЕПЦИИ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, эколого-ориентированное развитие, модернизация, промышленность, чистые производства, минерально-сырьевой комплекс.

Актуальность темы связана с необходимостью придать отечественной промышленности эколого-ориентированный вектор развития. Модернизация промышленного производства не может быть связана с экстенсивным развитием. В современной экономики промышленность должна соблюдать баланс между наращиванием производства и эффективным использованием энергии минерального сырья и прочих природных ресурсов. Наилучшие доступные технологии как концепция и инструмент реализации эколого-ориентированной промышленной политики могут стать основой оживления модернизационных и инновационных процессов. Предметом исследования выступают фундаментальные принципы и концептуальные подходы к категории наилучших доступных технологий. В исследовании обобщены ключевые принципы развития концепции наилучших доступных технологий. Определены значимые направления эколого-технологической модернизации национальных отраслей промышленности. Выявлена роль минерально-сырьевого комплекса в рамках эколого-ориентированного развития. Обоснованы принципы организации чистых производств и выявлены особенности возможного применения НДТ в минерально-сырьевом комплексе. Представлено авторское концептуальное видение наилучших доступных технологий.

A. E. Zakondyrin

Association of Developers of Environmental Technologies and Environmental Initiatives,
Moscow, e-mail: alexzakondyrin@gmail.com

KEY PRINCIPLES OF THE CONCEPT OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES IN INDUSTRY

Keywords: best available techniques, environmentally-oriented development, modernization, industry, clean production, mineral complex.

The relevance of the topic is associated with the need to give domestic industry eco-oriented vector of development. Modernization of industrial production cannot be associated with extensive development. In today's economy industry must maintain a balance between increasing production and efficient use of energy from minerals and other natural resources. The best available techniques as a concept and tool for the implementation of environmentally-oriented industrial policy can become the basis for the revitalization of modernization and innovation processes. The subject of the study are the fundamental principles and conceptual approaches to the category of the best available techniques. The study summarizes the key principles of the development of the concept of the best available techniques. Significant directions of ecological and technological modernization of national industries are defined. The role of mineral resource complex in the framework of environmentally-oriented development was revealed. Principles of organization of clean production are substantiated and peculiarities of possible application of BAT in the mineral complex are identified. The author's conceptual vision of the best available techniques is presented.

Введение

В настоящее время появляется существенный массив научно-аналитической информации связанный с вопросами модернизации экономики и промышленного сектора России [1, 2, 3, 4]. Термин промышленная экология можно рассматривать как фундамент для появления понятия наилучших доступных технологий (НДТ). Промышленную экологию можно идентифицировать как на-

учно-практическую деятельность, ориентированную на разработку и внедрение малоотходных технологических процессов и в рамках формирования таких процессов происходит формирование производственных компаний и сферы услуг, имеющих разные формы интеграций и взаимодействий для повышения эффективности использования ресурсов, включая техногенные, и снижения нагрузки на природные экосистемы [5].

Модернизация производства в Российской Федерации традиционно связывалась с экономической эффективностью и конкурентоспособностью российских производств, однако в последние годы целесообразно говорить о необходимости развития производств направленных на стабилизацию и улучшение экологической ситуации [6,7]. Наиболее быстрый способ внедрить экологически чистое производство на промышленном предприятии – это использовать лучшие из доступных экологически приемлемых технологий. Поэтому, одним из наиболее важных условий технологической и экологической модернизации российской промышленности представляется переход на принципы наилучших доступных технологий (НДТ).

Современное повышенное внимание к наилучшим доступным технологиям является по своей сути интересом к развитию эколого-ориентированных производств. В ряде научных работ были рассмотрены вопросы соотношения интересов экологической, экономической и промышленной политики [8, 9, 10]. Конкурентоспособность отечественного промышленного сектора должна определяться эффективным использованием природно-ресурсного капитала как источника глобальных конкурентных преимуществ. При этом главными конкурентными преимуществами России являются ее природный и человеческий капитал, которые взаимосвязаны между собой. В этой связи наилучшие доступные технологии необходимы для более эффективного использования природного капитала.

Цель исследования заключается в обосновании принципов развития наилучших доступных технологий для обеспечения эколого-сбалансированного развития промышленности

Задачи исследования:

Определить ключевые принципы развития концепции наилучших доступных технологий.

Выявить важнейшие организационные направления эколого-технологической модернизации национальных отраслей промышленности.

Обосновать принципы организации чистых производств и выявление особенностей применения НДТ в минерально-сырьевом комплексе.

Материалы и методы исследования

В настоящем исследовании выполнен литературный обзор в части определения понятий промышленная экология и концепция наилучших доступных технологий. В статье используются общенаучные методы.

В статье индуцируется группа явлений отражающих технологическое развитие, которое в свою очередь имеет лучшие характеристики, нежели альтернативные технологические процессы и техника, при этом обеспечивается возможность использования этих технологий в разных отраслях промышленности. Для индуцирования формируется основание, то самое свойство, которое позволяет сгруппировать разнородные технологии в рамках единой группы – НДТ. Это свойство, по мнению автора, формируется посредством необходимости двигаться в сторону устойчивости и улучшения эколого-социальных параметров.

Концепция НДТ методологически представляется как целостная, логически увязанная система представлений, объединенная идеей использования эколого-ориентированных технологий, направленных, в том числе, и на повышение эффективности использования ресурсов. Это идея отражает всю суть понимания данной категории, включая трактовку НДТ в нормативном и правовом поле.

В статье используются методы сравнительного анализа, синтеза, группировки.

Результаты исследования и их обсуждение

Важный акцент экологической промышленной политики РФ сегодня сделан на внедрение нормативно-правового регулирования экологического воздействия, в том числе через концепцию НДТ.

На настоящее время в России используются экологические стандарты, разработанные и принятые еще в 50-е годы XX века. В этот период были утверждены первые индикаторы, отражающие предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК) для почвы, воздуха и воды.

В настоящее время существующая в России система экологических стандартов подвергается критике. Отмечается ее многоступенчатость, сложность практического применения заявленных норм и нормативов [11]. Причина тому – чрезмерная степень обобщенности и универсальности используемых стандартов, без учета специфики конкретных производств.

Очевидно, что несовершенство системы экологических стандартов планомерно ведет к возникновению проблем, связанных с неэффективным управлением экологизации промышленности в локальном и региональном масштабе, невозможностью «адекватной» оценки предполагаемого экологического ущерба, ограничениями в рамках стимулирования природоохранной деятельности ввиду завышенных нормативов и требований.

Для решения обозначенной проблемы целесообразно опираться на позитивный опыт зарубежных стран, реализующих систему гибких стандартов. Важно пересмотреть сам базис российской системы экологических стандартов – планомерно перейти от «устаревшей» системы нормирования к новой системе, построенной на регулировании технологической составляющей.

С недавнего времени в российском правовом поле возникло новое понятие – комплексные экологические разрешения (КЭР) для средних и крупных промышленных предприятий, деятельность которых со-пряжена с высоким уровнем воздействия на окружающую среду и может представлять угрозу экологической безопасности в регионах присутствия. Разработанный механизм получения обозначенных разрешений построен на принципе сравнения

показателей деятельности промышленных объектов (компаний, предприятий) с определенными эталонными значениями, достигаемыми при условии внедрения НДТ. Таким образом, НДТ выступает как способ технологического нормирования промышленности в РФ.

Принципы НДТ успешно реализуются в системе государственного регулирования многих стран, например, в ЕС. Ключевые принципы НДТ представлены на рисунке 1.

Применение НДТ ориентировано на энерго- и ресурсосбережение при минимальных воздействиях на окружающую среду. При этом доступность обусловлена не только наличием самих технологий, но также их экономической целесообразностью и эффективностью.

В ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», в соответствие с введенным вышеупомянутым нормативно-правовым актом дополнением, приведено следующее определение НДТ: «технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критерии достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения» [12].

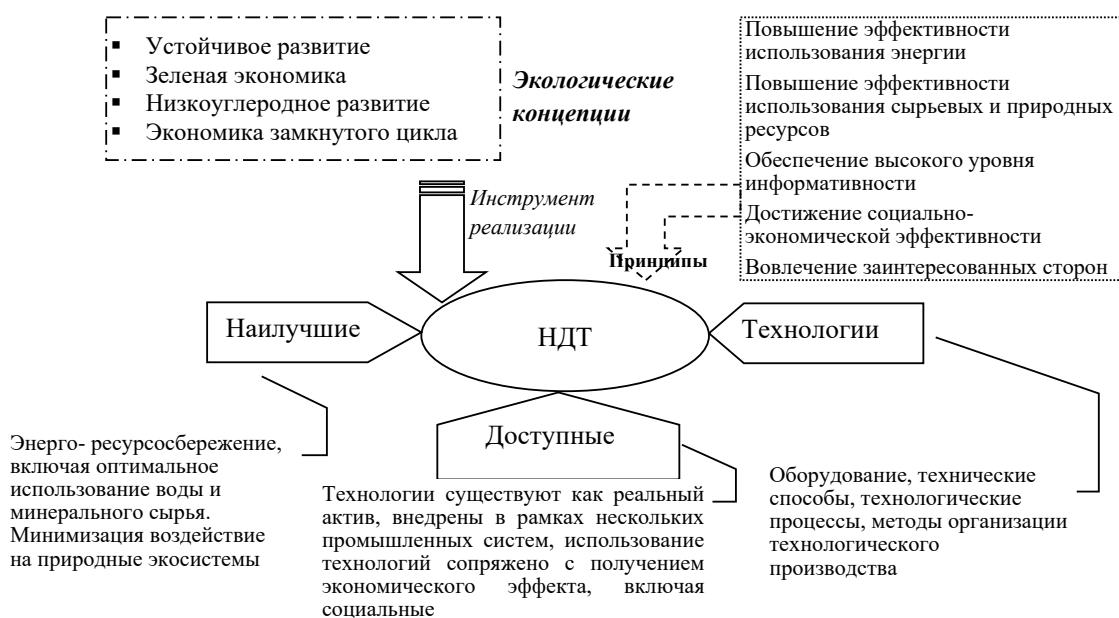


Рис. 1. Ключевые принципы НДТ

На настоящее время предложено большое количество мер, направленных на стимулирование использования НДТ. В 2015–2017 годах специальными техническими рабочими группами разработаны и внедрены документы стандартизации – справочники НДТ. При этом, несмотря на их необязательный характер в большинстве отраслей, справочники стали важными документами в вопросах применения НДТ в промышленности России.

Помимо упомянутого выше Федерального закона от 21.07.2014 № 219-ФЗ, был принят ряд других законов и постановлений, регулирующих и способствующих внедрению НДТ.

Особенностью реализации НДТ по сравнению с другими способами нормирования является тот факт, что помимо функции нормативно-правового регулирования в промышленной отрасли, механизм НДТ выполняет также функцию стимулирующую. Одним из главных стимулов является то, что, в случае внедрения НДТ в производственно-технологический цикл, компания освобождается от оплаты экологических платежей. Кумулятивная сумма платежей за превышение нормативов может существенно превышать стоимость перехода на НДТ. Переход к НДТ основан на методичном улучшении, достижении более рационального использования ресурсов, путем постепенного вытеснения устаревших по экологическим требованиям технологических и технических решений. Поэтому концепция НДТ – это, по сути, набор механизмов и инструментов продвижения и внедрения технологических инноваций. Соответственно, переход к НДТ должен стать основой модернизации промышленного сектора национальной экономики. Сегодня можно сказать, что в России понятие НДТ, возникшее в экологической сфере, было впоследствии дополнено элементами категории промышленного развития [13, 14].

Для проведения эффективной эколого-технологической модернизации национальных отраслей промышленности необходимо обеспечить ряд важных условий, а именно [15]:

- выстроить четкую стратегию перехода к эколого-ориентированному пути развития промышленных производств;

- обеспечить единый понятный алгоритм выдачи КЭР промышленным предприятиям;

- утвердить обоснованную систему экологических стандартов, учитывающую технологические особенности, экономику модернизации и отраслевую специфику производств.

Рассмотрим ключевые принципы развития концепции НДТ на примере минерально-сырьевого комплекса (МСК), оказывающего существенное влияние на окружающую среду и требующего постоянной модернизации в силу односторонне-направленной тенденции по перманентному ухудшению геолого-промышленных характеристик месторождений полезных ископаемых. Освоение сырьевой базы является фактором стабильности, обеспечивая экономическую и энергетическую безопасность страны. При этом промышленная деятельность по разработке месторождений, как твердых полезных ископаемых так и жидких, является источником экологических опасностей для окружающей среды и человека. В научной статье Фомичева С.В. отмечено, что минерально-сырьевую базу следует рассматривать не только как объект, но одновременно и как фактор возникновения экологического риска [16].

Следует выделить следующие направления воздействия горнодобывающей отрасли на окружающую среду: изъятие минерально-сырьевых ресурсов, отчуждение плодородных земель (с целью организации и проведения горных работ), засоление и обезвоживание почв, деформацию земной поверхности, физические воздействие (радиоактивное, электромагнитное, акустическое), тепловое и химическое загрязнение биосфера, геохимические и гидрогеологические изменения [17,18,19]. При этом сами способы воздействия (процессы, источники) могут отличаться в зависимости от применяемых схем и технологий разработки месторождений (в таблице приведены примеры).

Характер экологических последствий зависит и от разновидности осваиваемых видов полезных ископаемых. Например, промышленное освоение золота предполагает отделение металлов от нежелательных минеральных примесей. Данный процесс сопровождается интенсивным выделением в атмосферу ядовитых загрязняющих веществ. При освоении месторождений ртути основные риски связаны с высокой степенью токсичности самого компонента [22].

Воздействие на окружающую среду
в зависимости от применяемых схем разработки месторождений [20,21]

Типы загрязнения	Открытая разработка	Подземная разработка
Загрязнение атмосферы минеральной пылью	-взрывы в результате отбойки пород; -процессы, связанные с бурением скважин и выемкой горных пород; -дробление, перевалка и погрузка; -транспортировка добытой горной массы; -пыль, образуемая в откосах бортов и отвалах	-пыль, образуемая в поверхностных отвалах горных пород образуемых при подземной разработке; -осуществляемые погрузо-транспортные операции; -удаление загрязненного рудничного воздуха из подземных выработок
Загрязнение атмосферы газообразными продуктами	-транспорт; -взрывы в результате отбойки горной массы и пород; -газовыделения различной степени интенсивности из отвалов и массивов горных пород; -возгорания отвалов	-газовыделения различной степени интенсивности из поверхностных отвалов в результате горения горной массы; -миграция вредных веществ, в том числе газов, на поверхность; -удаление загрязненного рудничного воздуха из подземных выработок

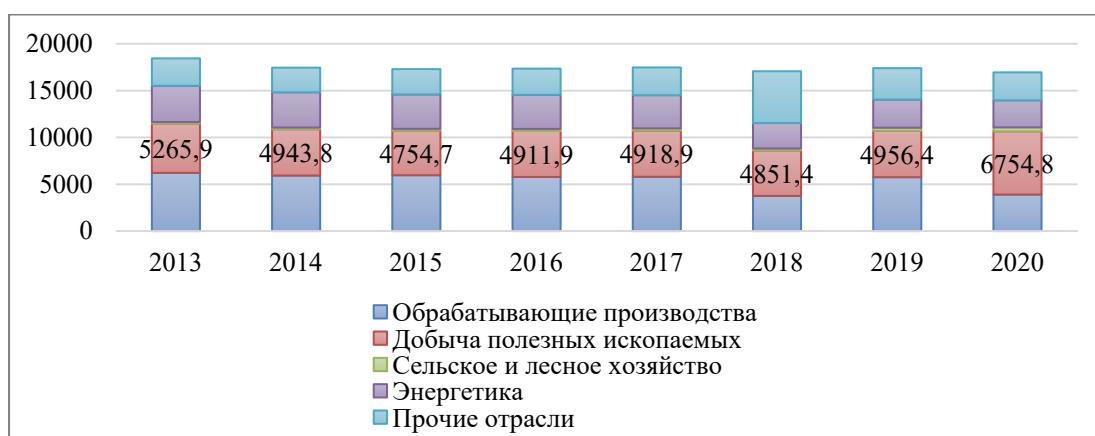


Рис. 2 Динамика объемов выбросов от стационарных источников по видам экономической деятельности в период 2010-2020 гг., тыс. тонн [23]

Ежегодно объемы выбросов вредных веществ в результате добычи полезных ископаемых достигают 4800-6800 тыс. тонн, что фактически сопоставимо с аналогичным показателем обрабатывающих производств (рис. 2).

Если оценивать суммарные объемы выбросов вредных веществ по различным отраслям горной промышленности, входящим в состав МСК (рис. 3), то лидером по данному показателю являлся в 2018-2019 гг. добыча углеводородов (выбросы углеводородов, оксидов серы и углерода). Однако в 2020 годы добыча металлических руд стала самым значимым эмитентом загрязняющих веществ [20]. Можно предположить что в данной отрасли замедлились темпы экологически-ориентированной модернизации.

В процессе добычи полезных ископаемых, наряду с рудой и другими полезны-

ми компонентами, определяющими промышленную значимость месторождений, извлекаются и значительные объемы пустых пород, которые впоследствии складируются на поверхности. Отвалы могут представлять серьезную экологическую угрозу и потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций. Так, в угольных отвалах, как правило, происходят процессы окисления горючего материала, что становится причиной их самовозгорания [25].

Последовательный переход от использования традиционных ресурсо- и материальноемких к безотходным (малоотходным, ресурсосберегающим) технологиям позволит уйти от открытых систем (свободный вход и выход материальных и ресурсных потоков) к системам полуоткрытого и закрытого типов (модели циркулярной эко-

номики), в которых все вторичные ресурсы и отходы подлежат переработке с целью сведения к минимуму объемов промышленных отходов [26]. Данный переход станет основой для организации экологически «чистых производств» и будет способствовать внедрению НДТ.

Среди ключевых принципов организации таких производств, в том числе гармонизируя их с концепцией НДТ, следует выделить следующие:

1. внедрение принципиально новых схем производственно-технологического процесса, нацеленных на предотвращение образования промышленных отходов;

2. вовлечение максимально возможного количества сырьевых компонентов в производственный в процесс, в том числе, образуемых отходов с целью вторичной переработки;

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 пр.;

7. использование преимуществ кооперации с целью формирования непрерывных циклов добычи и переработки минерального сырья с минимизацией потерь рисков образования промышленных отходов

8. использование социально-экономических инициатив, направленных на учет интересов общества.

Применительно к развитию минерально-сырьевого комплекса в рамках концепции безотходных и чистых технологий целесообразно ориентироваться на разработку и внедрение прогрессивных технологий добычи и переработки полезных ископаемых, отвечающих обозначенным выше принципам и утверждаемым требованиям наилучших доступных технологий (НДТ).

При этом думается, что в рамках концепции НДТ не следует останавливаться только на технико-технологических аспектах.

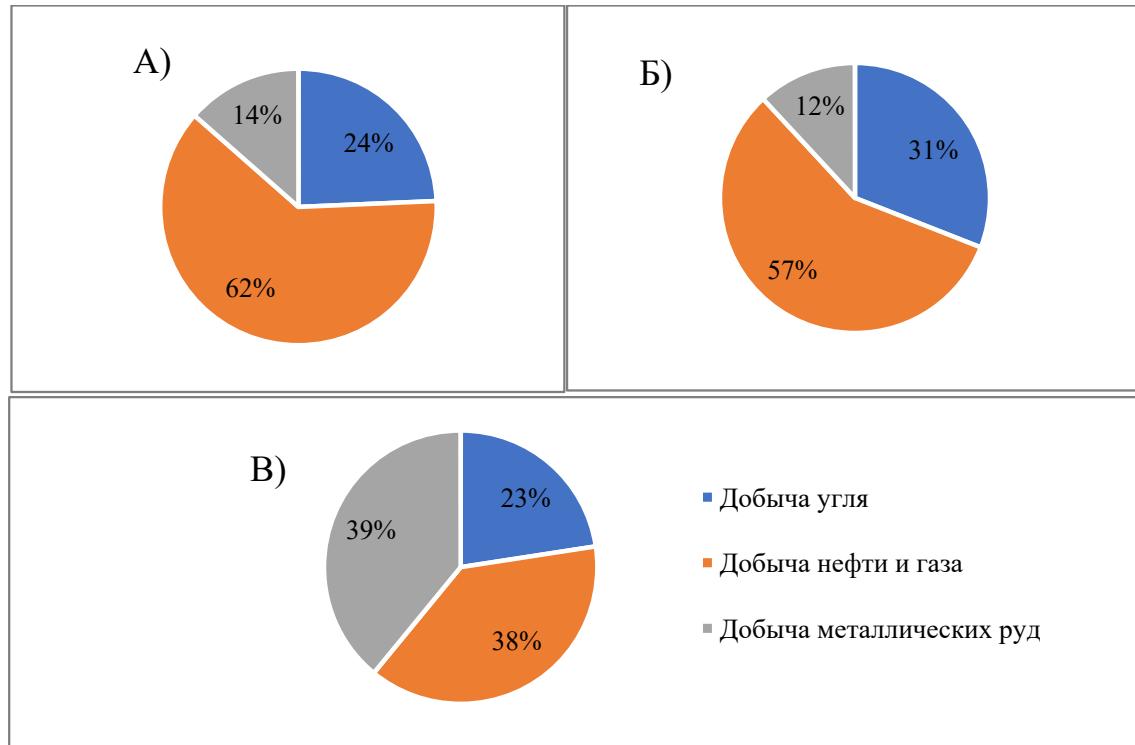


Рис. 3 Структура выбросов от стационарных источников по виду деятельности – добыча полезных ископаемых, % по данным А) 2018 года, Б) 2019 года, В) 2020 года [24]

Рассмотренные проблемы, позволили автору сформулировать свое концептуальное видение наилучших доступных технологий, под которыми предложено понимать: технологии производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемые на основе современных достижений науки и техники, наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды, реализации законных прав граждан на чистый воздух, землю и воду, сохранение и улучшение здоровья и благополучия нации, вывода отечественной промышленности на лидирующие позиции, оптимального импортозамещения, снижения зависимости отечественных бизнес-структур от иностранных инвесторов и капитала, общего оздоровления российской экономики и промышленности страны, выхода ее на новый уровень своего развития, при условии наличия технической возможности их применения, с учетом экономического, социального, общекультурного, экологического и идеологического эффектов.

Заключение

Таким образом, в России, посредством практической реализации принципов наилучших доступных технологий планируется достижение следующих важных задач:

- повышение показателей конкурентоспособности отраслей национальной промышленности;
- рост уровня инвестиционной привлекательности национальных отраслей промышленности (для российских и зарубежных инвесторов);
- планомерное снижение совокупного экологического ущерба и замедление темпов негативного воздействие на окружающую среду.

Во многих организациях внедрено оборудование и технологии зарубежного производства, соответствующее российским требованиям к НДТ. При выборе тех или иных технологий большинство компаний руководствуется принципом «качество – затра-

ты на внедрение и эксплуатацию». Соответственно, во многих случаях это может вести к выбору как зарубежного, так и отечественного оборудования. Однако, для российской экономики стратегически важно, если предпочтение будет отдаваться оборудованию отечественного производства.

Переход отечественной промышленности на принципы НДТ призван способствовать модернизации морально и физически устаревших производственных мощностей, созданию высокотехнологичных новых компаний, оптимальному импортозамещению, что, в конечном счете, должно привести к «зелено-ориентированному» развитию российской экономики, а выпускаемая продукция и технологические решения будут сопряжены с ориентирами передового индустриального сообщества в части снижения углеродного следа производимой продукции. В долгосрочной перспективе такой вектор развития должен способствовать повышению конкурентоспособности российской промышленности в новой экономической реальности низкоуглеродного и «экологодружелюбного» развития мирового хозяйства. Экологически чистые технологии должны защищать производителей-экспортеров от потенциальных торговых барьеров со стороны иностранных партнеров.

Направление дальнейших исследований видится через уточнение вопросов экономической оценки технологий НДТ, целесообразно расширять круг показателей имеющих существенную роль при внедрении НДТ и это не только показатели отражающие эффективность использования ресурсов и энергии, а также классические индикаторы финансовой эффективности. Представляется целесообразным оценивать и социальный эффект, а также степень вовлеченности в реализацию проектов НДТ заинтересованных сторон. Важно отслеживать эффективность использования государственных средств в рамках программ и проектов развития и внедрения НДТ.

Библиографический список

1. Левичева М.А. Модернизация российской экономики как основа устойчивого развития страны // Вестник НИЦ МИСИ: актуальные вопросы современной науки. 2018. № 5. С. 8-11.
2. Гашо Е., Киселик А., Мартынов А. Энергоэкологическая модернизация промышленности РФ: оценка готовности предприятий к использованию критериев НДТ (дата размещения: 1 апреля 2019 года) // Информационный портал по энергосбережению. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energoatlas.ru>.

3. Буров М.П. К вопросу о модернизации экономики страны // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12-2 (77). С. 1064-1067.
4. Липина С.А., Зайков К.С., Липина А.В. Внедрение инновационных технологий как фактор экологической модернизации арктических регионов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2017. Т. 10. № 2. С. 164-180.
5. Агапов Д.А., Ганюхина О.Ю., Пономаренко Е.В. Промышленная экология в России и за рубежом // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2018. № 3(122). С. 216-222.
6. Вершинина И.А., Мартыненко Т.С Модернизация производства как условие становления зеленой экономики и достижения устойчивого развития / 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.
7. Lipina S.A., Fedyunin D.V., Bezpalov V.V. Government Promoting Communication Tool in Innovation Development of Companies. European Research Studies Journal. 2017. Vol. 20. No. 4B. P. 536-547.
8. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие: новое видение будущего? // Вопросы политической экономии. 2020. № 1. С. 67-83.
9. Шварц Е.А., Книжников А.Ю., Бунина Ю.П. и др. Экологизация российского бизнеса: внедрение международных добровольных стандартов в управление экологическими рисками (Окончание в бюлл. №3) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2013. № 2(128). С. 5-10.
10. Шварц Е.А., Аверченков А.А., Бобылев С.Н., Герасимчук И.В. Экологическая политика и международная конкурентоспособность российской экономики // Общественные науки и современность. 2009. № 4. С. 58-71.
11. Бурматова О.П. Возможности внедрения принципа НДТ в российскую практику экологической политики // Мир экономики и управления. 2018. Т. 18. № 3. С. 29-41.
12. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (в ред. от 31.07.2020) // СПС «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/
13. Скobelев Д.О. Экологическая промышленная политика: основные направления и принципы становления в России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 2019. № 4. С. 78–94.
14. Кныш В.А., Невская М.А., Череповицын А.Е. Проблемные аспекты внедрения механизма НДТ в горнодобывающей промышленности // Рациональное освоение недр. 2019. № 2-3. С. 38-47.
15. Экологические приоритеты для России. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. С.Н. Бобылева, Л.М. Григорьева. [Электронный ресурс]. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>.
16. 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-gornodobovyayushchikh-predpriyatiij>.
17. Скоромахович О. Г. Экологические риски горнодобывающей промышленности. Тезисы доклада. 192 с.
18. Цыганков А.В. Безопасность освоения месторождений полезных ископаемых в криолитозоне. Якутск: издание ЯНЦ СО РАН, 1994. 109 с.
19. Базарова С.Б. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности // Региональная экономика и управление. 2007. № 2 (10). С. 60-70.
20. Геологическая разведка и экологическая безопасность. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2020/03/21/geologicheskaya_razvedka_i_ekologicheskaya_bezopasnost_optimizirovan.pdf.
21. Перфильева Е.В. НДТ в горнорудной отрасли. Значимые воздействия горнорудной отрасли как критерии для СЭО. 2018. Презентация ООО «ИнЭка-консалтинг». [Электронный ресурс]. URL: https://wwf.ru/upload/iblock/542/9_e.-perfileva_ineka_ndt_20180620.pdf.
22. Банников А.Г. и др. Основы экологии и охрана окружающей среды: учебник для студентов с.-х. вузов. М.: Колос, 1996. 304 с.
23. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году, 30 декабря 2020 г. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. 1000 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mnrf.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/.
24. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. Экология и экономика: тенденция к декарбонизации. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2020. Выпуск №66. 18 с.
25. Архипов А.В., Решетняк С.П. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография / под науч. ред. акад. Н.Н. Мельникова. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. 175 с.
26. Национальный стандарт РФ «Ресурсосбережение и обращение с отходами» (ГОСТ Р 57702–2017). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rts-tender.ru/poisk/gost/r-57702-2017>.