

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

На правах рукописи

Данеева Юмжана Олеговна

**РОЛЬ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ
В РАЗВИТИИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

08.00.14 – Мировая экономика

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Глебова Анна Геннадьевна,
доктор экономических наук, доцент

Москва – 2022

Оглавление

| | |
|--|-----|
| Введение..... | 3 |
| Глава 1 Теоретические основы декарбонизации мировой энергетики..... | 15 |
| 1.1 Концепция устойчивого развития: формирование и взаимосвязь с энергетикой..... | 15 |
| 1.2 Современные научные подходы к исследованию понятия энергетического перехода | 28 |
| 1.3 Экономическая сущность декарбонизации в контексте энергетического перехода | 38 |
| Глава 2 Практический опыт декарбонизации мировой энергетики: проблемы и перспективы | 49 |
| 2.1 Тенденции развития декарбонизации в мировой экономике | 49 |
| 2.2 Анализ ключевых макросценариев декарбонизации мировой энергетики | 61 |
| 2.3 Сравнительная характеристика энергетических балансов стран в условиях декарбонизации | 88 |
| Глава 3 Рекомендации по проведению процесса декарбонизации энергетики в России и направления развития его регулирования..... | 102 |
| 3.1 Оценка состояния энергетической отрасли России и проблемы ее декарбонизации | 102 |
| 3.2 Направления декарбонизации энергетики в России | 113 |
| 3.3 Перспективы регулирования процесса декарбонизации энергетики ... | 126 |
| Заключение | 141 |
| Список литературы | 144 |

Введение

Актуальность темы исследования. Динамичное развитие мировой экономики в XX и XXI веке способствовало не только повышению благосостояния стран, но и оставило огромный экологический след. Увеличение масштабов мирового производства и распространение всех видов транспорта оказало негативное воздействие на климат и окружающую среду. Негативное воздействие было подвергнуто оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата (далее – МГЭИК), которая сделала вывод, что изменение климата стало представлять опасность для дальнейшего развития мировой экономики [11]. Это связано с повышением физических рисков для экономических объектов и населения, возникших из-за роста частоты стихийных бедствий и других последствий изменения климата. Вследствие этого возникла идея перехода на устойчивое развитие, которое сможет адаптировать мировую экономику к изменениям климата и обеспечит дальнейшее благосостояние. Устойчивое развитие без вреда для окружающей среды и атмосферы возможно при сокращении выбросов парниковых газов (включая выбросы углекислого газа или выбросы CO₂), что характеризуется процессом декарбонизации мировой экономики.

Роль декарбонизации в развитии мировой экономики неоднозначна: можно выделить как негативное, так и позитивное воздействие декарбонизации на развитие мировой экономики.

К *негативному* влиянию можно отнести последовательное сокращение добычи и использования невозобновляемых источников энергии, что повлечет за собой такие эффекты, как:

- уменьшение количества рабочих мест в добывающих отраслях;
- создание угрозы банкротства профильных предприятий;
- возникновение огромных затрат на новые технологии и соответствие новым экологическим требованиям государства и инвесторов;

– снижение доходов бюджета от экспорта энергоносителей в странах, добывающих полезные ископаемые.

Позитивное влияние декарбонизации на развитие мировой экономики заключается в следующем:

– улучшение состояния экосистемы и атмосферного воздуха, что повлечет за собой снижение финансовых затрат на восстановление экономики после стихийных бедствий и расходов на здравоохранение из-за заболеваний, вызванных загрязненным воздухом, водой и почвой;

– технологический прогресс и развитие инноваций, связанных с повышением энергоэффективности и последующим снижением временных и финансовых затрат на производство и логистику;

– развитие принципов ESG (Environmental, Social, Governance – принципы экологического, социального и корпоративного управления), а также корпоративной и социальной ответственности, которые повышают прозрачность международных экономических отношений и расширяют контроль за экологической и социальной сферами жизнедеятельности общества.

– развитие мирового финансового рынка за счет появления новой подсистемы – устойчивых («зеленых») финансов, которые включают в себя различные «зеленые» финансовые инструменты, климатические инвестиционные рейтинги и «зеленые» биржи.

Примечание – Далее под «зелеными» финансами будут пониматься инвестиции и другие финансовые инструменты, направленные на реализацию экологически чистых, энергоэффективных и низкоуглеродных проектов. Согласно мировой практике и документам ЦБ РФ, термин *зеленые финансы* и его производные используются без кавычек.

Выбросы CO₂ в основном происходят от сектора энергетики, поэтому в Парижском соглашении страны пришли к консенсусу о начале процесса декарбонизации с этапа по переходу на возобновляемые источники энергии.

Исследование вопросов энергетики, возможно, имеет в настоящее время наибольшее значение, чем когда-либо. Экономика функционирует за счет непрерывного энергоснабжения, и, хотя мир все еще зависим от

невозобновляемых источников энергии для производства электричества, отопления и транспортировки, все в большем количестве стран начинается энергетический переход, который может изменить всю глобальную энергетическую систему. Толчком к началу энергетического перехода послужило признание угрозы изменения климата проблемой мирового масштаба, с которой 195 государств и Европейский союз (далее – ЕС) договорились вместе бороться против изменения климата, главным образом, за счет снижения антропогенных выбросов парниковых газов, которые с высочайшей вероятностью [11] являются причиной изменения климата.

Данный вывод был сделан ведущим международным органом по оценке изменения климата – МГЭИК в Обобщающем докладе в 2014 году: «В настоящий момент МГЭИК заявляет с 95% уверенностью, что человек является основной причиной происходящего глобального потепления». Стоит отметить, что более 830 ученых из более 80 стран внесли вклад в создание данного доклада [28], что подкрепляет факт независимой и всеобъемлющей научной оценки влияния человека на изменение климата. В докладе также подчеркивается, что адаптации к изменению климата недостаточно, чтобы избежать рисков изменения климата. «Существенные и устойчивые сокращения выбросов парниковых газов являются основой для ограничения рисков изменения климата» [28] и декарбонизация экономики является потенциальным решением, которое сдержит глобальное потепление до 2°C. Возобновляемая энергия становится все дешевле угольной энергетики по себестоимости [121], что не только делает декарбонизацию экономики выполнимой стратегией устойчивого развития, но также более доступным способом для одновременного восстановления экономик различных стран после кризиса коронавируса.

Россия обладает большими естественными ресурсными возможностями в отношении возобновляемых источников энергии – солнечная, ветряная, гидро, геотермальная, биотопливная энергия. Однако сама энергетическая система характеризуется традиционностью и

коррупцированностью, что является препятствием для ее развития и особенно динамичного проникновения новых видов энергии.

Проблема высокой углеродоемкости экономики является центральной для многих развитых и развивающихся стран мира. Переход к низкоуглеродному развитию особенно сложен для сырьевых экономик, однако в кризисное время переход на новую модель может дать шанс сделать качественный рывок в развитии экономики и, посредством декарбонизации, сделать ее более устойчивой в будущем. Решение данной проблемы особенно важно для России в свете принятия новых энергетических политик в других странах, которые нацелены на значительное увеличение возобновляемой энергии в структуре национальной энергетики или, в некоторых случаях, на достижение цели по нулевым выбросам парниковых газов – Net Zero Emissions Target. Неподготовленность к мировому энергетическому переходу и пассивный характер поддержки борьбы с изменением климата представляют собой опасность для экономики России.

Считаем актуальным и целесообразным разработать стартовый план по декарбонизации энергетической системы России для дальнейшего создания стратегии развития отрасли и дорожной карты энергетического перехода. Это представляется своевременным, поскольку последствия изменения климата с каждым годом становятся все более серьезными: стремясь к декарбонизации, многие страны активно содействуют промышленным, экономическим и социальным преобразованиям. Эти страны прогрессируют быстрее, чем Россия, и разрыв между миром и Россией увеличивается. Если Россия продолжит проводить политику, несовместимую с глобальными усилиями по декарбонизации, то она может остаться позади не только в секторе энергетики и не сохранить свои природные ресурсы, но и нанести вред своей конкурентоспособности на мировом рынке. Опыт декарбонизации энергетики был проанализирован на примере трех стран – Германии, Канады и Китая, а также через анализ 46 нефтезависимых стран, предпринимающих усилия по декарбонизации. Выбор Германии был мотивирован ее лидирующим

положением в сфере зеленой экономики в Европе и активной декарбонизацией энергетики. Опыт Китая представляет важность с точки зрения масштаба экономики, серьезными экологическими проблемами и высокими амбициями в сфере возобновляемых источников энергии. Канада вызывает интерес в связи со схожестью климатических и географических условий с Россией, а также малой плотностью населения и наличием запасов нефти и угля.

Если Россия поставит в центр своей энергетической политики возобновляемые источники энергии, это может уменьшить ее зависимость от экспорта невозобновляемых ресурсов, повысить энергетическую безопасность и создать новую форму экономики.

Степень разработанности темы исследования. Структурная трансформация энергетики, под которой в настоящее время понимается декарбонизацию, изучалась в различных отраслях знаний. Первое обсуждение декарбонизации в связи с изменением климата в литературе появилось в статье, написанной Ausubel [44] в 1995 году. Примерно десять лет спустя был введен термин «низкоуглеродное развитие» – Fulkerson [94], Pan [158]. Однако до сих пор нет единого мнения по поводу определения данного понятия. Обсуждение низкоуглеродного развития сосредоточено вокруг снижения энергоемкости производства и потребления ископаемого топлива в различных секторах экономики (Mirumachi [141]). Другие исследователи используют термин «низкоуглеродный переход» для описания эволюционного процесса с целью уменьшения выбросов CO₂ (Bush [55], Castan Broto [60], Geels [96]). Mander [135] впервые в литературе использовал эту фразу, чтобы выразить необходимость перехода к низкоуглеродной энергетической системе.

Mardani [137] провел систематический обзор взаимосвязи между выбросами CO₂ и экономическим ростом. Gouldson [101] провел исследование, чтобы проанализировать масштабы сопутствующих выгод от низкоуглеродных мероприятий в нескольких секторах.

Российские ученые, такие как Бабурин С. Н. [7], Мунтян М. А. [7], Ильин И. В., Лось В. А., Урсул А. Д. [7], Пищулов В. М. [12],

Веселовский М. Я. [13], Судьин К. Н. [17], Мутовин С. И. [17], также активно исследуют проблемы, связанные с устойчивым развитием мировой и национальной экономики, с трансформацией энергетического сектора и решением экологических проблем, возникающих в ходе его функционирования. Влияние Парижского соглашения на российскую нефтяную промышленность анализируют Рогинко С. А. [19; 22; 23], Порфирьев Б. Н. [22], Бажан А. И. [8; 19]. Ученые Финансового университета под руководством Эскиндарова М. А. оценивают глобальные факторы, влияющие на современную архитектуру финансов России [16]. Такие ученые, как Рубцов Б. Б., Гусева И. А., Ильинский А. И., Лукашенко И. В., Панова С. А., Садретдинова А. Ф., Алькова С. М. [14], Глебова А. Г. [20] исследуют финансовые аспекты устойчивого развития. Отдельные теоретические, методологические, методические и практические вопросы исследования проблем влияния глобализации на мировую экономику и формирование национальных финансовых рынков также нашли отражение в трудах ученых Финансового университета – об этом писали Балюк И. А., Звонова Е. А. [9], Кузнецов А. В., Навой А. В., Пищик В. Я., Сильвестров С. Н. [15], был проведен ряд исследований в рамках работы научной школы Департамента мировых финансов Финансового университета [24; 8; 18] и другие.

Однако, несмотря на значительное количество публикаций, многие вопросы мирового энергетического перехода остаются предметом дискуссий. Требуют дополнительного анализа и проработки вопросы влияния концепции устойчивого развития мировой экономики на трансформацию мировой энергетики; разработки механизма декарбонизации российской энергетики; развития национального и международного регулирования процесса декарбонизации энергетической отрасли. Это позволило определить цель и задачи диссертационного исследования.

Целью диссертационного исследования является решение научной задачи развития теоретических подходов к декарбонизации мировой

энергетики и разработка практических рекомендаций по декарбонизации энергетики России.

Поставленная цель обусловила необходимость решения следующих **задач**, определяющих логику и внутреннюю структуру диссертационного исследования:

1) Провести анализ связи между концепцией устойчивого развития мировой экономики и необходимостью декарбонизации мировой энергетики, изучить теоретическую сущность декарбонизации и предложить расширенное определение понятий декарбонизации и энергетического перехода.

2) Выявить современные тенденции декарбонизации энергетики в мировой экономике.

3) Обобщить опыт декарбонизации энергетического сектора в мире с целью построения и оценки макросценариев декарбонизации энергетики по регионально-географическому признаку (американский, европейский и азиатский макросценарии).

4) Обосновать направления декарбонизации энергетического сектора для Российской Федерации на базе авторского исследования энергетических балансов нефтезависимых стран (по доле нефтегазовой ренты в ВВП).

5) Разработать модели национального и наднационального регулирования процесса декарбонизации энергетической отрасли мировой экономики.

Объектом исследования выступает декарбонизация энергетики в мировой экономике.

Предметом исследования являются экономические отношения, возникающие в связи с декарбонизацией мировой энергетики в развитии мировой экономики.

Область исследования соответствует п. 21. «Развитие ресурсной базы мирового хозяйства. Экономические аспекты глобальных проблем – экологической, продовольственной, энергетической. Мирохозяйственные

последствия глобальных процессов, пути и механизмы их решения»; п. 28. «Пути и формы интеграции России в систему мирохозяйственных связей. Особенности внешнеэкономической деятельности на уровне предприятий, отраслей и регионов» Паспорта научной специальности 08.00.14 – Мировая экономика (экономические науки).

Методология и методы исследования. В качестве методологической базы были применены научные подходы, включая системный, сравнительный, исторический, на основе которых были осуществлены анализ, синтез, обобщение, классификация, моделирование.

Информационную базу исследования составили труды зарубежных и отечественных ученых, материалы, статистические данные и отчеты Международного энергетического агентства (International Energy Agency, далее — IEA), Международного агентства по возобновляемым источникам энергии (International Renewable Energy Agency, далее — IRENA), государственных статистических агентств Канады, Германии, Китая, России, законодательные и нормативные акты Евросоюза, Канады, Германии, России, Китая.

Научная новизна исследования заключается в уточнении теоретических положений и разработке практических рекомендаций по структурной трансформации мировой энергетики, обосновании необходимости и целесообразности энергического перехода России, определении роли декарбонизации в развитии мировой экономики.

Положения, выносимые на защиту:

1) Предложено *обновленное и расширенное определение декарбонизации в экономическом контексте*, согласно которому, *декарбонизация – это трансформация мировой экономики, основанная на использовании возобновляемых источников энергии, целью которой является изменение международных производственно-экономических и финансовых отношений для создания нулевого влияния на окружающую среду*. Данное определение, в отличие от существующих определений, соответствует

контексту экономической науки; расширяет понятие декарбонизации с первоначального понимания в физическом смысле (исключение углерода) до трансформационного процесса в экономике; подчеркивает важность энергетики в этом процессе; дает практическое описание прогресса достижения декарбонизации через измерение прямых и непрямых выбросов. Оно может быть использовано при разработке стратегий и моделей структурной трансформации энергетического сектора экономики на мировом и национальном уровнях (С. 38-49).

2) Расширено *определение энергетического перехода в экономике*, согласно которому *энергетический переход – это регулярный исторический процесс, который происходит, когда экономика переходит на новую, более физически эффективную и экономически обоснованную форму энергии*. Традиционная трактовка энергетического перехода в экономике заключается в широком использовании возобновляемых источников энергии и вытеснении ископаемых видов топлива (С. 45).

3) Выявлены и конкретизированы *глобальные тенденции декарбонизации мировой экономики*: последовательное увеличение числа стран и компаний, переходящих на углеродную нейтральность; обеспечение энергетической безопасности как один из ключевых факторов развития декарбонизации; декарбонизация становится все более осуществимой благодаря появлению подробных путей декарбонизации для стран и компаний; высокие требования по декарбонизации компаний вызвали негативную тенденцию разделения бизнеса на низкоуглеродное, способствующее декарбонизации и высокоуглеродное – загрязняющее и традиционное (С.49-61).

4) Построены *макросценарии декарбонизации энергетики* в зависимости от типа национальной экономики (уровня государственного регулирования экономики), уровня развития рынка, историко-культурных традиций развития промышленности (на основе анализа немецкого, китайского и канадского опыта); определены положительные и отрицательные

стороны с точки зрения возможности использования этих макросценариев для декарбонизации энергетики России (С. 61-88).

5) Разработаны *рекомендации по декарбонизации энергетического сектора в России*. Предполагается, что процесс декарбонизации должен включать следующие этапы: повышение энергоэффективности; развитие возобновляемых источников и технологий по хранению и передаче энергии; повышение эффективности электросетей; развитие электролизов; развитие технологий водородной энергетики; становление системы хранения энергии (С. 102-126).

Теоретическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы для дальнейшей разработки теоретических подходов и методического обеспечения энергетических переходов и процессов декарбонизации в разных отраслях мирового хозяйства.

Практическая значимость работы состоит в том, что сделанные выводы, предложения и рекомендации могут быть использованы, во-первых, органами государственной власти, такими как Министерство энергетики России, Министерство экономического развития России, Министерство транспорта России, Министерство природных ресурсов и экологии России, – при составлении официальных документов, таких как стратегии, планы, дорожные карты, отчеты об устойчивом развитии; во-вторых, широким кругом компаний, работающих на внешних рынках в соответствии с принципами ESG, а также ESG-инвесторами – для совершенствования стратегий развития, составления годовых отчетов и отчетов об устойчивом развитии, презентаций; в-третьих, научными и образовательными учреждениями для решения практико-ориентированных задач в рамках преподавания дисциплин по мировой экономике и мировым финансам, а также дисциплин, связанных с отраслевой экономикой (экономикой энергетики).

Степень достоверности, апробация и внедрение результатов исследования. Достоверность положений, выводов и рекомендаций исследования подтверждается их апробацией в установленном порядке, применением статистических и эконометрических методов анализа данных, использованием обширного списка исследований российских и зарубежных авторов. Кроме того, достоверность результатов гарантируется внедрением глубокого статистического и эконометрического инструментария.

Основные результаты диссертационного исследования представлены на: Международном научно-практическом форуме по безопасности и сотрудничеству в Евразии (г. Барнаул, Алтайский государственный университет, 18 июня 2020 года); на II Международной научно-практической конференции «Трансформация финансовых рынков и финансовых систем в условиях цифровой экономики» (Москва, Финансовый университет, 15 октября 2020 года); на Международной научно-практической конференции «Публично-правовые средства цифровизации экономики и финансов» (Москва, Финансовый университет, 27 октября 2020 года); на Международной научно-практической конференции «Blockchain and Financial Applications» (онлайн конференция Университет Саксион, Нидерланды, Финансовый университет и Банковская академия, Вьетнам, 12 мая 2021 года).

Материалы применялись в практической деятельности российской компании – железнодорожного перевозчика АО «ТрансКлассСервис». В частности, практический интерес вызвал анализ по выявлению основных тенденций декарбонизации в мире и план декарбонизации энергетического сектора России. Основные положения диссертации, а именно, теоретические аспекты и определение понятия декарбонизации и энергетического перехода, исследование международного и зарождающегося российского климатического регулирования, анализ инвестиционных рейтингов в сфере устойчивого развития были использованы при разработке политики низкоуглеродного развития компании в сфере чистого железнодорожного

транспорта и разработке планов по выходу на рынок зеленых облигации по примеру других железнодорожных компаний (ОАО «РЖД», АО «Грузинская железная дорога» и другие). Рекомендации исследования способствовали повышению конкурентоспособности компании на рынке и общей стоимости компании.

Материалы исследования применялись в практической деятельности голландской инженерной компании «INVERCA HOLLAND, B.V.». В частности, практический интерес вызвал страновой сравнительный анализ энергетических балансов нефтедобывающих стран с помощью эконометрических методов и план декарбонизации энергетического сектора России. Основные положения, а именно, выводы о развитии декарбонизации в России, рекомендации по энергопереходу, обоснование необходимости декарбонизации энергетики России, были использованы при анализе российского рынка и подготовке предложений по продаже услуг компании российским клиентам – добывающим и строительным компаниям. Данные услуги заключались в создании инженерных проектов по строительству зеленых зданий и внедрении технологий декарбонизации и энергоэффективности у российских клиентов. Результаты диссертационного исследования способствовали продвижению продаж инженерных проектов на российском рынке, повышению качества экспертизы компании по декарбонизации в России и улучшению финансового результата компании.

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами.

Публикации. Основные положения и выводы опубликованы в 4 работах общим объемом 2,77 п.л. (авторский объем 2,33 п.л.) в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России. Все публикации по теме диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 195 наименований. Текст диссертации изложен на 170 страницах, содержит 23 рисунка и 7 таблиц.

Глава 1

Теоретические основы декарбонизации мировой энергетики

1.1 Концепция устойчивого развития: формирование и взаимосвязь с энергетикой

Мировая энергетика в настоящее время проходит через многие испытания – начиная от ценовых войн на нефть, кризиса коронавируса и заканчивая законодательными и корпоративными сдвигами в сторону энергетического перехода. Глобальными энергетическими проблемами можно назвать энергетическую бедность – страны, у которых нет повсеместного доступа к энергии; также политическую нестабильность и волатильность цен на энергоресурсы; низкую энергоэффективность и потери электроэнергии; и негативное влияние на глобальное изменение климата через выбросы парниковых газов.

Последняя упомянутая проблема изменения климата влечет за собой тему борьбы с изменением климата, которую поддерживают большинство стран мира. Данная тема климата неразрывно связана с энергетикой, поскольку она напрямую влияет на направление развития современного сектора энергетики.

Стремительное развитие мировой экономики в последнее столетие вызвало изменение климата, которое выразилось не только в таянии вечной мерзлоты, но и в учащении стихийных бедствий и повышению общей нестабильности в природе. Эти последствия изменения климата представляют собой опасность для мировой экономики и для жизни людей в целом, так как ставят под угрозу благосостояние будущих поколений. Остановить наступление необратимых последствий изменения климата можно через трансформацию в экономике и в поведенческих привычках людей. Например, более рациональное использование ресурсов и объемов потребления может

уменьшить негативное воздействие на климат. Переход на ответственное производство и потребление позволит эксплуатировать ресурсы в более долгосрочном периоде, сохраняя ресурсную базу для будущих поколений. Данный переход, который обеспечит функционирование экономики без создания риска полного исчерпания ресурсов для будущих поколений, рассматривается в рамках концепции устойчивого развития, начавшей свое развитие в 70-х и 80-х годах и прошлого века.

Концепция устойчивого развития проистекает из трех положений:

- 1) концепция социально-экономического развития с экологическими ограничениями;
- 2) концепция перераспределения ресурсов для обеспечения потребностей всех;
- 3) концепция будущих поколений (то есть использование невозобновляемых ресурсов таким образом, чтобы обеспечить их сохранение для будущих поколений).

Суть концепции устойчивого развития базируется на принципе «Тройного критерия», который предусматривает баланс между тремя аспектами устойчивости – устойчивостью в экологическом развитии; устойчивостью в социальной сфере, связанной с обеспечением защиты прав человек и сохранением культурного разнообразия; устойчивостью в экономике, подразумевающей обеспечение стабильного экономического роста и достойного уровня жизни людей. Идеальный сценарий достижения устойчивого развития предполагает соблюдение баланса между этими тремя аспектами. Однако, на практике, в процессе достижения устойчивости по одному из аспектов, могут ущемляться интересы другого аспекта, что повлечет за собой общий дисбаланс – например, когда рост экономического развития достигается за счет деградации природных ресурсов. Таким образом, достижение устойчивости по одному аспекту может вызвать нарушение устойчивости в другом аспекте, что особенно опасно в отношении нарушений

в экологической устойчивости, которая лежит в фундаменте общего устойчивого развития.

В XVIII веке Адам Смит создал модель традиционного рынка, которая опиралась на невидимую руку рынка и исключала влияние проблем экологии и общества на развитие экономики. В связи с этим, он пришел к заключению, что экологический и социальный компоненты не требуют защиты, поскольку являются нейтральными по отношению к традиционному рынку, который является доминирующим компонентом экономики. Адам Смит недооценил способность свободного рынка эксплуатировать природные ресурсы и наносить серьезный ущерб социальной сфере, что привело к тем кризисам, которые наблюдаются сегодня – экологическая и социальная бедность. Доклад комиссии Брундтланд «Наше общее будущее» стало первой формальной попыткой поставить под сомнение работоспособность рыночной модели Адама Смита, заявив, что традиционная модель рынка должна быть преобразована таким образом, чтобы включать интересы экологии и общества для предотвращения полной деградации данных сфер.

Карл Маркс создал модель, в которой преобладал социальный компонент, а экономический и экологический компоненты были подчинены ему. Это означает, что необходимым и единственным условием развития данной модели является наличие социального компонента в активной форме, а само развитие направлено на максимизацию только социального благосостояния. В данной модели ущемляются интересы двух других компонентов – экономики и экологии, что приводит к накоплению экономического дефицита (бедности/неравенства) и экологического дефицита (загрязнение/деградация окружающей среды). Коллапс данной модели в 1991 году привел к смене парадигмы и сдвигу социально-экономического капитализма.

В XIX веке классические экономисты Мальтус, Рикардо и Милль также проводили исследования, которые стали научным фундаментом устойчивого развития. Т. Мальтус предложил модель роста («мальтузианская модель

роста»), которая описывала идею экспоненциального роста населения. Его теория утверждает, что объемы производства продовольствия не смогут держаться на одном уровне с ростом населения, что приведет к бедности, болезням, голоду и войнам (так называемый Мальтузианский кризис), вследствие чего необходимо искусственно контролировать численность населения. В XX веке теорию Мальтуса использовали энвайроменталисты (П. Эрлих, доклад «Пределы роста» группы ученых МПТ), чтобы обратить внимание на ограниченность ресурсов на планете. Хотя прогнозы Мальтуса о том, что человечество столкнется с голодом по мере роста населения, не сбылись, его теория стала отправной точкой для развития концепции ограниченности возможностей окружающей среды.

Д. Рикардо также обозначил проблему ограниченности природных ресурсов при анализе ренты и прибылей. В его теории убывающая отдача возникала из-за уменьшения качества земли и предельный продукт уменьшался.

Ограниченность природных ресурсов по Мальтусу характеризовалась однородностью этих ресурсов, в то время как Рикардо рассматривал их как различающихся по качеству. По Мальтусу убывающая отдача возникает из-за абсолютных пределов запасов природных ресурсов, а по Рикардо нет предпосылки данного предела или временных ограничений.

Джон Милль рассматривал экономический прогресс как противостояние между убывающей отдачей в сельском хозяйстве и технологическими изменениями. В своих работах Милль представляет взгляд утилитаризма на устойчивое развитие, которое основано на принципах справедливости и солидарности.

Термин «устойчивое развитие» первоначально использовался в сфере лесного хозяйства и включал меры по предотвращению истощения лесов. Данное понятие впервые было применено во «Всемирной стратегии охраны природы. Сохранение жизненных ресурсов для устойчивого развития». После этого понятие «устойчивое развитие» постепенно стало включать в себя не

только экологические аспекты, но и проблемы социальной и экономической сфер.

До 1970-х годов экономический рост был основным показателем развития, однако перепотребление и другие последствия стремительного экономического роста оказывают негативное воздействие на окружающую среду, что влечет за собой повышенное загрязнение, усиление разрыва в благосостоянии, бедность и болезни. С целью обсуждения растущих экологических проблем и их влияния на экономическое положение развитых и развивающихся стран в 1968 году была создана глобальная организация «Римский клуб», которая выпустила два ключевых отчета – «Пределы роста» и «Человечество на переломном этапе» с призывом к миру изменить свой подход к эксплуатации ресурсов планеты.

«Закон об энтропии и экономический процесс» экономиста Н. Джорджеску-Рёгена утверждает, что невозобновляемые ресурсы постоянно деградируют и будут исчерпаны при обычном развитии мировой экономики. Он также предсказывал будущий коллапс экономики, основанной на эксплуатации ограниченных ресурсов планеты и его работы, внесли большой вклад в становление экологической экономики как отдельной научной дисциплины. Его учеником был Герман Дейли – экономист Всемирного банка, работавший над теорией устойчивого развития и индексом устойчивого экономического благополучия.

В целом, в создании концепции устойчивого развития участвовали различные организации и учреждения, но основную роль в этом играла Организация Объединенных Наций (далее – ООН).

ООН способствовала проведению первых международных мероприятий на высшем уровне, на которых принимались ключевые документы, направленные на решение проблем устойчивого развития. В таблице 1 приведен хронологический обзор значимых видов деятельности, прямо или косвенно связанных с созданием и развитием концепции устойчивого развития.

Таблица 1 – Формирование концепции устойчивого развития

| Год | Мероприятие | Краткое описание |
|------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1969 | ООН опубликовала доклад «Человек и его окружающая среда» (U Thant Report) | Доклад был посвящен борьбе с глобальной деградацией окружающей среды. Более 2000 ученых было привлечено к созданию доклада |
| 1972 | Первая конференция ООН и ЮНЕП Программа ООН по окружающей среде UNEP, далее – ЮНЕП) об окружающей среде человека, Стокгольм, Швеция | Под девизом «Только одна Земля» была опубликована декларация и план действий по сохранению окружающей среды |
| 1975 | Конференция ЮНЕСКО по образованию об окружающей среде, Белград, Югославия | Создание глобальной образовательной рамочной программы по окружающей среде (Belgrade Charter) |
| 1979 | Первая Всемирная Климатическая Конференция, Женева, Швейцария | Посвящена созданию исследований по изменению климата |
| 1981 | Первая конференция ООН по наименее развитым странам, Париж, Франция | Доклад с инструкциями и мерами о помощи наименее развитым странам |
| 1984 | Создание Мировой Комиссии ООН по окружающей среде и развитию (далее - WCED) | Задача Комиссии состоит в кооперации между развитыми и развивающимися странами и принятие глобальных планов развития по сохранению окружающей среды |
| 1987 | Публикация доклада «Наше общее будущее» от WCED (Brundtland report) | Доклад содержит фундаментальные принципы концепции устойчивого развития |
| 1987 | Монреальский протокол | Содержит результаты исследований ученых о вредных воздействиях на озоновый слой |
| 1990 | Вторая Всемирная Климатическая Конференция, Женева, Швейцария | Посвящена развитию исследования по изменению климата и созданию глобальной Мониторинговой системы за изменением климата |
| 1992 | Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Саммит Земли или Конференция Рио), Рио-де-Жанейро, Бразилия | В Декларации Рио и «Повестке 21 План действий» были установлены принципы устойчивого развития и рамочная программа по будущим задачам |
| 1997 | Конференция по изменению климата в Киото, Киото, Япония | Киотский протокол был подписан между странами с целью уменьшить выбросы CO ₂ и других парниковых газов |
| 2000 | ООН опубликовала Декларацию тысячелетия | Декларация содержит 8 Целей Развития Тысячелетия (MDGs), установленных до 2015 года |
| 2002 | Всемирный саммит по устойчивому развитию, Йоханнесбург, Южная Африка | Отчет содержит результаты, достигнутые после Конференции Рио и инструкции по внедрению концепции устойчивого развития в дальнейшем |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|--|
| 2009 | Саммит Большой двадцатки, Питтсбург, США | Члены Большой двадцатки приняли соглашение об умеренной и устойчивой экономике |
| 2012 | Конференции ООН Рио+20, Рио-де-Жанейро, Бразилия | Через 20 лет после Конференции Рио был опубликован доклад «Будущее, которое мы хотим», в котором были обновлены цели устойчивого развития и обсуждена глобальная зеленая экономика |
| 2015 | Саммит ООН по устойчивому развитию, Нью-Йорк, США | Повестка по устойчивому развитию 2030 установила 17 целей развития тысячелетия, которые должны быть достигнуты к 2030 году |
| 2015 | Конференции ООН по изменению климата «СОР21 Парижская конференция по изменению климата», Париж, Франция | Страны подписали соглашение по уменьшению выбросов парниковых газов, чтобы уменьшить и ограничить глобальное потепление |

Источник: составлено автором.

Три главных события определили историю становления концепции устойчивого развития и в соответствии с ними она делится на три периода. Во время первого периода Римский клуб играл главную роль в изучении влияния проблем окружающей среды на экономическое развитие. На первой конференции ООН по вопросам окружающей среды в Стокгольме в 1972 году было установлено, что курс экономического развития должен измениться ввиду негативного влияния на состояние окружающей среды. В докладе по итогам конференции подчеркивалась идея баланса экономического развития и окружающей среды, а также были определены 28 принципов, включающих вопросы экологии - сохранение окружающей среды и социальной сферы – борьба с бедностью.

В последующий - второй период распространения концепции устойчивого развития вырос интерес к таким понятиям, как развитие в соответствии с окружающей средой, развитие без разрушения, а в 1978 году термин «экологическое развитие» получил официальное закрепление в программе ООН по окружающей среде. Сама концепция устойчивого развития была выдвинута на официальный международный уровень в 1980 году Международным союзом охраны природы (далее – МСОП).

ООН создала Всемирную комиссию по окружающей среде и развитию (далее – WCED) в 1983 году, которая затем стала известна как Комиссия Брундтланд. Она занималась созданием единой международной площадки, на которой решались проблемы окружающей среды и экономического развития. Это было связано с противоречием в проблеме бедности в развивающихся странах с одной стороны и глобальных экологических проблем, вызванных ростом экономики в развитых странах. Развитые страны не могли отказываться от экономического роста, а в развивающихся странах проблема бедности решалась индустриальным развитием экономики, которое создавало экологическую угрозу.

Главным результатом работы Комиссии Брундтланд стала публикация доклада «Наше общее будущее», также известного как отчет Брундтланд, в котором была изложена концепция устойчивого развития в современном смысле. В данном докладе устойчивое развитие определяется как «развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Это определение содержит ядро концепции и вскоре становится общепринятым и, вероятно, наиболее цитируемым определением в литературе. Основной идеей концепции устойчивого развития провозглашается обеспечение потребностей человека без нанесения ущерба окружающей среде. В данном исследовании будет использоваться термин «устойчивое развитие» в том значении, которое изложено в отчете Брундтланд.

Третий период или «период после Брундтланд», который продолжается по настоящее время, включает в себя несколько значимых событий. Конференция ООН по окружающей среде и развитию под названием Саммит Земли или Конференция в Рио-де-Жанейро была проведена в 1992 году. Ее задачей было определить глобальные рамки для решения проблем деградации окружающей среды посредством концепции устойчивого развития. В результате было принято несколько документов, среди которых

Рио-де-Жанейрская декларация об окружающей среде и развитии и Повестка дня на XXI век. Эти документы являются ключевыми для концепции устойчивого развития. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию содержит 27 принципов устойчивого развития, касающихся прав и обязанностей ООН.

Рио-де-Жанейрская декларация обязывает человечество сохранять окружающую среду, которая является общественным благом, при этом признавая право на экономическое развитие и рост. В декларации подчеркивается необходимость сотрудничества и поддержки между государством, бизнесом и гражданским обществом. В то же время декларация устанавливает, что каждая страна имеет независимое право использовать свои невозобновляемые ресурсы, если это не создает экологической угрозы для других стран, поэтому загрязнители должны нести расходы по загрязнению.

Основная критика отчета Брундтландт связана с его выраженным западным подходом к развитию, основанном на технологиях и экономическом росте, не ставящим в приоритет социальное и экологическое развитие. Недостатком также явилось поверхностное описание причинно-следственной связи между бедностью и деградацией окружающей среды – двумя основными проблемами, необходимость решения которых стала толчком к началу исследований об устойчивом развитии.

Реализация целей по достижению экономического роста и сокращению бедности также не была четко описана в докладе. Борьба с бедностью с помощью повышения экономического благосостояния должна осуществляться без ущерба окружающей среде, однако механизмов устойчивого развития предложено не было.

Другим парадоксом этой концепции можно назвать либерализацию рынка и глобализацию, которые Всемирный банк и МВФ рассматривал в качестве инструментов обеспечения устойчивого развития. Однако наблюдался обратный эффект, поскольку процесс глобализации имел более негативные последствия, особенно с точки зрения социального равенства,

учитывая возросшую разницу между развивающимися и развитыми странами. Поскольку концепция была в начале своей разработки, потребовалось создание более подробных научных изысканий и введению разнообразных подходов к устойчивому развитию в зависимости от состояния экономики, экологии и социальной сферы различных стран.

В связи с этим в 2015 году на Конференции ООН было принято Парижское соглашение, подписанное 196 странами и Европейским союзом. В этом соглашении все страны обязуются принять меры к тому, чтобы повышение общемировой температуры составило значительно менее 2°C , а с учетом серьезности существующих рисков – стремиться ограничить рост температуры уровнем $1,5^{\circ}\text{C}$ (в настоящее время средняя температура на $0,75^{\circ}\text{C}$ выше, чем среднегодовые показатели в 1850-1900 годах).

Поскольку достижение устойчивого развитие возможно только при тщательном измерении прогресса, то были созданы 17 целей устойчивого развития (далее – ЦУР), которые взаимосвязаны между собой и направлены на преодоление глобальных проблем, включая бедность, неравенство, изменение климата и т.д. [30]. Каждая цель содержит в себе несколько Задач, по которым поставлены временные ограничения. Например, Цель 7 – Обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. Одной из ее задач является «К 2030 году удвоить глобальный показатель повышения энергоэффективности». Кроме того, была создана система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития, где для каждой Задачи есть индикаторы или показатели, по которым отслеживается выполнение этой Задачи [5].

Измерение задач по данным индикаторам позволяет составить глобальный индекс [127] целей устойчивого развития (далее - индекс ЦУР) по каждой стране и определить рейтинг [176] стран по устойчивому развитию.

Индекс ЦУР более чем на половину основывается на данных от ОЭСД, ВОЗ и ЮНИСЕФ, а также на других официальных и неофициальных источниках. В структуре ООН за данное направление деятельности отвечает Отдел по целям устойчивого развития, который также играет ключевую роль в оценке общесистемного осуществления Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [6].

Таким образом прогресс стран в устойчивом развитии отслеживается ООН и самими государствами, в то время как корпорации, осуществляющие деятельность по устойчивому развитию, зачастую имеют ограниченные возможности, но большее давление со стороны заинтересованных сторон. Главным образом, к устойчивому развитию корпорации подталкивают внешние заинтересованные стороны – инвесторы, государство и граждане. Однако корпорацию, как самостоятельный институт, сложно принудить к внедрению устойчивых практик ведения бизнеса, а также раскрыть эти практики общественности. Для инвесторов важна прозрачность бизнеса корпорации, поскольку свои решения они основывают на информации, поступающей с рынка. В связи с этим, для компаний разработаны стандарты отчетности об устойчивом развитии, а также рейтинги и индексы.

Данные стандарты нефинансовой отчетности, наиболее известным из которых является стандарт GRI – Global Reporting Initiative, представляют собой стандарты по всеобъемлющей оценке компании на предмет ее соответствия устойчивому развитию. Он содержит в себе 3 основных раздела по примеру концепции ESG – Environmental, Social, Governance – окружающая среда, социальная сфера, управление. В некоторых странах, данный вид отчетности является обязательным для определенных компаний. Этот тренд также преследуется в России, где разработан проект закона об публичной нефинансовой отчетности [4].



ESG-индексы оказывают влияние на инвестиционную привлекательность компании, способствуют устойчивому развитию, поскольку компании конкурируют между собой и внедряют все лучшие

практики устойчивого развития и, в целом, являются ориентирами по прогрессу. Крупнейшие мировые ESG-индексы и рейтинги представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Крупнейшие мировые ESG-индексы и рейтинги

| Логотип | Название | Описание |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
|  | Dow Jones Sustainability Indexes (DJSI) | Индекс разработан компанией по ответственному инвестированию Robeco SAM совместно с рейтинговым агентством S&P Dow Jones Indices. Индекс охватывает компании всех отраслей экономики и основан на ежегодной оценке устойчивого развития корпораций – SAM Corporate Sustainability Assessment. Это представляет собой анкету, которую добровольно заполняет компания, предоставляя данные об устойчивом развитии в таких сферах как соблюдение прав человека, ответственная цепочка поставок, вознаграждение менеджменту, гендерное равенство и т.д. |
|  | Sustainalytics ESG Risk Rating | Sustainalytics является ведущим независимым мировым поставщиком исследований и рейтингов ESG и корпоративного управления для инвесторов. Рейтинги рисков ESG от Sustainalytics предназначены для того, чтобы помочь инвесторам определить и понять финансово существенные риски, связанные с ESG и то, как эти риски могут повлиять на результаты деятельности. Рейтинги рисков ESG в сочетании с качественным анализом предоставляют инвесторам дифференцированный разбор рисков и более глубокое понимание существенности определенных ESG проблем для компании и того, что компания делает или не делает для эффективного управления ими |
|  | MSCI ESG Rating | Рейтинг MSCI ESG Rating (Morgan Stanley Capital International) помогает инвесторам определять экологические, социальные и управленческие риски и возможности для инвестирования в своем портфеле. Рейтинг ESG содержит 7500 компаний (всего 13 500 эмитентов, включая дочерние компании) и более 650 000 ценных бумаг с акциями и фиксированной доходностью по всему миру. Рейтинг предоставляет стандартизированную методологию оценки открытости рискам и риск-менеджмента компании по сравнению с конкурентами в отрасли |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|---|------------|--|
|  | CDP scores | <p>CDP – это некоммерческая благотворительная организация, которая предоставляет глобальную систему раскрытия информации для инвесторов, компаний, городов, штатов и регионов для управления их воздействием на окружающую среду. Раскрытие информации в соответствии со стандартом CDP используется компаниями, городами, регионами и государствами. Оценивая компании и города через рейтинг «A List», CDP стремится стимулировать раскрывать информацию, чтобы улучшить их экологическую прозрачность. В 2019 году более 8400 компаний и 920 городов, штатов и регионов были раскрыты через стандарты CDP</p> |
|  | ISS ESG | <p>Группа компаний Institutional Shareholder Services («ISS») предоставляет инвесторам и компаниям возможность для долгосрочного и устойчивого роста, предоставляя высококачественные данные и аналитику. Экологические и социальные аспекты деятельности компаний позволяют инвесторам делать обоснованные выводы об их долгосрочной платежеспособности. Страновой рейтинг ESG предоставляет весьма актуальную и существенную оценку показателей устойчивости и рисков для всех стран ЕС, ОЭСР и БРИКС, а также для всех крупных суверенных эмитентов из стран Америки, Европы, Азии, Африки и Океании</p> |

Источник: составлено автором.

Критерии устойчивого развития, по которым оцениваются компании и государства, чаще всего, разделены на 3 группы: критерии прогресса в защите окружающей среды, в социальной сфере и управлении. Каждая оценивающая организация разрабатывает свои критерии исходя из собственных исследований и адаптируя для целей оценки – это может быть создание индексов, тогда целевой аудиторией являются инвесторы, также это может быть составление рейтингов – в данном случае аудитория шире и включает больше заинтересованных сторон, в том числе общественность и государство. Поэтому, критерии устойчивого развития, с одной стороны, могут быть субъективны, но с другой стороны, официальными органами стран и авторитетными международными организациями создаются различные

стандарты, на которые опираются и компании, и создатели рейтингов и индексов.

В целом, данное направление работы по выработке критериев устойчивого развития находится в стадии активного развития не только по причине субъективизации и адаптирования критериев под цели, но и из-за расширения темы устойчивого развития и постоянного выделения новых направлений деятельности и углубления существующих.

Подводя итог, можно сказать, что определения, стандарты и рейтинги по устойчивому развитию были созданы для контроля и квантификации деятельности компаний и государств и оценке их результатов деятельности на климат. Поскольку основным путем достижения климатических целей является снижение выбросов, а доля от сектора энергетики составляет наибольшую часть от выбросов – трансформация в сторону чистой энергии является единственным путем решения для большинства стран мира. В силу глубокой взаимосвязанности национальных экономик разных стран, декарбонизацию энергетики невозможно игнорировать ни с экономической, ни с политической точки зрения, поскольку иначе может возникнуть ситуация энергетической изоляции. Основываясь на принципах кооперации и адаптации страны могут совершить совместный прогресс к переходу на чистую энергию и при этом учитывать особенности своих экономик и потребностей.

1.2 Современные научные подходы к исследованию понятия энергетического перехода

За последние 250 лет западные общества переключили свою энергетическую базу с работы на традиционных неископаемых источниках энергии, таких как биомасса и гидроэнергия, на ископаемую энергию. В настоящее время мировая энергетика переживает структурную трансформацию, которую стали называть «Энергетическим переходом». Один

из ведущих ученых в сфере энергетики Smil V. отмечает, что термин «энергетических переход» «...чаще всего используется для описания изменения в составе (структуре) первичного энергоснабжения, постепенного перехода от конкретной схемы энергоснабжения к новому состоянию энергосистемы» [170].

Исследования энергетических переходов по большей мере фокусировались на изучении средств повышения энергоэффективности и связанных с этим наилучших доступных технологиях. Изучение долгосрочных вариантов глубокой декарбонизации только начали появляться (Åhman, Nikoleris, Nilsson [40], Lechtenböhrer, Nilsson [131], Napp, Gambhir, Hills [146]). Исследования в области перехода к устойчивому развитию являются более разнообразными и системными. Выделяют подход многоуровневой перспективы, подход системы технологических инноваций, стратегическое нишевое управление и управление трансформациями (ТМ – transformation management). Все они имеют системную перспективу, которая показывает эволюционную сложность и ключевые объединяющие их феномены, такие как зависимость от пути (path-dependency), постепенное распространение и нелинейная динамика.

Одним из основных подходов в исследованиях переходов является подход многоуровневой перспективы (Rip, Kemp [164]; Geels [97]), который объединяет идеи эволюционной экономики, социологии инноваций и институциональной теории. В соответствии с этим подходом, переходы происходят через динамические процессы внутри и между тремя аналитическими уровнями: 1) ниши, которые являются защищенными пространствами и местом для радикальных инноваций; 2) социально-технические режимы, которые представляют институциональную структуру существующих систем, ведущую к зависимости от пути и постепенным изменениям; и 3) экзогенные социально-технические ландшафтные разработки. Предполагается, что радикальные инновации появляются в

нишах, где новые участники (первопроходцы, предприниматели) поддерживают развитие альтернатив (Rip и Kemp [164]).

Другим основным подходом является подход системы технологических инноваций (Hekkert [111]; Bergek [47]; Markard [139]), который мобилизует идеи из теории инновационных систем и промышленной экономики (Carlsson и Stankiewicz [59]). Система технологических инноваций включает в себя технологии, участников и институты.

Стратегическое управление нишами (Rip и Kemp) – еще одна структура, которая широко используется для анализа появления принципиально новых инноваций. Комбинируя идеи социологии инноваций и эволюционной экономики, ученые предполагают, что радикальные инновации появляются в «защищенных пространствах» (например, субсидируемые проекты, эксперименты или специальные пользователи, такие как армия), которые защищают их от основного рынка.

Подход управления переходами (Rotmans [165]; Loorbach [132]) – это ориентированная на политику структура, которая объединяет идеи, полученные из сложных научных исследований и исследований в области управления. В данной структуре предполагается, что политики могут формировать переходы посредством четырех последовательных шагов [132].

Переходные процессы по своей сути являются политическими процессами в том смысле, что разные люди и группы могут не согласиться по поводу желательных направлений переходов, а также о подходящих способах управления, поскольку переходы потенциально ведут к появлению победителей и проигравших. Поскольку действующим отраслям может угрожать опасность, они часто пользуются властью для защиты своих корпоративных интересов и противодействия преобразующим инновациям. В то же время, новые участники рынка или стороны, поддерживающие альтернативные социально-технические изменения, будут лоббировать переход через общественную поддержку.

Понимание политики переходов подразумевает внимание к тому, «кто что получает, когда и как» [130]. Это означает пристальное внимание к вопросу о том, кто выигрывает или проигрывает, когда появляются и внедряются инновации [171], и какое видение устойчивого развития преобладают при определении направления перехода к устойчивому развитию. Ученые в области переходов начали выходить за рамки простого анализа содержания государственной политики, чтобы более систематически изучить политику политических процессов и то, как они формируют результаты политики (например, Kern [124]; Hess [113]; Normann [151]).

Энергетический сектор – это обширный и всеобъемлющий сектор, который включает в себя сложную и взаимосвязанную сеть компаний, прямо или косвенно участвующих в производстве и распределении энергии, необходимой для обеспечения экономики и облегчения средств производства и транспортировки. В энергетическом секторе действующим отраслям уже угрожает опасность в виде появления альтернативных источников энергии, поэтому, как было сказано выше, они могут начать пользоваться своей рыночной властью и замедлить переход. В то же время общественная поддержка перехода и создание «защищенных пространств» для апробирования проектов по чистой энергии может помочь в ускорении энергетического перехода.

Классификация энергетического сектора претерпела изменения на протяжении последних лет ввиду усиления присутствия возобновляемых источников энергии на рынке. До этого к энергетическому сектору относились нефтегазовые компании и компании, связанные с оборудованием и услугами в данной сфере (классификация GICS от индексной компании MSCI [178], классификация SIEC от статистической организации ООН – IRES [172]). Однако в настоящее время поскольку сами нефтегазовые компании стремятся к диверсификации своего портфолио в сторону разнообразия видов энергии, которые они развивают, корректнее было бы относить к энергетическому сектору также компании, занимающиеся другими источниками энергии.

Поэтому, в данном исследовании будут придерживаться классификации энергетического сектора, используемой Международным энергетическим агентством [66]: нефть, газ, уголь, атомная энергия, биомасса, гидроэнергия, ветряная и солнечная энергия.

Энергетика также включает вторичные продукты, такие как электричество. Цены на энергоносители – наряду с показателями доходов производителей энергии – в значительной степени зависят от спроса и предложения на мировую энергию.

Производители нефти и газа, как правило, работают успешно в периоды повышенных цен на нефть и газ. В то же время энергетические компании получают меньше прибыли при падении цен на энергоносители. Нефтеперерабатывающие предприятия, с другой стороны, выигрывают от падения цен на сырье для производства нефтепродуктов. Кроме того, энергетическая отрасль чувствительна к политическим событиям, которые исторически приводили к сильной волатильности цен на нефть.

Ниже приведены виды деятельности компаний в энергетическом секторе. Каждый из них играет особую роль в обеспечении энергией предприятий и потребителей.

– Бурение и добыча нефти и газа

Это компании, которые бурят, перекачивают и добывают нефть и природный газ.

– Трубопроводы и переработка

Нефть и природный газ доставляются с производственной площадки на нефтеперерабатывающий завод для создания конечного продукта, например бензина. Нефтеперерабатывающие компании занимают отдельное место в энергетическом секторе и называются поставщиками среднего уровня.

– Электричество и природный газ

Это коммунальные услуги, которые обеспечивают электроэнергию и электричество для компаний и домов.

– Горнодобывающие компании

Угольные компании могут быть классифицированы как энергетические компании, поскольку уголь используется для электростанций, в том числе атомных.

– Возобновляемая энергия

За прошедшие годы чистая энергия стала растущей частью энергетического сектора. Примеры возобновляемых источников энергии включают в себя ветер и солнечную энергию.

В целом декарбонизация энергетического сектора происходит, в основном, в секторе электричества. Компании добычи и переработки нефтегазовых ресурсов так же стремятся декарбонизироваться, частью – из-за требований государства, частью – из-за давления инвесторов. Требования государства сильно отличаются от страны к стране, и могут быть очень жесткими, например, государство может ввести запрет на выдачу лицензий на добычу полезных ископаемых, таких как нефть. Инвесторы также оказывают значительное давление на нефтегазовые компании, поскольку общие правила оценки компаний сильно изменились за последние годы. Главным образом потому, что была введена нефинансовая отчетность и нефинансовые стандарты отчетности, по которым обязаны отчитываться компании. С помощью отчетов об устойчивом развитии можно увидеть, как та или иная компания способствует устойчивому развитию и целям декарбонизации. Что касается нефтегазовых компаний, то в большинстве из них, по всему миру, основным направлением их деятельности в устойчивом развитии является декарбонизация: например, тема годового отчета 2019 года нефтяного гиганта BP – «Развивая бизнес и стимулируя энергетический переход» (Growing the business and advancing the energy transition).

Кроме того, компании получают оценки в рейтингах от агентств устойчивого развития и учитываются в индексах устойчивого развития на биржах. Таким образом, инвесторы, кроме финансовой отчетности, теперь обращают внимание и на нефинансовую отчетность. Нефтегазовые компании, которые занимаются деятельностью, угрожающей устойчивому развитию и

защите окружающей среды, находятся в опасном положении и стремятся сохранить и убедить инвесторов в своем позитивном вкладе в устойчивое развитие.

Данные компании обычно преследуют следующую модель декарбонизации – во-первых, они направляют усилия на повышение энергоэффективности. Во-вторых, они вкладывают значительные финансовые ресурсы в восстановление окружающей среды. В-третьих, они проводят внутреннюю трансформацию и улучшают свое производство, делая его более чистым и безопасным и для природы, и для людей.

Цифровые технологии способствовали развитию энергетической системы на протяжении десятилетий. «По факту, энергетический сектор был одним из первых, кто внедрил крупные системы информационных технологий. В 1970-х годах энергокомпании были первопроходцами в области цифровых технологий, используя их в управлении и эксплуатации сетей. Рынки электроэнергии в настоящее время мониторятся и контролируются в режиме реального времени на обширных географических территориях, обслуживающих большое количество клиентов» [21].

Цифровизация оказывает сильное влияние на энергетику и задает тренды развития в энергетическом секторе. Нефтегазовый сектор, сильно пострадавший из-за глобальной пандемии в 2020 году, тем не менее, имеет шансы на выживание, в том числе, благодаря проектам по цифровизации, которые привлекали крупное финансирование в предыдущие годы. Компании – лидеры технологического сектора кооперируются с нефтяными гигантами для совместной разработки цифровых продуктов: Microsoft, Amazon, Google создают партнерства с нефтегазовыми компаниями [63] по созданию сервисов автоматизации, облачных технологий и искусственного интеллекта [115]. Данные проекты направлены на рационализацию, улучшение и повышение прибыльности операций по добыче нефти и газа, что расходится с политикой технологических компаний в отношении поддержки движения в защиту

изменения климата, но дает надежду на более ответственное и умное использование и добычу невозобновляемых ресурсов с помощью их услуг.

Кроме того, данные компании декарбонируются с помощью процесса диверсификации. Это выступает одной из причин, по которой компании не могут сразу закрыть или резко уменьшить производство и добычу ископаемого топлива. Компаниям необходимы финансовые ресурсы для финансирования проектов по чистой энергетике. Нефтегазовые компании стали позиционировать себя как энергетические компании (Chevron, Eni), которые могут развивать все виды энергии, поэтому они вкладывают средства в развитие возобновляемой энергии и проводят проекты на своих территориях присутствия.

Международное регулирование энергетических переходов отличается на данном временном этапе, однако в силу «брюссельского эффекта» многие страны следуют политике Европейского Союза. Обсуждение европейского климатического регулирования было вызвано публикацией доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) в 1990 году, и в этом же году Европейский Совет начал подготовку к переговорам по Рамочной конвенции ООН по изменению климата. Изначально предлагалось ввести в Европе энергетический и углеродный налог, но эта идея встретила сопротивление со стороны Великобритании и нескольких других стран [153], поскольку они не согласились с необходимостью введения и механизмом налогообложения. Однако европейским странам удалось договориться о введении в 1992 году более мягких климатических инструментов, таких как программа повышения энергоэффективности SAVE [36] и программа развития возобновляемых источников энергии ALTENER [37]. В рамках программы SAVE были введены стандарты энергоэффективности для водогрейных котлов [71] и бытовых холодильников и морозильников [79], которые обязали все страны ЕС использовать только такие котлы и холодильники, которые соответствуют более высоким требованиям энергоэффективности. Также была введена

система маркировки бытовой техники [72], чтобы начать контролировать и сравнивать энергопотребление различных моделей бытовой техники. Для дальнейшего стимулирования сокращения выбросов в 1993 году программа SAVE стала предусматривать проведение энергетических аудитов [73] для компаний, потребляющих большое количество энергии на единицу продукции. Тем не менее, программа не устанавливала определенных количественных ограничений по энергоаудиту, а страны-участницы могли разработать собственные политики по выполнению данной программы.

Программа ALTENER обозначила количественную цель по достижению доли возобновляемой энергии в общем предложении – 8% к 2005 году с 1993 года. Для этого были предусмотрено выделение финансовых средств для развития возобновляемой энергии, включая создание пилотных проектов, образовательные проекты и системы мониторинга.

С подписанием Киотского протокола на климатическом саммите в 1997 году европейские страны обязались сократить их выбросы парниковых газов на 8% в 2008-2012 годах по сравнению с уровнем выбросов 1990 года. В рамках Киотского протокола было предусмотрено несколько инструментов сокращения выбросов, в том числе международная торговля выбросами. Механизм торговли выбросами был воплощен в создании европейской системы торговли выбросами EU ETS, в рамках которой вводились ограничения на выбросы от энергетического и промышленного секторов каждой страны-участницы ЕС. Кроме того, была выпущена директива [78] по возобновляемому электричеству, которая установила количественные цели по доле возобновляемого электричества для стран-участниц.

В настоящее время климатическое регулирование Евросоюза представляет собой набор политик и инструментов, которые воздействуют на три основных направления: сокращение парниковых газов, возобновляемая энергия и энергоэффективность. Цель климатического регулирования – достижение климатической нейтральности в ЕС к 2050 году путем декарбонизации экономики, что обозначено в масштабном проекте по

трансформации экономики ЕС «Европейский зеленый пакт» [76] (European Green Deal). Климатическая нейтральность предполагает создание экономики с нулевыми выбросами парниковых газов [76]. В 2021 году Еврокомиссия представила пакет из 13 документов [76], содержащих инициативы по стимулированию комплексной экономической трансформации для достижения 55% сокращения выбросов в 2030 году по сравнению с 1990 годом – включая развитие новых технологий и решение проблем по изменениям в занятости населения. Эти структурные изменения сопровождаются перераспределением финансовых потоков в форме кредитов, грантов, создания фондов с целью финансирования проектов по декарбонизации. Данный пакет документов по европейскому климатическому регулированию отличается тем, что в нем представлена инициатива по созданию первого в мире механизма регулирования импорта, привязанного к измерению углеродоемкости ввозимых товаров – «carbon border adjustment mechanism (СВАМ)» [161]. С помощью данного механизма Евросоюз сможет выровнять условия для внутренних производителей, которые несут затраты по снижению выбросов (так называемые углеродные издержки) и импортеров из стран, в которых нет климатического регулирования или оно более слабое. Формирование регуляторных рамок для создания условий по достижению климатической нейтральности идет особенно высокими темпами не только в ЕС, но и в других странах. В США в 2021 году вслед за европейским СВАМ началось обсуждение проектов по схожему с СВАМ механизму пограничного углеродного регулирования и также по введению углеродного налога. В России также началось создание климатического регулирования в 2021 году.

Таким образом, были изложены подходы к энергетическому переходу в науке – подход многоуровневой перспективы, подход системы технологических инноваций, стратегическое нишевое управление и управление трансформациями. Было определено, что представляет собой энергетический сектор и какие виды деятельности включаются в него; как компании данного сектора относятся к декарбонизации и какие меры они

предпринимают. Была выделена особая роль цифровизации в декарбонизации энергетики и связанная с этим диверсификация бизнеса нефтегазовых компаний.

1.3 Экономическая сущность декарбонизации в контексте энергетического перехода

В последние несколько десятилетий теория глобального изменения климата получила стремительное развитие. Учеными установлено, что увеличение средней температуры поверхности Земли оказало негативное влияние на экосистему планеты, ставя под угрозу выживание Земли и будущих поколений. Вследствие взаимосвязанности природы, последствия потепления климата очень многочисленны и разнообразны: одними из самых значимых являются таяние ледников, повышение уровня мирового океана и его окисление, а также участившиеся экстремальные природные явления – наводнения (Венеция, Индия, 2019), засуха и лесные пожары (США, Австралия, Россия, 2019), тайфуны и ураганы («Кагибис» в Японии и «Дориан» в Северной Америке, 2019).

Научно доказанная причина глобального потепления – усиление парникового эффекта из-за роста концентрации CO₂ в атмосфере вследствие деятельности человека (прежде всего – использования ископаемых топлив, таких как нефть, газ, уголь). В рамках пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата, группа из 1300 независимых научных экспертов из стран всего мира под эгидой ООН, заключила, что существует более 95% вероятности того, что деятельность человека за последние 50 лет согрела нашу планету [90].

Учитывая тот факт, что около трех четвертей выбросов парниковых газов происходит от производства и использования энергии, трансформация энергетики становится все более важной для решения проблем низкоуглеродного развития в ответ на смягчение последствий изменения

климата. Это может быть достигнуто только при широком использовании возобновляемых источников энергии в сочетании с энергоэффективностью.

Переход с невозобновляемых источников энергии на возобновляемые связан с понятием декарбонизация. В научной литературе еще не выработано универсального определения понятия декарбонизация. Считается, это обусловлено тем, что изначально декарбонизация была определена как практическая цель, к которой необходимо стремиться странам и компаниям, чтобы выполнить условия Парижского соглашения и, в конечном счете, достичь устойчивого развития. Поэтому, обозначив цель в данном соглашении, участники начали разрабатывать свои пути и подходы к декарбонизации, при этом у каждого были собственные взгляды на то, что это означает. Однако в целом, обязательным атрибутом декарбонизации было сокращение выбросов CO₂.

В данном параграфе проанализировано, как ученые понимают термин «декарбонизация», обоснована необходимость выработки единого комплексного определения термина и предложено авторское определение.

Проведен поиск определений декарбонизации с использованием поискового фильтра – научные публикации в базе данных ResearchGate.net и в российских источниках для поиска информации на русском языке. Поисковыми маркерами были термины «decarbonization», «decarbonization», «energy transition», «low-carbon transition». Были извлечены полученные результаты из статей, книг и исследований и определены те источники, которые так или иначе объясняли декарбонизацию. Были изучены исключительно определения декарбонизации в экономическом контексте, поэтому отобранные источники были посвящены экономическому аспекту декарбонизации.

Далее были абстрагированы и проанализированы определения декарбонизации избранных источников в рамках синтеза знаний по трем этапам.

Этап 1: абстрагирование определений декарбонизации из отдельных

источников. Нами были идентифицированы источники, которые содержали определение декарбонизации, из списка выбранных исследований.

Этап 2: ознакомление с определениями и консолидация ключевых конструкций. На этом этапе был проанализирован список определений из этапа 1, выявлены новые и повторяющиеся конструкции. Поскольку комплексное определение декарбонизации должно основываться на существующих определениях, этап по ознакомлению начался с сопоставления содержания из определений этапа 1 с определением декарбонизации, которое вытекает из самого термина – исключение углерода.

Были выявлены общие и различающиеся черты между конструкциями и исключены конструкции, которые не определяли декарбонизацию, а описывали факторы или детерминанты, которые влияют на декарбонизацию. Были использованы следующие критерии, чтобы различать определяющие конструкции и влияющие конструкции: конструкции, определяющие декарбонизацию, содержали информацию о характеристиках декарбонизации. Конструкции, которые были детерминантами декарбонизации, включали информацию о потенциальных факторах, влияющих на декарбонизацию.

Этап 3: Изложение собственного определения. На основании результатов двух предыдущих этапов были сформированы два подхода к определению декарбонизации и выведено авторское определение данного понятия.

Феномен декарбонизации вызвал огромный резонанс у правительств, научного сообщества, общества и бизнеса, в связи с чем были созданы отдельные государственные органы, институты, неправительственные организации и новые компании, которые работают над чистыми видами энергии, энергоэффективностью, консалтингом, рейтингами. Это также оказало влияние на деятельность существующих компаний и институтов, например, на биржи, которые собираются создать специальные индексы, измеряющие прогресс энергетического перехода компаний (Лондонская биржа). Также похожий индекс создан организацией Всемирный

экономический форум – Energy Transition Index.

Вследствие этого, возникла необходимость в разработке научной базы для проведения данного процесса. Для начала рассмотрим и проанализируем научные определения декарбонизации, хотя некоторые из них нельзя назвать полноценными определениями, поскольку они употреблялись в уточняющей формулировке в ходе описания других процессов.

1) «История индустриальной цивилизации – это история развития первичной замены топлива: древесина → уголь → нефть → газ. Эту эволюционную тенденцию снижения углеродной интенсивности первичной энергии называют декарбонизацией» – *Liberating Energy from Carbon: Introduction to Decarbonization*. Nazim Muradov [143]. Muradov видит декарбонизацию как тенденцию или процесс, который является закономерным в историческом контексте. В определении не упоминается связь с устойчивым развитием и не подразумевается осознанная деятельность человека, направленная на уменьшение выбросов CO₂. Поэтому данное определение невозможно использовать в контексте устойчивого развития, учитывая тесную связь устойчивого развития и декарбонизации.

2) «Декарбонизация, означающая уменьшение количества углерода или CO₂, выделяемых на единицу потребленной первичной энергии» – Grüber and Nakićenović [108]. Данное определение так же, как и первое сосредоточено на раскрытии декарбонизации через углеродную интенсивность. Однако здесь ученый обозначает декарбонизацию не как тенденцию или процесс, а как статичный показатель, который можно подсчитать. Считается, что данное определение слишком узкое, поскольку существуют государственные и корпоративные стратегии, планы и другие документы по проведению декарбонизации, которые включают в себя не только снижение углеродной интенсивности, но и другие аспекты, которые сопровождают декарбонизацию. Например, аспект безопасности и экологичности производства и потребления энергии. Поэтому, полагается, что данное определение могло бы означать уровень декарбонизации или степень декарбонизации, но не саму

декарбонизацию.

3) «Нейтральность или декарбонизация углерода не подразумевает никаких выбросов. Положительные выбросы в некоторых секторах и некоторых странах могут быть в некоторой степени компенсированы через поглотители природного углерода и отрицательные выбросы в других секторах и странах. Таким образом, декарбонизация означает нулевой чистый выброс CO₂ – а также стабилизацию выбросов короткоживущих парниковых газов, таких как метан, которые рассеиваются в атмосфере в дни, недели или десятилетия» – Fay, Hallegatte, Vogt-Schilb, et al. [89]. В данном определении выражен другой подход к декарбонизации, в некоторой степени более радикальный, чем в предыдущих определениях, поскольку предполагает нулевой чистый выброс CO₂. Здесь декарбонизация означает конечное состояние экономики, к которому странам необходимо стремиться. В то же время, определение раскрывает и другие механизмы – компенсация выбросов и отрицательные выбросы, что уже не относится к понятию конечного состояния, а описывает способы достижения декарбонизации. Таким образом, определению не хватает единообразия в подходе к сути декарбонизации – с одной стороны, это нулевой выброс CO₂, с другой – это комплекс различных мер, а том числе в отношении других парниковых газов, а не только CO₂.

4) Резкое сокращение выбросов CO₂, связанных с энергетикой, путем трансформации энергетических систем, переход, который DDPP назвал «глубокой декарбонизацией» – Williams [188]. В данном определении декарбонизации авторами был сделан подход со стороны энергетики, в которой происходит сокращение выбросов. Здесь прямо указывается путь достижения декарбонизации, однако это недостаточно комплексное определение, поскольку не объясняется, какой должна быть трансформация или переход энергетических систем. Необходимо указать, в какое новое состояние необходим переход. Как правило, подразумевается переход на возобновляемые источники энергии, однако существует и много других подходов, поэтому в этом определении не хватает такого уточнения.

5) «Мы используем этот термин для обозначения существенного сокращения и потенциальной ликвидации выбросов углекислого газа в результате хозяйственной деятельности человека в целом и, в частности, при производстве энергии. Термин «декарбонизация» используется, когда ссылаются на долгосрочные процессы разработки политики для преобразования энергетических систем в низкоуглеродную энергетическую систему». – Viber [48]. Здесь авторы дают определение декарбонизации в том же разрезе, что и авторы из пункта 3 – что это сокращение выбросов CO₂, однако уточняют использование данного термина для описания преобразовательных процессов – то есть трансформации энергетики в низкоуглеродную систему. Это определение особенно интересно тем, что авторы указывают и физическое понимание декарбонизации, и более экономическое его применение, таким образом, наделяя его новой характеристикой – что декарбонизация является процессом. Подход авторов данного определения является близким, поскольку создается определение, которое будет комплексно объяснять декарбонизацию в экономическом аспекте.

В целом, данные определения делятся на 3 типа – декарбонизацией называют 1) снижение углеродной интенсивности в энергопотреблении (то есть в удельном понимании); 2) сокращение выбросов CO₂ как конечное состояние или показатель; 3) процесс снижения CO₂ или выбросов парниковых газов в виде трансформации экономики с фокусом на энергетическую систему.

После анализа экономической литературы и государственных документов разных стран, делается вывод, что в настоящее время наиболее актуальным и распространенным является подход к декарбонизации через понятие энергетического перехода. Обобщив, можно предложить следующую формулировку энергетического перехода: *это регулярный исторический процесс, который происходит, когда экономика переходит на новый, более эффективный в физическом смысле и экономически выгодный вид энергии. В*

качестве примера можно привести переход на электрическую энергию во время Второй промышленной революции – электрификацию.

Считается, что декарбонизацию можно отнести к следующему виду энергетического перехода, поскольку она предполагает, что новым преобладающим видом энергии станут возобновляемые источники ввиду необходимости сокращения выбросов CO₂ для противодействия изменению климата.

Международное агентство по возобновляемой энергетике представило результаты своего исследования [121] на Мировом экономическом форуме, в котором было показано, что стоимость солнечной энергии упала на 82% за 2010-2019 годы, стоимость ветровой энергии – на 39%. Ведущая международная консалтинговая фирма McKinsey также представила свое исследование, в котором утверждается, что солнечная и ветровая энергия будут доминировать на глобальном энергетическом рынке, так как стоимость их установки становится дешевле, чем операционные затраты на инфраструктуру для углеводородных источников энергии.

Поддержка со стороны государства на примере Евросоюза, осуществляется через льготные тарифы (FIT) и льготные премии (FIP) в форме грантов, бонусов, премий для сектора электричества; для сектора отопления и охлаждения – через субсидии; поддержка биотоплива идет через создание обязательстве по квоте, в соответствии с которым поставщики транспортного топлива обязаны включать минимальную долю биотоплива. Эта схема сочетается со схемами освобождения от налогов или сертификатов;

Почти две трети мер, реализованных с 2005 года для поддержки внедрения возобновляемых источников энергии в странах ЕС, являются финансовыми; почти треть – это меры регулирования; существует также небольшое количество комбинированных финансовых, регуляторных, инфраструктурных и мягких мер.

Схемы поддержки в настоящее время являются основными движущими силами для инвестиций в электроэнергетический сектор ЕС, в то

время как инвестиции в электросети в основном регулируются нормативными актами, гарантирующими инвесторам разумную доходность капитала. Схема поддержки, основанная на цене, в основном определяется административными процедурами, основанными на основных показателях, таких как цели развертывания и стоимость возобновляемой генерации.

Таким образом, первое определение данного понятия состоит в следующем: *декарбонизация – это экономическая трансформация на основе возобновляемых источников энергии, целью которой является сведение прямых и непрямых выбросов парниковых газов к нулю.*

Данное определение показывает идеальный результат проведения декарбонизации, который в реальности маловероятно будет достигнут, поэтому это определение является в большей степени теоретическим, однако дает ясное понимание конечного результата в идеальном сценарии.

Включение понятий «прямые и непрямые выбросы» в определение обусловлено несколькими факторами: 1) ввиду срочности проведения декарбонизации и введения государственного контроля за этим процессом, разработаны различные показатели для измерения прогресса в отношении декарбонизации; 2) разрабатываются индексы декарбонизации для компаний и рейтинги. Вследствие этого считается, что уточнение, какие выбросы имеются в виду в определении, является необходимым для придания практической направленности данному определению.

Идея прямых и непрямых выбросов была почерпнута из международных стандартов отчетности в области устойчивого развития GRI (Global Reporting Initiative), где выбросы делятся на 3 группы: прямые, непрямые и другие непрямые выбросы. В прямые выбросы, согласно GRI, входят выбросы, которые производятся непосредственно данной организацией, в том числе, от расхода топлива. Непрямые выбросы, согласно GRI, возникают в результате использования купленной или полученной электроэнергии, систем нагрева и охлаждения, а также пара. К другим непрямым выбросам относятся выбросы, не включенные во вторую группу,

которые произошли вне организации, включая произошедшие выбросы до и после производства.

Предлагается несколько другое использование понятий прямых и непрямых выбросов. К прямым выбросам относятся все выбросы от источников энергии, которые субъект использует в своей непосредственной деятельности (производство товаров и услуг). К непрямым выбросам относятся те выбросы, которые произошли при производстве товаров и услуг, используемых субъектом, то есть те, которые были необходимы субъекту для осуществления деятельности, но которые он сам не создавал. Это могут быть как прямые выбросы мебельного завода, чью мебель закупил субъект (и для него это непрямые выбросы), так и прямые выбросы от машины, на которой приехал работник субъекта.

Предложенная классификация отличается от классификации GRI тем, что в основе лежит критерий принадлежности произведенных выбросов. Это упрощает понимание терминов прямые и непрямые выбросы для использования в экономическом контексте, в отличие от экологического, где корректнее использовать классификацию GRI.

В прошлом страны были взаимосвязаны в меньшей степени, чем в настоящее время, однако сейчас мировую экономику пронизывает множество партнерских соглашений между странами и внедрение новых технологий сопровождается сильной степенью зависимости от международного разделения труда. Именно поэтому возникла необходимость в едином мировом движении к проведению декарбонизации и объединении стран в данном вопросе, поскольку данная трансформация должна произойти в кратчайшие сроки из-за угрозы изменения климата. Как уже было сказано, результатом этого объединения стало Парижское соглашение.

В результате Парижского соглашения государства стали разрабатывать национальные стратегии, пути, дорожные карты и другие документы по достижению целей Парижского соглашения и проведения декарбонизации. Поскольку при проведении декарбонизации на государственном уровне

высока вероятность возникновения негативных обстоятельств (конфликтов, ужесточения конкуренции), связанных с политической ситуацией и взаимосвязанностью мировой экономики, считается, что необходимо более мягкое и практичное определение декарбонизации. Это означает, что поскольку цель является единой – противостояние изменению климата на планете, но государства экономически развиты неравномерно, то для достижения общей цели какие-то государства должны приложить больше усилий. Это обусловлено тем, что 1) некоторые экономически сильные государства являются крупнейшими загрязнителями, 2) развитые страны должны помочь развивающимся странам, которые не смогут справиться своими силами в нужные сроки.

Таким образом, полагается, что определение декарбонизации также должно быть более гибким, чтобы более реалистично обозначить суть данного термина. Поэтому, второе и финальное определение состоит в следующем: *декарбонизация – это трансформация мировой экономики, основанная на использовании возобновляемых источников энергии, целью которой является изменение международных производственно-экономических и финансовых отношений для создания нулевого влияния на окружающую среду.*

Как уже упоминалось, в настоящее время по причине взаимосвязанности нашего мира, энергетический переход осуществляется с большими сложностями, чем ранее, так как в высокой степени вовлечены все сферы жизни, особенно социальная и политическая. Декарбонизация, как ключ к достижению устойчивого развития, уже потребовала колоссального объединения сил многих государств и приобрела большее значение, чем просто переход на новый вид энергии. Она требует трансформации экономик – как в плане замены или отказа от грязных видов производств, так и создания новых видов производств и услуг, которые возникнут в связи с трансформацией. В целом, прогресс декарбонизации может разнопланово повлиять на развитие государств. В белой книге Всемирного экономического форума «Scaling Technologies to Decarbonize Energy» приведен тезис о том, что

«Ускорение разработки и внедрения технологий декарбонизации энергии будет лежать в основе борьбы с изменением климата» [191]. Также Международное энергетическое агентство (IEA) регулярно выпускает исследования о технологиях, способствующих декарбонизации. Есть вероятность, что она сильно разделит страны по благосостоянию, поскольку если отдельное государство декарбонизирует свою экономику, то оно будет стремиться защитить свои достижения через введение протекционистских мер и стандартов по «углеродной чистоте» ввозимых товаров. С другой стороны, декарбонизация может экономически сплотить страны, особенно ввиду создания новых чистых технологий производства товаров и энергии, что повлечет за собой возникновение новых глобальных рынков.

Таким образом, на основе обзора и анализа научных исследований о декарбонизации, разработано комплексное определение декарбонизации, которое обладает следующими характеристиками: 1) разработано для экономического использования, 2) расширяет понятие декарбонизации с изначального понимания в физическом смысле (исключение углерода) до трансформационного процесса экономики, 3) делает акцент на важность энергетики в данном процессе, 4) дает практическую характеристику прогресса в достижении декарбонизации через измерение прямых и косвенных выбросов.

Далее будут проанализированы возможности использования мирового опыта декарбонизации для российской энергетики. Для этого будут выявлены проблемы и оценены тенденции декарбонизации энергетики в мире. Будет показано, что можно выделить три модели декарбонизации энергетической отрасли в мире, рассмотрим их преимущества и недостатки. Затем будет обоснована необходимость декарбонизации энергетики в России и проведен анализ возможности использования международного опыта декарбонизации экономики.

Глава 2

Практический опыт декарбонизации мировой энергетики: проблемы и перспективы

2.1 Тенденции развития декарбонизации в мировой экономике

Парижское соглашение является международным соглашением, нацеленным на создание декарбонизированного общества, которое было принято на 21-й Конференции Сторон Организации Объединенных Наций (далее – COP21) в декабре 2015 года. В соответствии с соглашением как промышленно развитые, так и развивающиеся страны обязались сотрудничать, чтобы сохранить глобальное повышение температуры в этом веке значительно ниже 2°C выше доиндустриального уровня; продолжить усилия по ограничению повышения температуры еще на 1,5°C; чтобы последние достигли нулевых выбросов парниковых газов на планете в реальном выражении ко второй половине XXI века.

Чтобы обеспечить достижение целей, заявленных в рамках Парижского соглашения, каждая страна должна конкретно определить цели своей климатической политики на 2030 год в долгосрочном контексте прогнозирования до 2050 года. ЕС ставит целью сокращение выбросов парниковых газов на 80-95% к 2050 году и не менее 40% к 2030 году по сравнению с уровнями 1990 года. Целевой показатель для возобновляемой электроэнергии к 2030 году составляет более 50% в Германии, 40% во Франции, 45% во всех странах ЕС и в США - 50% в штатах Калифорния и Нью-Йорк соответственно. Развивающиеся страны, включая Китай и Индию, определяют максимальное использование возобновляемых источников энергии в качестве основной стратегии для осуществления перехода к низкоуглеродному обществу. Китай поставил своей целью достижение нулевых выбросов к 2060 году.

Во время COP23 в ноябре 2017 года был сформирован альянс «Powering Past Coal Alliance», чьи участники заявили о своих обязательствах по поэтапному отказу от электростанций, работающих на угле, а также о прекращении инвестиций в отечественные и зарубежные электростанции, работающие на угле. Альянс включает членов из 26 стран, 8 региональных правительств и 24 компаний по состоянию на декабрь 2017 года, когда в Париже проходил Саммит «Одна планета». В то время как промышленно развитые страны, такие как Канада, Великобритания и Франция, поставили перед собой цель полностью отказаться от электроэнергии, работающей на угле, Китай и Индия перешли от использования энергии на угле к возобновляемым источникам энергии для развития нового поколения.

Основной тенденцией в декарбонизации является то, что все больше стран устанавливают цели и разрабатывают стратегии по декарбонизации, и, таким образом, берут на себя обязательства по сокращению выбросов. Данный процесс называется переходом к углеродной нейтральности, что поддерживается и странами, и отдельными компаниями. Он сопровождается постановкой целей «Чистый ноль» - «Net zero», что означает сведение общих выбросов к нулю, то есть проведение компенсационной деятельности при невозможности полного исключения выбросов парниковых газов.

Что касается проблем, связанных с переходом на декарбонизацию, то энергетический ландшафт быстро меняется, и это имеет широкие последствия для мировых энергетических отраслей и субъектов, включая нефтяные компании и страны-экспортеры нефти. В то время как появляется много неопределенностей, вызванных энергетическим переходом, существует почти единодушное мнение относительно прогнозов, предоставленных различными организациями, что доля возобновляемых источников энергии в структуре энергопотребления будет расти [52]. Фактически, недавнее сокращение затрат на возобновляемую энергию было не чем иным, как революцией для мировой энергетики. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA) [121] оценивает, что глобальные средние затраты на

наземный ветер и солнечную энергию в настоящее время снизились до 5 центов США / кВт·ч и 6 центов США / кВт·ч, соответственно. Новый рекорд был установлен в 2016 году, когда в Объединенных Арабских Эмиратах (ОАЭ) была предложена цена 2,4 цента за кВт·ч. Он был побит в октябре 2017 года с предложением Masdar и EDF по цене 1,8 цента за кВт·ч для завода Sakaka в Саудовской Аравии мощностью 300 МВт. Затраты на ветроэнергетику также снизились, и дальнейшее снижение до 4 центов США / кВт·ч к 2020 году находится в пределах досягаемости. В результате, на уровне завода и без учета затрат, связанных с их природной прерывистостью, ветер и солнечная энергия стали очень конкурентоспособными источниками энергии во всем мире.

Поскольку ожидается, что энергетический переход приведет к структурным изменениям на энергетических рынках по всему миру, нефтяные компании и страны-экспортеры нефти сталкиваются с серьезными проблемами. Для стран-экспортеров нефти с доказанными соотношениями запасов и добычи на срок в несколько десятилетий представляет риск слабой монетизации своей резервной базы и угрозы потери экспортных доходов, которые могут составлять весомую часть бюджета. Поэтому ключевой вопрос заключается в том, как нефтяные компании и страны-экспортеры нефти должны позиционировать себя в переходный период, чтобы стать частью «революции» в области возобновляемых источников энергии и обеспечить долгосрочную устойчивость. Данный переход к возобновляемым источникам энергии – представляет собой больше, чем смену одного вида топлива на другое. Он означает масштабную трансформацию мировых энергетических систем, включающую серьезные социальные, экономические и политические последствия, распространяющиеся на другие сектора экономики.

Трансформируя глобальную энергетическую архитектуру, международная политика декарбонизации и развитие низкоуглеродных технологий также будут иметь глубокие геополитические последствия. Масштабный переход на низкоуглеродную энергию вносит перемены в

глобальную энергетическую систему, сказывается на экономике и меняет геополитическую динамику внутри стран и между ними.

Каждый международный порядок в современной истории был основан на энергетическом ресурсе: уголь был основой для мощи Британской империи в девятнадцатом веке, нефть была в основе последующего «американского века», и сегодня многие ожидают, что Китай станет мировой сверхдержавой в области возобновляемых источников энергии в двадцать первом веке.

Декарбонизация, основывающаяся на возобновляемых источниках энергии, влечет за собой столь же радикальные изменения в мировой экономике. Некоторые страны рассчитывают укрепить свою энергетическую независимость с помощью декарбонизации и снизить риск энергобезопасности, возникающий из-за уязвимости линий энергоснабжения и нестабильных цен на энергоносители. Другие страны, имеющие зависимость от экспорта нефти, газа или угля, вынуждены будут адаптироваться, чтобы избежать падения уровня экономического развития. Многие развивающиеся страны будут иметь возможность перепрыгнуть этап с созданием централизованных систем, работающих на ископаемом топливе.

Во второй половине двадцатого века также наблюдалось усиление напряженности между нефтедобывающими и нефтепотребляющими странами, которые в двух случаях вылилась в крупные нефтяные кризисы. В сентябре 1960 года в Багдаде была создана Организация стран-экспортеров нефти (далее – ОПЕК) с участием пяти стран-членов: Саудовской Аравии, Ирака, Ирана, Кувейта и Венесуэлы. Геополитическая роль ОПЕК не может быть переоценена в свете недавней ценовой войны между Россией и Саудовской Аравией 8 марта 2020 года, которая привела к катастрофическому падению цен на нефть.

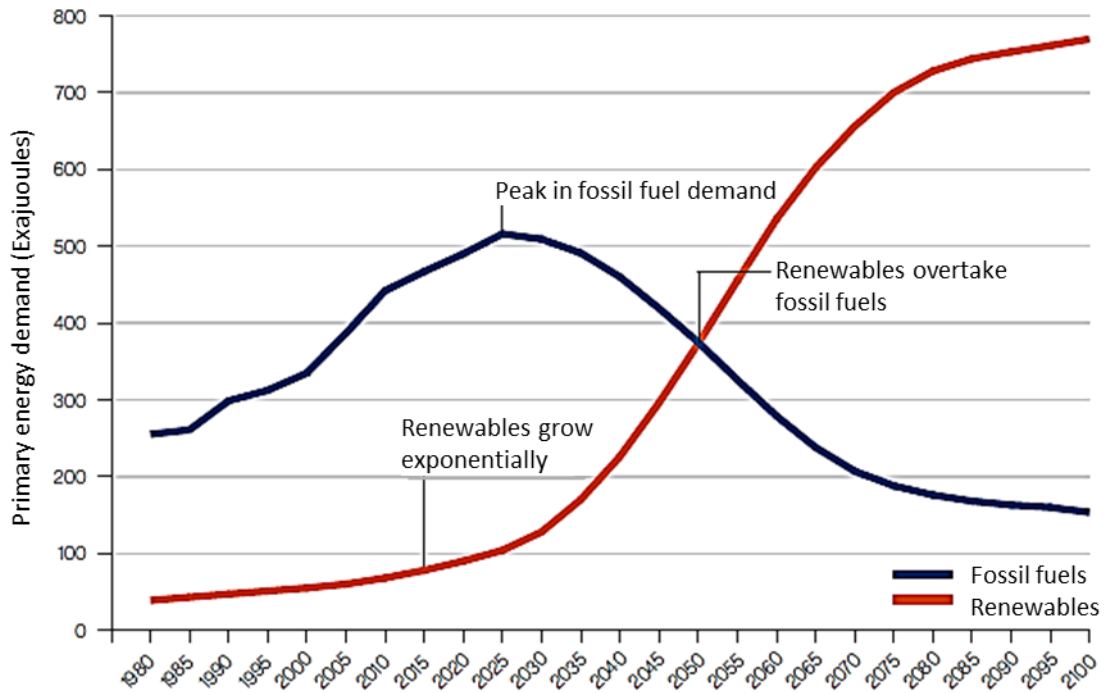
Можно предположить, что политическая борьба за контроль над возобновляемыми источниками энергии и их инфраструктурой будет играть меньшую роль в их развитии в силу разнообразия и доступности того или иного возобновляемого источника независимо от местоположения страны. В

то же время, в сфере невозобновляемых источников политические конфликты в местах добычи и территорий пролегания объектов инфраструктуры (например, газовые трубопроводы) являлись неотъемлемой частью их развития - борьба за месторождения нефти была мотивом для нескольких военных операций: Япония и США в 1941 году за месторождения в Юго-Восточной Азии, СССР и Германия в 1941 году за месторождения в Баку, Ирак и Иран в 1980 году («танкерная война»), Ирак и Кувейт в 1991 году с вмешательством США, Ирак и США в 1991-2003 годах. Вопрос, была ли нефть причиной участия США в войнах в Персидском заливе, является спорным, тем не менее, этот фактор невозможно исключить полностью.

Возобновляемые же источники энергии отличаются многообразием видов и территориальной распределенностью – гидростанции, ветростанции, атомные станции, солнечные станции могут быть построены на различных территориях, что повысит доступность электроэнергии и расширит возможности отдельных граждан, местных сообществ и городов.

Существуют различные сценарии, которые моделируют энергетическое будущее, основанное на возобновляемой энергии. Одним из таких является сценарий нефтегазовой компании Shell, показанный на рисунке 1, предполагает следующие этапы: пик спроса на ископаемое топливо, быстрое освоение возобновляемых источников энергии и длительное снижение спроса на ископаемое топливо.

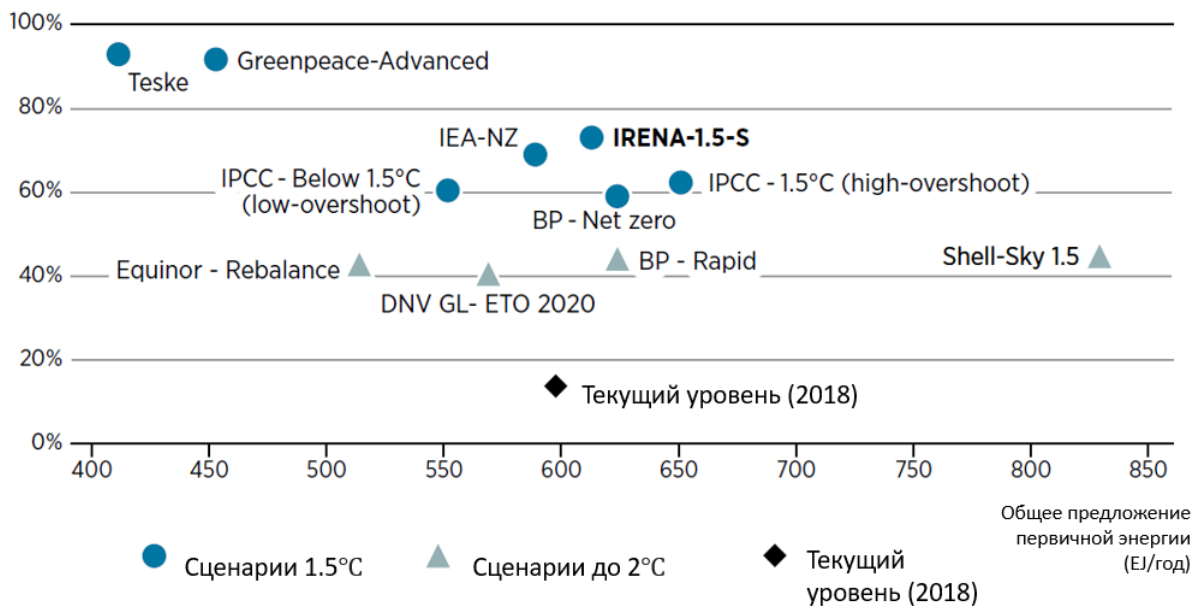
Международным агентством по возобновляемой энергии IRENA было проведено сравнение сценариев развития возобновляемой энергии от нескольких компаний и организаций. Многообразие сценариев свидетельствует о сложности и неопределенности процесса энергоперехода, а также наличия различных подходов и предпосылок к развитию возобновляемой энергии – рисунок 2.



Источник: [168].

Рисунок 1 – Сценарий энергетического перехода к возобновляемым источникам энергии

На рисунке 2 показано, какую долю может достичь доля возобновляемой энергии в общем предложении первичной энергии при различных сценариях.



Источник: [122].

Рисунок 2 – Сравнение прогнозов доли возобновляемой энергии в общем предложении первичной энергии в мире (в процентах) в 2050 году

Сценарий 1,5°C является самым амбициозным, означающим, что мир сможет сдержать повышение температуры до 1,5°C с помощью развития возобновляемых источников. Сценарий 2°C – менее амбициозный, но все еще позволит сдержать необратимые изменения климата.

В сравнении, проведенном IRENA, были использованы прогнозы нефтегазовых компаний – Shell «Sky 1,5» 2021 года; BP «Rapid Scenario» 2020 года; Equinor «Rebalance scenario» 2020 года; международных организаций – Межправительственной группы экспертов по изменению климата при ООН IPCC «Below 1,5°C» и «Above 1,5°C» 2018 года; Гринписа «Advanced scenario» 2015 года; международного энергетического агентства IEA «Net Zero by 2050» 2021 года; консалтинговой компании DNV GL «Energy Transition Outlook 2020»; профессора Сиднейского университета С. Теске «Achieving the Paris Climate Agreement Goals» 2019 года и сценарий самого агентства IRENA.

Как видно из графика, все сценарии сходятся на том, что возобновляемые источники энергии займут высокую долю в общем предложении энергии в мире в 2050 году – минимум 40%, максимум 90%. Это означает, что электрификация, обеспеченная возобновляемыми источниками энергии, сыграет важную роль в декарбонизации энергетики.

Ядерная энергия считается низкоуглеродным видом энергии, однако ее перспективы развития могут быть ограничены. Доля ядерной энергетики в производстве электроэнергии снизилась с 17% в 2000 году до 10% в 2017 году. Около двух третей современных атомных электростанций в странах с развитой экономикой имеют возраст более 30 лет и будут закрыты в обозримом будущем, если срок их службы не будет продлен [118]. Новые атомные электростанции продолжают строиться в Китае, Индии, России и ОАЭ. Однако некоторые страны запланировали отказ от ядерной энергетики – Германия, Швейцария, Испания и Южная Корея.

Трансформация энергии будет одним из основных элементов, которые изменят геополитику в XXI веке, наряду с тенденциями в области демографии, неравенства, урбанизации, технологий, экологической устойчивости, военного потенциала и внутренней политики в крупных государствах. То, как разные страны преуспеют на пути к декарбонизации, в немалой степени зависит от того, насколько они подвержены изменениям в торговле ископаемым топливом. Не менее важным является их положение в гонке за экологически чистую энергию, за лидерство в области технологий использования возобновляемых источников энергии. Хотя данная проблема очень сложна, инновации будут ключевым фактором, определяющим темп изменений.

– Энергетический сектор США практически не зависит от внешних сторон, во многом благодаря сланцевой революции. США являются чистым экспортером природного газа с 2017 года, а также имеют хорошие технологические условия для развития чистой энергии – американские компании находятся в числе лидеров по новым технологиям, включая робототехнику, искусственный интеллект и электромобили.

– Китай выиграет от декарбонизации с точки зрения энергетической безопасности. Он занимает лидирующие позиции не только в производстве, но также в области инноваций и внедрения технологий использования возобновляемых источников энергии. Он является самой крупной площадкой для инвестиций в возобновляемую энергетику, на его долю приходится более 45% от общемирового объема в 2017 году [92]. В настоящее время он по-прежнему сильно зависит от импорта нефти, который неуклонно растет.

– Европа и Япония являются основными экономиками, которые очень зависят от импорта ископаемого топлива. Они также занимают прочные позиции в области возобновляемых технологий. В Европе Германия лидирует в области патентов по возобновляемой энергии с почти 31 000 патентами. Внутренняя политика по декарбонизации Германии, или

«Energiewende», сделала страну лидером в области использования возобновляемых источников энергии.

– Индия была одной из самых быстрорастущих экономик в мире за последние несколько лет, что избавило миллионы людей от бедности. По прогнозам, к 2024 году [183] население этой страны станет самым большим в мире, и к концу 2020-х годов она обгонит Китай как крупнейший в мире рынок энергоносителей [118]. Индия поставила перед собой амбициозную цель – 175 ГВт возобновляемых источников энергии к 2022 году. Это представляет собой значительный рост, учитывая, что общая установленная мощность выработки электроэнергии в Индии в октябре 2018 года составила всего 346 ГВт.

– Россия, крупнейший в мире экспортер газа и второй по величине экспортер нефти, может столкнуться с трудностями при адаптации к миру, который все более стимулируется возобновляемыми источниками энергии. Экономика России является более крупной и диверсифицированной, чем любой из ближневосточных производителей нефти, но нефтегазовые доходы являются жизненно важным компонентом государственного бюджета, на который приходится около 40% бюджетных доходов. Несмотря на то, что Россия наращивает развертывание возобновляемых источников энергии и инвестирует в исследования и разработки, она все еще сильно отстает от Китая и США в отношении патентов на технологии использования возобновляемых источников энергии.

– Ближний Восток и Северная Африка, а также Россия и другие страны Содружества Независимых Государств (далее – СНГ), являются регионами, наиболее подверженными сокращению доходов от ископаемого топлива. В среднем в этих регионах чистый экспорт ископаемого топлива составляет более четверти ВВП. Снижение экспортных доходов отрицательно скажется на перспективах их экономического роста и национальных бюджетах. Чтобы предотвратить экономический развал, им нужно будет

адаптировать свою экономику и уменьшить свою зависимость от ископаемого топлива.

– Большинство стран Африки к югу от Сахары (Субсахарская Африка – ССА) выиграют от сокращения импорта ископаемого топлива и производства возобновляемой энергии внутри страны, поскольку это будет способствовать созданию рабочих мест в возобновляемой энергетике. Исключением являются два крупнейших производителя нефти в регионе, Нигерия и Ангола, которым грозит опасность, поскольку они сильно зависят от ренты на ископаемое топливо. Из-за их размера и большого экспорта ископаемого топлива они искажают данные по ССА как региону. Однако в долгосрочной перспективе африканские страны имеют уникальную возможность перепрыгнуть через модель развития, основанную на ископаемом топливе, несмотря на недавние открытия нефти и газа.

– Малые островные развивающиеся государства (далее – МОРАГ) выиграют больше всего, если они будут использовать возобновляемые источники энергии, а не ископаемое топливо. Импорт ископаемого топлива в настоящее время составляет 8% от их ВВП. Многие страны МОРАГ также чрезвычайно уязвимы к последствиям изменения климата. Страны МОРАГ обладают достаточным количеством возобновляемых источников энергии, а возобновляемые технологии могут удовлетворить большинство их внутренних потребностей в энергии. Этот сдвиг сократит плату за импорт, будет способствовать устойчивому развитию и повысит их устойчивость. Международное сотрудничество в поддержку амбиций стран МОРАГ в области возобновляемой энергии существенно расширяется, и 13 МОРАГ установили цели в области возобновляемой электроэнергии на 60-100%.

– Южная Азия тратит более 3% своего ВВП на импорт ископаемого топлива, и спрос на ископаемое топливо быстро растет. Эти страны выиграют от преобразования энергии, прежде всего, за счет сокращения своих расходов на импорт ископаемого топлива, которые в противном случае резко возросли бы и подорвали их экономику.

– Европа, Китай и Япония в настоящее время в значительной степени зависят от импорта ископаемого топлива, но они увеличивают свою энергетическую независимость по мере роста доли возобновляемых источников энергии. Япония является наиболее зависимой; ее чистый импорт ископаемого топлива составляет 5% ВВП.

– Северная Америка и Латинская Америка являются нейтральными в совокупности. В континентальном масштабе, в свете как их внутренних ресурсов, так и международной торговли энергией, их экономики в значительной степени энергетически независима.

Как видно, большинству регионов переход на декарбонизацию выгоден и экономически, и политически. Поэтому, многие страны уже создали или создают проекты по переходу на низкоуглеродное развитие. В рамках национальной политики в области климата, кодифицированной в соответствии с Парижским соглашением, каждая страна должна определить масштаб и метод своего вклада в сокращение выбросов, сохраняя при этом соответствие глобальному углеродному бюджету. Этот политический процесс потребует участия широкого круга заинтересованных сторон, которые имеют совершенно разные взгляды на физическое внедрение глубокой декарбонизации.

П р и м е ч а н и е – Глобальный углеродный бюджет - максимальное количество кумулятивных глобальных выбросов в атмосферу, которое может быть «допустимым», исходя из физических свойств климатической системы, чтобы оставаться ниже политически согласованного предела потепления (2°C) [128].

Проект «Пути глубокой декарбонизации» (Deep Decarbonization Pathways Project – DDPP) разработал методологию, основанную на данных по энергетике, климату и экономике, для структурирования этих дискуссий на основе следующих принципов: 1) анализ страны для выявления конкретного физического, экономического и политического состояния с целью максимального повышения актуальности проекта, 2) долгосрочная перспектива для согласования краткосрочных решений с долгосрочной целью и 3) подробный анализ секторов с прозрачным представлением драйверов

выбросов. Эти принципы применяются при создании путей глубокого декарбонизации (DDP), которые включают в себя технически подробные, посекторные карты декарбонизации для каждой страны.

DDPP (Deep Decarbonization Pathways Project) – Проект по путям глубокой декарбонизации, который является глобальной исследовательской инициативой, представленной Институтом по устойчивому развитию и международным отношениям (IDDRI) и Сетью решений для устойчивого развития (SDSN). Цель проекта – инициировать исследования в области глубокой декарбонизации каждой страны и в результате создать план по декарбонизации, который приведет к сокращению выбросов в соответствии с лимитом 2°C [177]. На конец 2019 года DDPP состояла из шестнадцати исследовательских групп из развитых и развивающихся стран, покрывающих 74% глобальных выбросов CO₂, связанных с энергетикой.

Примечание – Австралия, Бразилия, Канада, Китай, Франция, Германия, Индия, Индонезия, Италия, Япония, Мексика, Россия, Южная Африка, Южная Корея, Великобритания и США.

Группы не являются представителями официальной позиции национальных правительств, но принимают участие в обсуждениях по декарбонизации внутри страны. Каждая группа представила доклад, в котором изложены пути глубокой декарбонизации секторов национальной экономики, с учетом социально-экономических условий, приоритетов развития, существующей инфраструктуры, природных ресурсов и других соответствующих факторов.

В заключение отметим, что анализ национальных проектов по декарбонизации продемонстрировал, насколько технически и финансово возможна глубокая декарбонизация в ряде стран, на которые приходится 74% выбросов в мировой энергетической системе. Сочетая техническую осуществимость и экономическую жизнеспособность, результаты DDPP могут решить проблему распределения бремени, которая помешала успешному завершению переговоров по климату. DDPP предлагает подход глубокой декарбонизации, который дополняет INDC и является объектом дискуссий

среди политиков и заинтересованных сторон, необходимых для реализации Парижского соглашения.

2.2 Анализ ключевых макросценариев декарбонизации мировой энергетики

Декарбонизация стала целью развития многих стран мира, особенно после пандемии COVID-19 в 2019-2020 годах, которая значительно потрясла энергетические рынки. Страны осознали необходимость повышения своей энергетической автономии, а улучшившееся состояние окружающей среды во время введения карантинных мер стало еще одним стимулом к переходу на чистую энергию.

Для анализа странового опыта проведения декарбонизации были выбраны страны-лидеры в своем географическом регионе – Европе, Америке и Азии. Благодаря этому можно рассмотреть особенности декарбонизации в каждом регионе и выделить общие черты, которые позволили странам стать лидерами в данной сфере.

В 2010 году Германия разработала план по совершению энергетического перехода с краткосрочными и долгосрочными целями на пути к 2020, 2030, 2040 году и, наконец, к увеличению доли возобновляемых источников энергии в потреблении энергии на 80% в 2050 году. Данный комплексный план, охватывающий все сектора энергетики и экономики, в настоящее время широко известен как энергетический переход Германии (так называемая *Energiewende*). Однако этот энергетический переход начался уже с введения фиксированных льготных тарифов на возобновляемую энергию намного раньше. После атомной аварии в 2011 году на Фукусима-1 был инициирован более быстрый переход, и затем было принято решение о дальнейшем прекращении ядерной энергетики к 2022 году. Данный переход считается амбициозным промышленным проектом и требует технических и социальных преобразований, в конечном счете, не только в пределах

Германии, но во всей Европе. В то время как обсуждения энергетического перехода в Германии раскрыли различные точки зрения относительно целей и приоритетов, сокращение выбросов CO₂, развитие возобновляемых источников энергии, прекращение использования ядерной энергии и повышение энергоэффективности, были фактически приняты в качестве движущих сил и целей. Подробности показаны в таблице 3. В 2014 году федеральный министр экономики и энергетики Зигмар Габриэль объявил следующие пять целей для энергетического перехода: 1) поэтапный отказ от ядерной энергии, 2) снижение зависимости от импортируемой нефти и газа, 3) разработка новых технологий, рост и создание новых рабочих мест, 4) смягчение последствий изменения климата и 5) мотивация других совершить такой же энергетический переход [95].

Таблица 3 – Ключевые цели энергетического перехода в Германии

В процентах

| Критерии | Цель | 2016 г. | 2020 г. | 2030 г. | 2040 г. | 2050 г. |
|--------------------------|--|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Выбросы парниковых газов | – | –27,3 | –40 | –55 | –70 | –80 ~ –95 |
| Возобновляемая энергия | Доля валового потребления электричества (в сравнении с 1990 г.) | 31,6 | 35 | 50 | 65 | 80 |
| | Доля финального валового энергопотребления (в сравнении с 1990 г.) | 14,8 | 18 | 30 | 45 | 60 |
| Энергоэффективность | Первичное энергопотребление (в сравнении с 2008 г.) | –6,5 | –20 | – | – | –50 |
| | Валовое потребление электричества (в сравнении с 2008 г.) | –3,6 | –10 | – | – | –25 |
| | Первичное энергопотребление в зданиях (в сравнении с 2008 г.) | –18,3 | – | – | – | –80 |
| | Потребление тепла в зданиях (в сравнении с 2008 г.) | –6,3 | –20 | – | – | – |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------------|--|-----|-----|---|---|-----|
| Энергоэффективность | Финальное энергопотребление в транспортном секторе (в сравнении с 2008 г.) | 4,2 | -10 | - | - | -40 |
| Отказ от атомной энергии | Постепенное закрытие атомных электростанций к 2022 г. | - | - | - | - | - |
| Электромобили | 1 млн электромобилей на дорогах к 2022 г. | - | - | - | - | - |

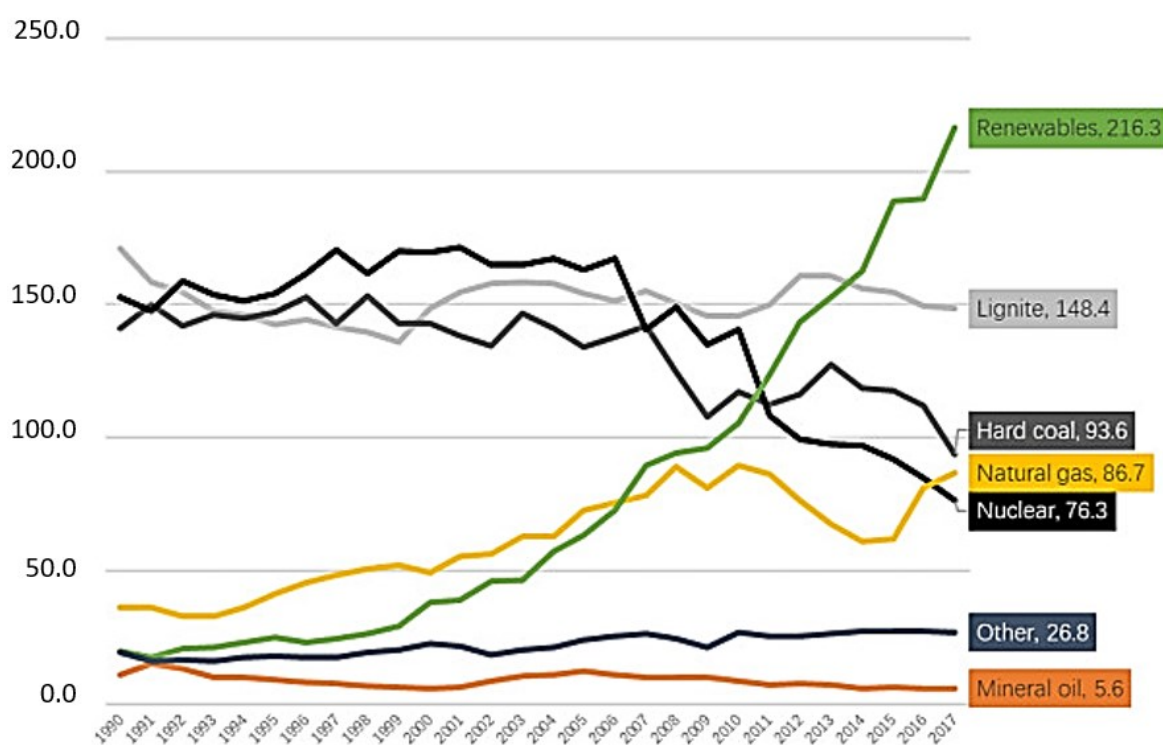
Источник: составлено автором по данным [50].

Energiewende можно рассматривать как серию федеральных законов, взаимосвязанных между собой и включающих элементы адаптации к новым экономическим реалиям. При поддержке закона о возобновляемой энергии (Erneuerbare Energien Gesetz – EEG) доля возобновляемых источников энергии в энергетическом секторе значительно выросла: доля возобновляемых источников энергии в валовом потреблении энергии (общий объем электроэнергии, потребляемой в Германии) увеличилась с примерно 6% в 2000 году до 31,5% в 2016 году. Цель этого заключается в том, чтобы создать устойчивую систему энергоснабжения в соответствии с целями смягчения последствий изменения климата и защиты окружающей среды, сократить расходы на энергоснабжение, сохранить ископаемые энергоресурсы и содействовать развитию технологий для возобновляемых источников энергии. Важно отметить, что EEG и его поправки в 2004, 2009, 2012, 2014 и 2017 годах установили основную цель в достижении минимальных долей возобновляемой энергии в пути электроснабжения до 2050 года.

В сентябре 2010 года была принята Энергетическая концепция, всеобъемлющая новая стратегия и основа, определяющая ее энергетический переход. Энергетическая концепция обеспечивает долгосрочную стратегию для Германии стать экономически эффективной и экологически чистой экономикой, сохраняя при этом конкурентоспособные цены на энергоносители и высокий уровень развития. После ядерной аварии на АЭС «Фукусима» в 2011 году Энергетическая концепция была обновлена в

соответствии с целью ускорения вывода из эксплуатации ядерного флота Германии к 2022 году. В ноябре 2016 года, Германия, как одна из первых стран, представивших свою долгосрочную стратегию развития для достижения низкого уровня выбросов парниковых газов в ООН, как того требует Парижское соглашение, правительство Германии приняло План действий по климату до 2050 года, в результате чего Германия стала одной из первых стран, представивших долгосрочный план действий в области климата на 2050 год. В частности, в нем была поставлена цель сократить выбросы парниковых газов в целом и в различных секторах экономики, с тем чтобы достичь своих целей в области климата на 2050 год.

Чтобы понять, в каком положении находится Германия в процессе энергетического перехода, необходимо рассмотреть энергосистему в целом, в частности, конечное потребление энергии, то, насколько разные конечные потребители используют энергию, и производство энергии, какие источники энергии составляют национальную энергетику, что показано на рисунке 3.



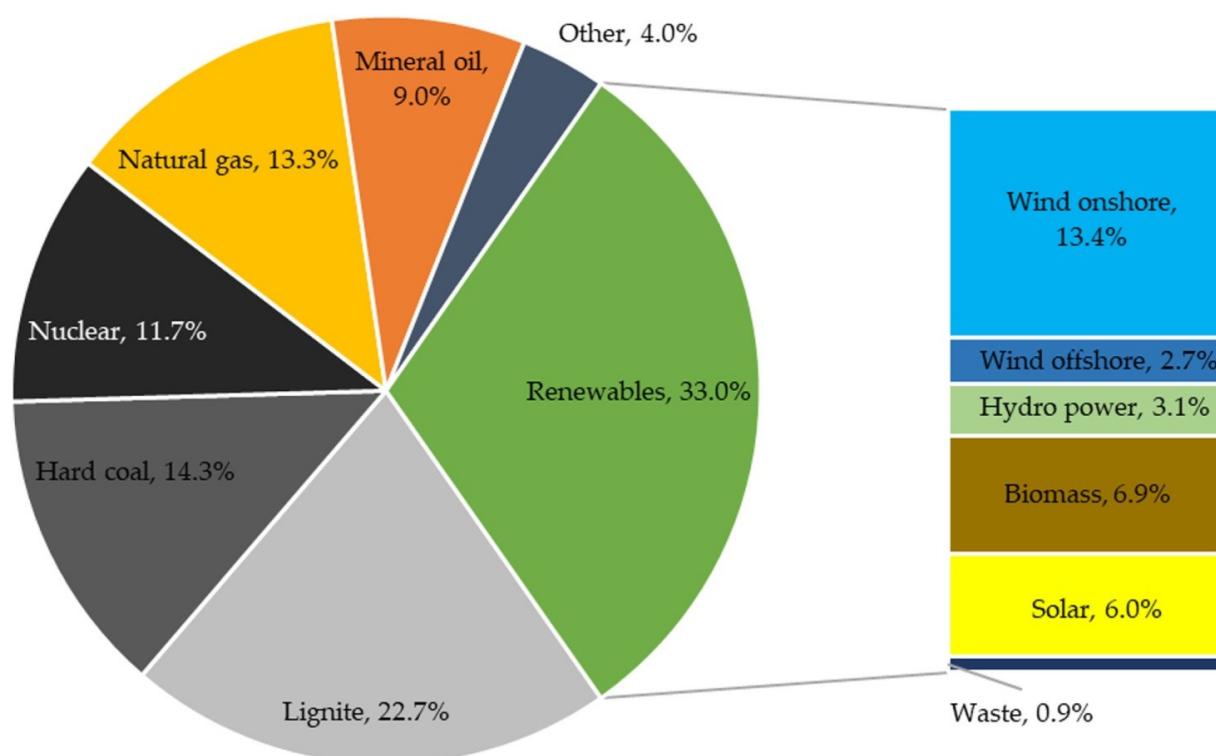
Источник: [39].

Рисунок 3 – Генерация электроэнергии по источникам энергии в Германии в 1990 – 2017 годах (тВт/ч)

Расширение возобновляемых источников энергии является центральной опорой в энергетическом переходе Германии. На рисунке 3 видно, что в последние десятилетия Германия значительно диверсифицировала свою электроэнергетическую структуру в сторону возобновляемых источников энергии, которая выросла с 4 % в 1990 году до 33 % в 2017 году.

Тем не менее, доля возобновляемых источников энергии в других секторах (транспорт и отопление / охлаждение) не увеличилась пропорционально из-за сильного акцента на электроэнергетическом секторе.

На рисунке 4 видно, что в 2017 году доля возобновляемых источников энергии в общем объеме потребления первичной энергии составляла 33%, ветряная энергия по-прежнему преобладает в доли возобновляемых источников энергии — около 16%, а биоэнергия и солнечная энергия составляет всего около 13% вместе взятых. Это показывает, что, несмотря на огромные усилия, Германии еще далеко до достижения поставленных целей.



Источник: [39].

Рисунок 4 – Электроэнергетическая структура Германии

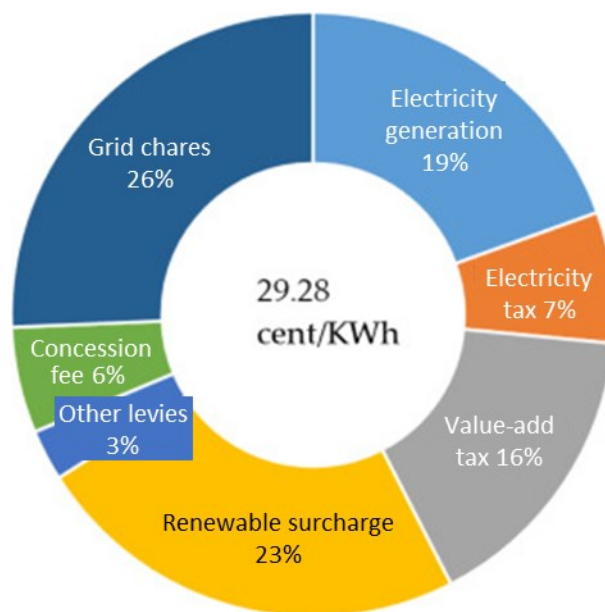
На протяжении всего процесса перехода к энергопотреблению правительство Германии работало на основе принципа «эффективность прежде всего» и рассматривало его как «единственный способ адекватно ограничить спрос и обеспечить возможность более широкого использования возобновляемых источников энергии в способ, который сохраняет ресурсы и не оказывает негативного влияния на природу». Германия не только увеличивает долю зеленой энергии в ее поставках, но и использует энергию более экономно. Потребление первичной энергии значительно сократилось в последние годы в Германии, на 7,6% в период с 2008 года по 2015 год [49].

«Energiewende добьется успеха, если мы добьемся прогресса в расширении энергосистемы», – сказал федеральный министр Германии по экономическим и энергетическим вопросам Питер Альтмайер в своем первом выступлении перед парламентом в марте 2018 года. Большой успех энергетического перехода на сегодняшний день связан со следующими факторами – быстрый рост производства возобновляемой энергии, который покрывает почти 40% потребления электроэнергии в Германии в начале 2019 года – по сравнению с 3,2% в 1991 году [195]. Однако это также создает проблему из-за огромного количества децентрализованных установок возобновляемой энергии и того, что операторам сетей приходится сталкиваться с обязательным законодательным внедрением, но это может привести к вынужденным инвестициям в модернизацию сети, которые должны быть возмещены и, в конце концов, оплачены потребителем через плату за электроэнергию [140].

Наибольшая доля возобновляемых источников энергии в электроэнергетическом секторе – это ветер, в основном генерируемый на севере страны, и для его надлежащего использования необходимо построить линии электропередачи с высокой пропускной способностью, соединяющие ветряные электростанции на севере с точкой входа бывшего ископаемого топлива, и атомные электростанции на более индустриальном юге и западе страны, что приведет к ряду проблем с приемом электроэнергии из-за

визуального и экологического воздействия, стоимости и плотности застройки в Германии, что затрудняет поиск правильного маршрута и уже привело к принятию нового федерального правила, которое выбрало использование кабелей по воздушным линиям [180].

Рисунок 5 показывает, что цена на энергетический переход в Германии является одним из наиболее спорных аспектов проекта.



Источник: [39].

Рисунок 5 – Компоненты цены на электричество в Германии

Цены на электроэнергию в Германии одни из самых высоких в Европе [88]. Несмотря на небольшое снижение в начале 2018 года, налоги, сборы и надбавки составляли более 55% от общей стоимости электроэнергии в 29,16 евроцента за киловатт-час. Как следствие, в Германии растет противодействие продвижению Energiewende [185].

Ожидается, что до 2030 года энергосбережение в секторе электроэнергетики, то есть без учета необходимого преобразования секторов отопления и транспорта, потребует финансовой поддержки для возобновляемых источников энергии, затрат на расширение сети и т.д., порядка 600–700 млрд евро [186]. Хотя эти расходы распределены на период 50 лет (2000-2050 годы); но стоимость после 2030 года на пути к почти

полностью обезуглероженной энергосистеме, предусмотренной на 2050 или 2060 годы, еще не может быть прогнозирована. В любом случае такие цифры, безусловно, могут оказать сдерживающее воздействие с учетом других энергетических переходов - энергетических переходов, которые есть или, по крайней мере, должны быть в политической повестке дня многих стран после Парижского соглашения о климате 2015 года.

Независимо от будущего энергетической политики во всем мире, нет сомнений в том, что *Energiewende* Германии является и останется уникальной в двух отношениях: несмотря на амбициозные климатические цели, Германия решила отказаться от ядерной энергии. Очевидно, что это решение, которое до сих пор не имеет аналогов в любой другой стране, где есть атомные электростанции, делает его намного труднее и дороже для достижения целей по сокращению выбросов CO₂. Второе - Германия была первой страной, которая массово расширила использование возобновляемых источников энергии для производства электроэнергии. Это «раннее действие», безусловно, имело свои достоинства, но, как только что было показано, оно также является причиной высокой цены за *Energiewende* до сих пор.

Вопреки первому взгляду опыт Германии с *Energiewende* не показывает, что какой-либо переход энергии в промышленно развитой стране является дорогостоящим мероприятием и неизбежным огромным финансовым бременем для частных домохозяйств и приведет к ухудшению конкурентоспособности бизнеса. Хотя этот результат, конечно, не может быть скопирован абсолютно без изменений на другие страны, он, тем не менее, должен вдохновлять всех людей во всем мире, которые работают над переходом к возобновляемому энергопотреблению в своих странах.

Финансирование разработок по возобновляемой энергии имеет решающее значение, поскольку необходимо финансировать новую инфраструктуру и рабочие процессы. Экономическая жизнеспособность может быть одной из причин неудачи проекта по возобновляемой энергии, но она также является решающим фактором для реализации данной разработки.

Структуры финансирования оказываются весьма неоднородными, что означает, что региональные проекты обычно полагаются на более чем один источник финансирования. Во многих регионах Германии общественные энергетические инициативы являются влиятельными участниками таких проектов.

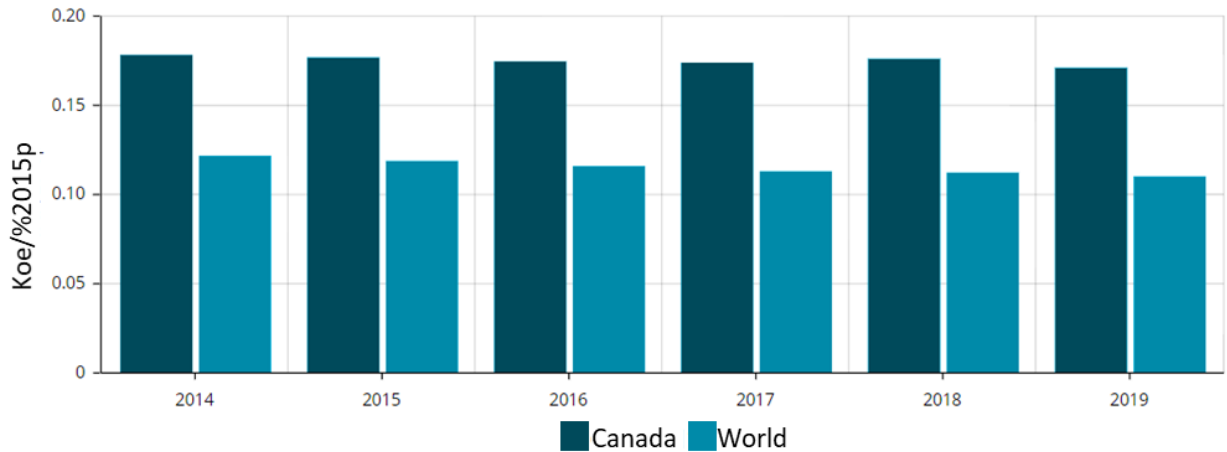
Общественные энергетические инициативы в Германии – это местные или региональные инициативы, в основном, представленные гражданами, которые нацелены на устойчивое производство возобновляемой энергии и/или устойчивое потребление энергии [157]. В 2012 году в Германии на долю общественных энергетических инициатив приходилось 30% инвестиций в производство электроэнергии из возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) и владели 47% от общей установленной мощности ВИЭ [114]. Успешное вовлечение и создание общественных энергетических инициатив имеет такие преимущества, как финансовая отдача и чувство удовлетворения, а также использование местных знаний, что приводит к преимуществам устойчивости.

В американском регионе для анализа опыта по проведению декарбонизации была выбрана Канада, поскольку страна ратифицировала Парижское соглашение и разработала государственную Пан-канадскую рамочную программу по экологически чистому росту и изменению климата [159], нацеленную на создание низкоуглеродной экономики.

Канада является одним из крупнейших производителей энергии в мире. Большая территория Канады, в сочетании с разнообразной географией и геологией, позволяет производить много видов энергии. В настоящее время Канада занимает четвертое место в мире по добыче сырой нефти [181] и третье по запасам нефти в мире [156]. Канада также является вторым по величине производителем гидроэлектроэнергии в мире [129] и занимает девятое место по установленной мощности ветроэнергетики [189].

Канада является одним из крупнейших потребителей энергии в мире, если измерять ее отношение к экономической активности. На рисунке 6

показано, что по энергоёмкости Канада занимает восьмое место в мире с 0,171 кое/\$ в 2019 году [83].



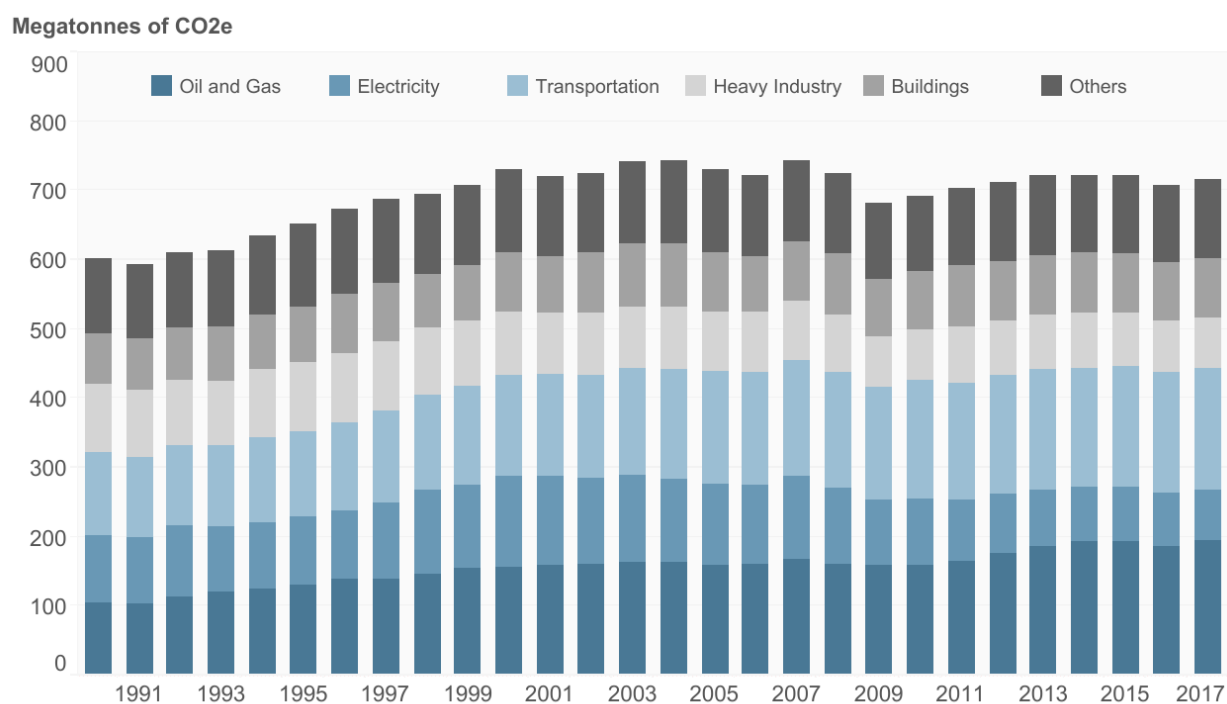
Источник: [83].

Рисунок 6 – Энергоёмкость экономики Канады в сравнении со средним мировым показателем за 2014-2019 годы

Некоторые провинции Канады значительно зависят от угля, но в связи с декарбонизацией, они начали принимать меры по избавлению от угля, как от главного источника энергии. Онтарио был первой юрисдикцией в Северной Америке, которая в значительной степени использовала уголь для выработки электроэнергии, но должна была постепенно отказаться от его использования. В период с 2003 по 2014 год доля угля в обеспечении энергоснабжения Онтарио упала с 25% до 0%. Закрытие 19 энергоблоков общей мощностью 8 800 МВт было заменено возвращением двух ядерных блоков, новых генерирующих мощностей, работающих на природном газе, и более 5 500 МВт новых неводных возобновляемых источников энергии.

Альберта взяла на себя обязательство прекратить выбросы угольных электростанций к 2030 году в соответствии со своим Планом по климатическому лидерству. План также предусматривает конверсию угля в газ и 30% целевой показатель выработки из возобновляемых источников к 2030 году. Осенью 2016 года правительство Канады объявило об ускоренном отказе от традиционной угольной энергетики. В 2017 году 47% электроэнергии Альберты было произведено на угольной генерации.

ЕССС оценил выбросы парниковых газов в Канаде в 2017 году в 716 тонн CO₂e. В 2007 году выбросы парниковых газов в Канаде достигли пика в 745 тонн CO₂e (CO₂-эквивалент). Это сокращение выбросов может быть связано в основном с двумя факторами: постепенным отказом от сжигания угля в Онтарио и замедлением экономического роста в результате финансового кризиса 2008 года и рецессии.



Источник: [85].

Рисунок 7 – Выбросы парниковых газов (ПГ) в Канаде

Как показано на рисунке 7, крупнейшим источником выбросов ПГ в Канаде является нефтегазовый сектор (195 тонн CO₂e – эквивалента CO₂ в 2017 году), за которым следует транспортный сектор (174 тонн CO₂e). Выбросы в нефтегазовом секторе в основном связаны с потреблением природного газа, используемого в нефтеносных песках для добычи и обогащения битума, а также для добычи и переработки природного газа.

Связь между выбросами и потреблением энергии может быть исследована с помощью метода Kaya-identity. Он указывает на то, что уровень

выбросов парниковых газов связан с четырьмя факторами: население, экономическая активность (реальный ВВП на душу населения), энергоемкость (использование энергии на ВВП) и интенсивность ПГ (выбросы ПГ на единицу энергии).

П р и м е ч а н и е – Идентичность Кауа была разработана японским ученым Йоичи Кая в 1991 году. Идентификация утверждает, что выбросы из человеческих источников равны населению, умноженному на ВВП на душу населения, умноженному на энергоемкость, умноженную на выбросы на единицу потребления энергии.

В период с 1990 по 2017 год реальный канадский ВВП на душу населения увеличился на 39%, в то время как энергоемкость снизилась на 29%, а выбросы ПГ на единицу энергии снизились на 9%. Интенсивность выбросов (выбросы ПГ на ВВП) снизилась на 35% [105].

Структурный сдвиг в канадской экономике и повышение энергоэффективности являются причиной этого снижения интенсивности использования энергии и выбросов в Канаде [155]. Структурный сдвиг явился результатом значительного экономического роста в коммерческом и институциональном секторе Канады. В то время как в Канаде также наблюдался значительный экономический рост за счет более энергоемких отраслей, в частности нефтеносных песков, рост вклада в ВВП был значительно больше за счет менее энергоемкого коммерческого и институционального сектора по сравнению с промышленным сектором.

Хотя в Канаде интенсивность энергии и выбросов за последние годы снизилась, Канада остается одной из стран с наиболее интенсивными выбросами в мире. Это очевидно, когда выбросы сравниваются с ВВП или населением. Однако, поскольку Канада продолжает использовать топливо и электроэнергию более эффективно и по мере роста отраслей с более низкой интенсивностью, ожидается тенденция к снижению интенсивности выбросов и интенсивности выбросов.

Рассмотрим особенности энергетического перехода в Канаде. Энергетический переход в Канаде происходит во многих различных областях экономики и зависит от различных технологий, политики и рыночных

тенденций. Рассмотрим три фундаментальных компонента перехода в отношении того, как канадцы производят и потребляют энергию:

– Декарбонизация электроэнергетики – поэтапное прекращение производства электроэнергии с выбросами углерода и увеличение количества источников, не связанных с добычей, таких как возобновляемые источники энергии, биотопливо, ядерная энергия и улавливание и хранение углерода.

– Электрификация, замена топлива и улучшение транспортного сектора – переключение углеродоемких конечных видов использования на менее интенсивное или не выделяющее топливо, особенно в транспортном секторе.

– Повышение энергоэффективности и поведенческие изменения – улучшение того, как и когда используется энергия, и переход к менее энергоемким видам деятельности.

Декарбонизация электричества: электроэнергетический сектор Канады очень выигрывает от географии. Для страны с ее размером и населением, почти 80% генерации электроэнергии можно считать не производящими выбросы парниковых газов. Гидроэлектроэнергия является основой электроэнергетических секторов во многих провинциях и регионах, включая Юкон, Британскую Колумбию (Британская Колумбия), Манитобу, Квебек, а также Ньюфаундленд и Лабрадор. В Онтарио доминируют атомная энергетика и гидроэнергетика.

Несколько провинций, в том числе Альберта, Саскачеван, Новая Шотландия и Нью-Брансуик, вырабатывают значительное количество электроэнергии в результате сжигания ископаемого топлива. В 2017 году эти четыре провинции вместе произвели 93% выбросов парниковых газов в Канаде из электроэнергии, в то время как они производят только 20% электричества Канады. В период с 1990 по 2016 год почти во всех юрисдикциях Канады увеличилась выработка электроэнергии. Однако почти всем юрисдикциям удалось снизить интенсивность их генерации одновременно. Ожидается, что эта тенденция сохранится, поскольку выбросы

из угля либо прекращаются, либо улавливаются, а рост возобновляемых источников энергии продолжается.

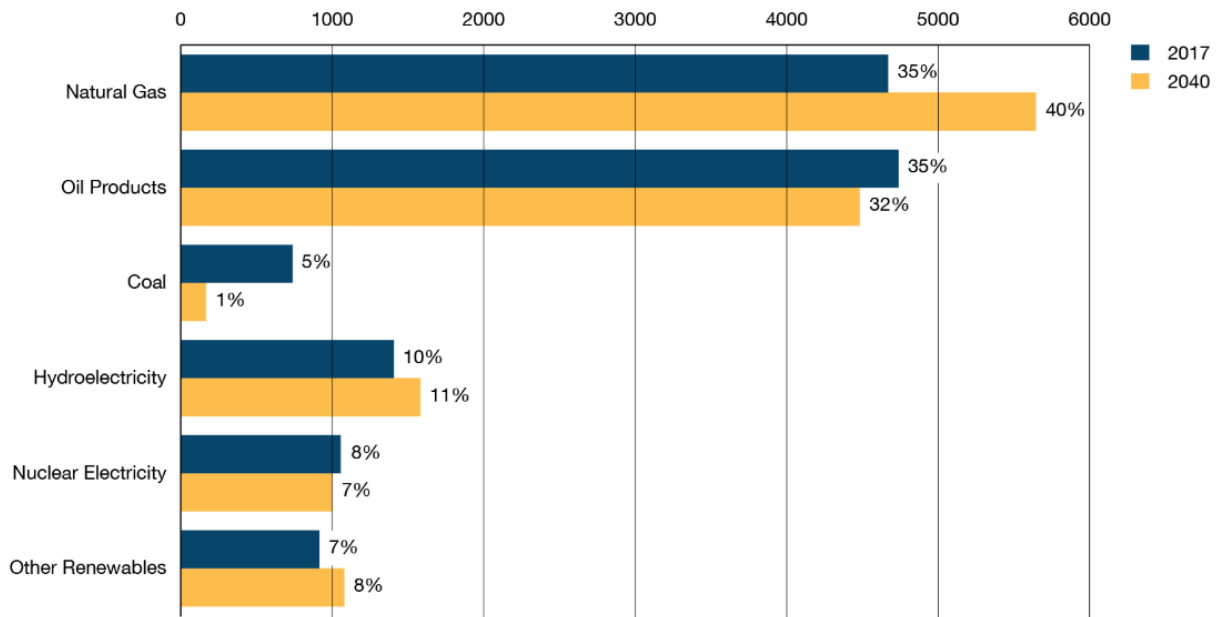
Хотя уголь и природный газ по-прежнему доминируют в структуре энергопотребления Альберты и Саскачевана, обе провинции отказываются от угля и переходят на природный газ для нового производства тепла. Обе провинции также увеличили производство невозобновляемой энергии. Ветроэнергетика также выросла в Саскачеване с 0,5% от общей выработки в 2005 году до 3,8% в 2017 году. Кроме того, Южный Саскачеван и Южная Альберта обладают одним из самых высоких фотоэлектрических (PV) потенциалов в Канаде. К 2021 году в Саскачеване предполагается использовать 60 МВт солнечной энергии [167]. В Альберте установлено 17 МВт солнечных фотоэлектрических установок промышленного масштаба, а к 2020 году планируется завершить строительство более 500 МВт. Учитывая, что стоимость солнечных фотоэлектрических модулей продолжает снижаться, может возникнуть будущее солнечной энергии как ресурса в Саскачеване и Альберте.

В дополнение к росту производства электроэнергии без выбросов, переход к низкоуглеродному будущему потребует перехода на топливо с углеродного топлива на электроэнергию, чтобы воспользоваться преимуществами производства Канады с низкой углеродоемкостью.

Электричество в настоящее время обеспечивает 17% потребностей Канады в энергии для конечного использования. Углеводороды – природный газ и продукты, очищенные от сырой нефти, – составляют большинство из оставшихся 83%. Эти углеводороды используются в основном в транспортном секторе (в качестве топлива), в промышленном секторе (для отопления и в качестве сырья), а также в жилом и коммерческом секторах (для отопления помещений и нагрева воды).

Прогноз канадского энергетического регулятора (Canada Energy Regulator) от 2019 года. «Энергетическое будущее Канады) показывает развитие энергетического сектора в разрезах по виду энергии, спросу на

энергию и выбросам парниковых газов. Прогнозируется, что энергопотребление увеличится в следующие 20 лет менее, чем на 5%. Энергетический микс будет изменяться в сторону уменьшения доли невозобновляемых источников энергии, кроме газа, который вырастет на 5%. Рисунок 8 показывает, что уровень использования возобновляемых источников повысится, кроме атомной энергии, чья доля снизится на 1%.



Percentages are the share of total Canadian energy use.

Источник: [57].

Рисунок 8 – Общее первичное использование энергии в Канаде по виду топлива в 2017 и в 2040 годах, петаджоули

Транспортный сектор в Канаде является вторым по величине по выбросам после нефтегазового сектора, и на его долю приходилось примерно одна четверть (или 174,4 т CO₂-эквивалента) от общих выбросов Канады в 2017 году. Почти весь транспортный сектор работает на переработанных нефтепродуктах: бензин, дизельное топливо, авиационное топливо и бункерное топливо (для судов). Эти два факта указывают на то, что транспорт обладает наибольшим потенциалом для сокращения выбросов за счет повышения стандартов топлива и эффективности, интеграции экологически чистого биотоплива и электрификации.

Энергоэффективность играет ключевую роль в энергетическом переходе Канады и является компонентом Пан-канадской программы. В отчете Совета по энергии поколений (Generation Energy Council) подчеркивается, что расходование меньшего количества энергии является для Канады фундаментальным путем к низкоуглеродному будущему. В отчете отмечается, что «одна треть нашего парижского обязательства по выбросам может быть достигнута за счет повышения энергоэффективности...».

Международное энергетическое агентство (IEA) сообщило, что благодаря энергоэффективности Канада имеет возможность постоянно поддерживать спрос на энергию в первичных и конечных источниках на протяжении десятилетий, даже при растущей экономической активности.

Самый крупный подсектор потребления энергии и выбросов парниковых газов в Канаде - добыча полезных ископаемых (включая добычу нефти и газа). В 2016 году на подсектор горнодобывающей промышленности приходилось 35% потребляемой энергии и 44% выбросов парниковых газов в промышленном секторе. Использование энергии и выбросы в этом подсекторе существенно возросли с 1990 года, когда доля использования энергии в горнодобывающей промышленности составляла 13%, а доля выбросов ПГ составляла 16%.

Рост добычи нефти и газа в Канаде с 1990 года в основном обусловлен добычей нефтяных песков на месте. Добыча битума из месторождений нефтяных песков на месте возможна с помощью пара, и два наиболее распространенных процесса известны как паровой гравитационный дренаж (SAGD) и циклическое паростимуляция (CSS). И SAGD, и CSS используют природный газ для производства пара, и этот процесс требует больших затрат энергии и выбросов.

В азиатском регионе для анализа опыта был выбран Китай. В 2014 году президент Китая Си Цзиньпин призвал к «Энергетической революции» с фокусом на снижение энергопотребления, увеличение энергоснабжения, совершенствование энергетических технологий и

институциональных реформ. Собственно, идея «энергетической революции» была официально представлена предыдущим президентом Ху Цзиньтао в 2012 году. «Энергетическая революция» положила начало строительству экологической цивилизации, воплощающей идею революции в производстве и потреблении энергии. Переход к более чистой энергетической системе обусловлен необходимостью улучшения качества воздуха, борьбы с изменением климата и, в конечном итоге, снижения зависимости от ископаемого топлива.

Также в цели революции включены поддержка растущей экономики и, в то же время, сокращение углеродного следа. Кроме того, присоединяясь к глобальным усилиям по управлению климатом, Китай в своих национальных определенных обязательствах (NDCs) на 2016 год поставил цели в области энергетики на 2030 год: пиковый уровень выбросов CO₂ не позднее 2030 года; снижение углеродоемкости ВВП на 60–64% в сравнении 2005 года к 2030 году; увеличение и достижение доли потребления возобновляемой энергии в общем потреблении первичной энергии примерно до 20% [77]. Общая энергетическая стратегия Китая включает несколько элементов. Для промышленной политики план «Сделано в Китае 2025» делает упор на зеленые технологии, такие как возобновляемые источники энергии, электромобили и передовое оборудование энергосистем.

Китайское национальное управление энергетики (NEA) недавно выпустило «Руководство по работе энергетического сектора – 2018», где также подчеркивается переход к низкоуглеродной чистой энергии и чистому теплоснабжению при ограничении расхода угля. Китай также выпустил серию документов по развитию возобновляемых источников энергии на уровне городов. Было отобрано 36 пилотных городов с низким уровнем выбросов углерода, 81 город с новой энергетической моделью и 8 энергетических индустриальных парков [193]. Энергетический переход происходит также и в сельской местности. Он заключается в том, что

традиционная энергия биомассы заменяется на коммерческую энергию – электричество [109].

Китайское правительство разработало ряд планов по экономическому и социальному развитию, регулирующих производство и потребление энергии. В соответствии с пятилетним планом Китай представил 13 программу по энергетике, которая определяет основные направления энергетической политики Китая с 2016 года по 2020 год. В частности, он устанавливает первое в истории обязательное ограничение на потребление угля, что показывает стремление правительства сократить долю угля в энергобалансе страны. Для каждой категории вида энергии – электричество, уголь, природный газ, энергия ветра и солнечная энергия, также были разработаны пятилетние планы. Наряду с пятилетним планом, был выпущен Стратегический план действий в области энергетики (2014-2020 годы). Согласно ему, запланировано снижение энергопотребления в Китае на единицу ВВП за счет комплекса мер, направленных на более эффективное, самодостаточное, экологически чистое и инновационное производство и потребление энергии. Одной из основных идей плана является консервация энергии в промышленности, строительстве и транспорте.

В апреле 2017 года была выпущена стратегия на 2016-2030 годы «Революция энергоснабжения и потребления». Выходя за рамки пятилетнего плана по энергетике, данная стратегия устанавливает новые и более высокие цели на будущее. Основным направлением стратегии остается приверженность устойчивому росту возобновляемых источников энергии, газа и атомной энергетики и радикальное снижение потребления высокоуглеродной ископаемой энергии. Рассчитывается, что в 2030 году первичное потребление энергии должно быть контролируемо в пределах 6 млрд тонн, и возобновляемое топливо должно занимать более 20% в структуре энергетики. Стратегия предполагает, что к 2050 году общее потребление энергии стабилизируется, а возобновляемые источники составят более половины в энергетической структуре. Выполняя данную стратегию,

Китай нацелен стать крупным игроком в глобальном энергетическом управлении.

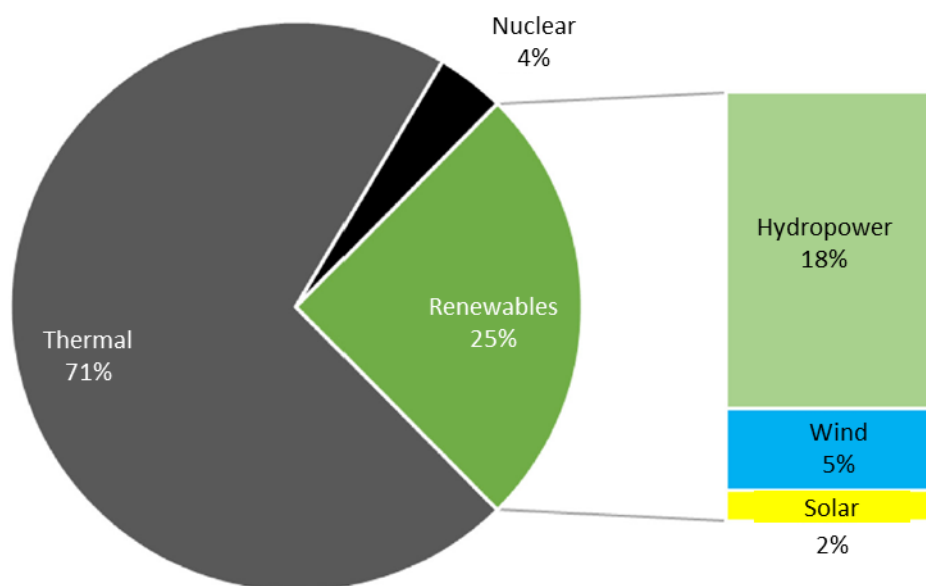
Рассмотрим текущее состояние энергетического сектора Китая. Диверсификация энергетического баланса и переход на возобновляемые источники энергии начался в последние 10 лет. С 2005 года по 2017 год доля выработки возобновляемой энергии увеличилась с 16% до 25%. Ежегодная добавленная установленная мощность ветровой энергии снижалась, в то время как солнечные фотоэлектрические панели росли. По результатам China Renewable Energy Outlook 2017 (CNREC, 2017), ожидается, что доля ветряной энергии в общем предложении первичной энергии вырастет с 0,7% в 2016 году до 4% к 2020 году; до 12,5 % к 2035 году и до 21,8% в 2050 году. Солнечная энергия возрастет с 0,3% в 2016 году до 1% в 2020 году; до 6,5% в 2035 году и до 13,4% в 2050 году.

Однако ископаемое топливо по-прежнему доминирует в энергетической системе Китая. В 2016 году общее конечное потребление энергии составило около 3230 Мтсе, из которых 61% приходилось на долю промышленности, 21% - на транспорт, 14% – на здания. Уголь – это доминирующее топливо в секторах конечного использования Китая. В 2016 году уголь занимал 39% в конечном потреблении энергии, 27% приходилось на нефть, 19% – на электричество, доля природного газа составила 7%, центрального отопления – 5% и биоэнергетика – 2% [65].

Несмотря на колоссальный рост возобновляемых источников энергии в Китае в последнее время, для нынешней энергетической системы Китая еще остается много места для совершенствования энергетических целей в сторону повышения эффективности, безопасности и устойчивости.

Ветряная и солнечная энергии поддерживаются через субсидии и становятся все более распространенными и доступными в стране. Однако на ветряную энергию приходилось только 5%, хотя Китай занимает 1-е место по ветряной мощности в мире, а на солнечную – 2% от общего производства

электроэнергии. Структура валового производства электричества в Китае по источникам энергии показано на рисунке 9.



Источник: [61].

Рисунок 9 – Структура валового производства электричества в Китае по источникам энергии в 2017 году

Среди вызовов, которые стоят перед Китаем во время энергетического перехода, выделяются несколько проблем. Во-первых, наряду с экономическим развитием, спрос на энергию продолжает быстро расти, но ископаемое топливо остается жизненно необходимым для удовлетворения текущих потребностей.

Институциональная реформа также является проблемной частью «Энергетической революции», поскольку существуют конфликты между провинциальными и национальными целями, требующие срочного решения. В большинстве провинций Китая имеются избыточные мощности угольной энергетики. Власти провинции обеспокоены тем, что реформа может угрожать финансовой жизнеспособности энергетических компаний, находящихся в собственности провинций. Данный конфликт может быть разрешен через использование двусторонних контрактов, торговли электроэнергией между провинциями и пилотные проекты на спотовом рынке. Кроме того,

инициативы снизу-вверх и рыночные инструменты в Китае редкость. Происходящая реформа энергетического сектора должна решить эти проблемы и создать совершенно новую основу по эксплуатации и развитию энергосистемы. Тем не менее, реализация реформ рынка электроэнергии в настоящее время продвигается медленно. Отсутствуют совместные планы в провинциях, которые имеют противоположные интересы в сотрудничестве о создании рынка и торговых соглашениях [65].

Во-вторых, механизм распределения и потребления электроэнергии в Китае не подходит для стремительного развития возобновляемой энергии. Из-за географического несоответствия расположения энергоресурсов Китая и центров загрузки, более 70% крупномасштабных ветро- и солнечных проектов реализованы в богатых ресурсами северных регионах с низким спросом на электроэнергию и низкой экспортной мощностью [194]. Однако строительство мощностей по межрегиональной энергопередаче в Китае постоянно отставало от растущих генерирующих активов. Из-за недостатков в системе электросетей и политики гарантированных часов полной нагрузки для угольных электростанций, сокращение возобновляемой генерации стало значительным. В 2016 году 17% ветроэнергетики Китая (49,7 тераватт-часов) было свернуто, это около 10% от общего количества энергопотребления Германии. Хотя Центральное правительство разработало множество мер по введению минимальных обязательных часов по передаче ветряной и солнечной энергии, интеграция этих энергоресурсов остаются серьезной проблемой в нескольких провинциях.

Например, в северо-восточной провинции Ганьсу большое количество ветряной и солнечной энергии не может быть поглощено спросом внутри провинции, но пропускная способность электропередачи чистой энергии не соответствуют объему энергии, который может быть экспортирован в другие провинции. Таким образом, в целях реформирования режима распределения электроэнергии, необходимо больше инвестиций в разработку и строительство энергосберегающих сетей.

Китай также стремится к повышению энергоэффективности, чему в значительной мере препятствует доминирование угля в структуре потребления первичной энергии.

Общая эффективность энергетической системы Китая по-прежнему низка по сравнению с экономическим потенциалом и структурой энергетики. В 2015 году потребление энергии на 10 000 юаней ВВП снизилось на 5,6%. Однако комплексное потребление энергии на тонну стали и на тонну цемента снизились всего на 0,56% и 0,49% соответственно. Это говорит о том, что повышение эффективности тяжелой промышленности вряд ли может улучшить эффективность всей энергосистемы.

Сравним опыт Германии и Китая.

В энергетическом секторе и Китай, и Германия относят возобновляемые источники энергии к ключевой движущей силе энергетического перехода. В Китае развитие электричества и возобновляемых источников энергии тесно взаимосвязано через диверсификацию и очищение структуры национальной энергетики - доля угля в общей генерации энергии ожидается к снижению до 40% в 2040 году [117]. Кроме того, Китай рассматривает возобновляемые источники энергии как источник энергетической безопасности, а не только как путь к уменьшению выбросов углерода. В настоящее время на Китай приходится более 40% мирового роста возобновляемых мощностей и к 2022 году его доля увеличится еще на 30% [117].

Несмотря на то, что 13-я пятилетка планирует увеличить мощность возобновляемых источников, цели на 2020 год находятся на минимальном уровне по отношению к уровню целей, необходимых для выполнения сценария «До 2°C». Это означает, уровень целей по мощности солнечной энергии должны быть повышены с 110 ГВт до 200 ГВт, ветровой – с 210 до 350 ГВт, биоэнергетики – с 15 до 30 ГВт, согласно отчету «China Renewable Energy Outlook 2017».

В то время как в Германии, расширение сферы возобновляемых источников энергии рассматривается как один из двух фундаментальных столпов для энергетического перехода. Возобновляемые источники энергии являются основным источником для электроэнергии и обеспечивают 37,8% потребности Германии в электроэнергии в 2018 году. Благодаря этому Германия является лидером на мировом рынке ветроэнергетики и фотоэлектрической энергии. Совместное заявление премьер-министра Китая Ли Кэцзяна и Ангелы Меркель, канцлера Германии 13 июня 2016 года содержит в себе обещания в сотрудничестве в сфере энергетики: «Обе стороны приветствуют инновационное сотрудничество между университетами, исследовательскими институтами и компаниями из обеих стран в области устойчивой энергетики. Обе стороны будут работать над расширением сотрудничества в области улучшения энергоэффективности и расширения возобновляемых источников энергии».

Роль ядерной энергетики – это фундаментальное различие между Германией и Китаем. Китай рассматривает ядерную энергетику как важный источник энергоснабжения. Неископаемая энергия, а не возобновляемые источники энергии все чаще фигурируют в энергетической политике Китая, который рассматривает ядерную энергию и возобновляемые источники энергии в рамках одной тематики. Для Германии, напротив, отказ от ядерной энергетики – это краеугольный камень энергетического перехода. Широкая дискуссия об атомной энергетике в Германии была инициирована Чернобыльской атомной аварией в 1986 году. После катастрофы на Фукусиме был достигнут консенсус о необходимости поэтапного отказа от атомных электростанций с целью остановки последней атомной электростанции в 2022 году.

Сравнивая доли атомной энергетики в потреблении первичной энергии, Германия (5,92%) явно опережает Китай (1,58%) в 2016 году. Однако в 2011 году объем ядерного потребления и доля атомной энергии в потреблении первичной энергии значительно снизились. В Китае же доля установленных

мощностей атомной энергетики постоянно увеличивается с целью обеспечения поставок электроэнергии в растущую экономику.

В 2016 году рост производства ядерной энергии в Китае составил 9,6 миллионов тонн нефтяного эквивалента (мтнэ), что было самым большим ростом среди стран в мире с 2004 года.

Согласно отчету IPCC [28], уголь является наиболее углеродоемким ископаемым топливом, и угольная электроэнергия должна быть выведена из эксплуатации к 2050 году, если страны хотят добиться сокращения выбросов, необходимого для ограничения глобального потепления до 1,5°C. Поэтапный отказ от угля предполагает проведение нескольких взаимосвязанных политик, включая закрытие угольных шахт, выход из угольного производства электроэнергии и отмену государственных субсидий угольной отрасли. Однако отказ от угля вызвал много опасений по поводу энергетической безопасности и надежности электроснабжения. Китай – крупнейший потребитель угля в мире, а уголь составляет более 60% его энергобаланса. Поэтому уголь еще остается как стратегически важный компонент китайской энергетической системы.

Однако Германия предложила отказаться от угля к 2038 году, учитывая тот факт, что доля угля в производстве электроэнергии в Германии составляет 37%. Традиционно, Германия – крупнейший производитель угля в Европе. Добыча угля, в том числе бурого угля имеет сильное присутствие в стране. Энергетическая политика в Германии исторически ориентировалась на уголь и оказывала поддержку субсидиями. В качестве источника топлива бурый уголь очень экономичен, несмотря на это, количество угольных электростанций в стране уменьшилось за последние годы.

В январе 2019 года назначенная правительством угольная комиссия предложила закрыть все угольные электростанции к 2038 году и предоставить как минимум 40 миллиардов евро в качестве помощи регионам, которые пострадают от поэтапного отказа.

С точки зрения самокупаемости, для таких ориентированных на экспорт стран, как Германия и Китай, надежность энергоснабжения и доступная энергетика - приоритетные задачи для энергетической отрасли. В настоящее время, Германия импортирует более 70% потребляемой первичной энергии. Поскольку Германия импортировала энергию из соседних стран, Европейская энергетическая сеть сыграла важную роль в обеспечении безопасности и стабильности. Европейские сети расширяются, а немецкий энергетический переход поддерживается высшими уровнями Европейского Союза. Таким образом, самодостаточность Германии довольно высока в контексте более широкой структуры ЕС.

Стоимость проведения декарбонизации для каждой страны сложно поддается оценке ввиду социального и экологического аспекта данного процесса в каждой стране. Тем не менее, Стэнфордский университет подсчитал, сколько финансовых средств потребуется для глобального перехода на 100% возобновляемую энергию к 2050 году [138]. Данный показатель оценивается в 73 трлн долларов США, и ожидается, что этот расход будет восполнен в течение 7 лет. Кроме того, это позволит создать на 28,6 млн рабочих мест больше, чем при сценарии «бизнес как обычно». По оценке данного исследования, переход на возобновляемую энергетику потребует инвестиций в 7,8 трлн долларов США и создаст 3,1 млн рабочих мест, а также спасет 65000 жизней от загрязнения воздуха ежегодно. Для России значение средних общих капитальных затрат на производство новой электроэнергии, теплоэнергии, водородной генерации и хранения, а также передачи на большие расстояния составляют 1,5 трлн долларов США, в соответствии с данным исследованием. Это сравнимо с затратами для Японии (1,5 трлн долларов США), Центральной Америки (1,36 трлн долларов США), Центральной Азии (1,34 трлн долларов США) и Южной Кореи (1,88 трлн долларов США).

Стоимость энергетического перехода в Германии оценивается по различным подходам из-за особенностей платежной системы по

финансированию внедрения зеленой энергии. Одним из основных подходов является оценка надбавки за возобновляемую энергию, которая оплачивается потребителями энергии. Другой подход базируется на оценке прямых государственных субсидий для зеленой энергии. В 2004 году министр окружающей среды Юрген Триттин сказал, что бремя внедрения возобновляемой энергии в домохозяйства будет равно одному евро в месяц или шарик мороженого. Однако объем данной надбавки стал увеличиваться, а споры вокруг справедливой оценки энергетического перехода – возрастать. Изначально стоимость энергетического перехода оценивалась как объем требуемых инвестиций на внедрение возобновляемой энергии, выведение из эксплуатации атомных и угольных электростанций. Однако для расчета справедливой стоимости, необходимо принимать во внимание стоимость прогнозируемой экономии средств, что подразумевает собой сравнение с ситуацией, при которой не проводится энергетический переход. Это влечет за собой возникновение различных предположений и допущений – что произойдет с занятостью и ценами на энергоносители без энергоперехода? Каковы были бы расходы на сетевую инфраструктуру при «бизнесе как обычно»? Из-за возникновения большого количества таких неопределенностей, в 2018 году немецкое правительство заявило [126], что общая стоимость энергетического перехода неизвестна. Тем не менее, исследовательские центры EWI, Prognos & GWS; Fraunhofer ISE; Fraunhofer IWES; Fraunhofer ISI & the Institute for Applied Ecology представили свою оценку [82]: энергопереход потребует ежегодных инвестиций от 15 до 40 млрд евро, что составляет 0,5-1,2% от ВВП Германии.

Дюссельдорфский институт конкурентной экономики (DICE) подсчитал стоимость энергоперехода до 2025 года. Один сектор электроэнергии составил 520 млрд евро, где 408 млрд евро составил сбор за внедрение возобновляемой энергии (EEG levy). В конце 2015 года 150 млрд евро уже было потрачено на энергопереход, не включая затрат на развитие сетей. Похожим образом, вопрос энергетической безопасности

сыграл важную роль в энергетическом переходе в Китае. Однако в стратегии энергетической безопасности Китая особое внимание уделяется максимальной самодостаточности и энергонезависимости. Поскольку Китай был страной чистого импорта сырой нефти с 1996 года, предотвращение риска поставок энергии было включено в национальную стратегию энергетической безопасности. В 2016 году уровень самообеспеченности составил 79%, где уголь является основным источником энергетической безопасности страны.

В этом случае энергетическая безопасность станет важным вызовом для будущего устойчивого развития в Китае и возобновляемые источники энергии могут стать ответом на решение этой проблемы.

Китай затратил на энергетический переход 134,8 млрд долларов США [100]. В 2019 году субсидии Китая на возобновляемые источники энергии составили 85,92 млрд юаня (около 13,4 млрд долларов США).

Таким образом, анализ процессов декарбонизации в Германии, Канаде и Китае показал, что вне зависимости от обеспеченности полезными ископаемыми, движение к декарбонизации является центральным мотивом развития энергетики. Германия стремится стать мировым технологическим лидером в области возобновляемых источников энергии и энергоэффективности, поскольку имеет богатую технологическую базу и развитое законодательство, поддерживающее энергетический переход. Однако немецкая модель имеет ограничения в виде отказа от атомной энергии и необходимости соответствия планам Евросоюза. Тесная связь энергетических систем с соседними странами также накладывает обязательства и ограничения по развитию. Тем не менее, декарбонизация энергетического сектора Германии является успешным примером проявления политической воли и поддержки населения, что создает благоприятные условия для перехода на новые энергетические ресурсы и технологии. Канадская модель отличается от немецкой прежде всего наличием нефтегазовых ресурсов и большей площади государства. Однако Канада имеет

четкий план по декарбонизации и руководство страны пытается способствовать плавному переходу без нанесения серьезного ущерба нефтедобывающим компаниям, которые, в свою очередь, также поддерживают энергетический переход и трансформируют свой бизнес. Китайская модель отличается растущим энергетическим спросом для развивающейся экономики и серьезной экологической ситуацией, вследствие которой, государство намерено сократить выбросы и перейти к чистым источникам энергии. Учитывая производственную мощность экономики Китая и большую территорию, широкое распространение возобновляемых источников энергии является вопросом времени, но политический императив по энергетическому переходу остается неизменным – Китай нацелен стать новой энергетической державой с помощью возобновляемых источников энергии.

2.3 Сравнительная характеристика энергетических балансов стран в условиях декарбонизации

Поскольку в мире существует выделение стран-экспортеров невозобновляемых энергоресурсов, можно предположить, что декарбонизация в этих странах будет осложнена зависимостью их объема ВВП от деятельности, связанной с продажей данных энергоресурсов. С целью обеспечения релевантности анализа для России, были выбраны два вида энергоресурсов, по которым будет отслеживаться зависимость ВВП – это нефть и газ.

Анализ строится на основе следующих шагов. Вначале были определены индикаторы, по которым будет осуществляться поиск статистических данных – это нефтяная и газовая рента. Для выполнения сравнительного анализа по странам, необходимо применить относительный показатель – процентная доля нефтяной и газовой ренты в объеме ВВП. Для обеспечения полноты анализа были взяты данные за 3 года (2016-2018 годы).

Выборка по странам была произведена исходя из критерия – среднее значение доли ренты в ВВП за 3 года должно превышать 1%. Статистические данные предоставлены Всемирным банком. Результаты анализа были приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Среднее значение доли нефтяной и газовой ренты в ВВП

| Страна | Среднее значение доли нефтяной и газовой ренты в ВВП за 2016-2018 гг., % | Классификация стран по развитости экономики в соответствии с ООН |
|-------------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Восточный Тимор | 47,0 | Наименее развитые |
| 2 Ирак | 37,9 | Развивающиеся |
| 3 Кувейт | 37,2 | Развивающиеся |
| 4 Ливия | 34,6 | Развивающиеся |
| 5 Республика Конго | 34,3 | Развивающиеся |
| 6 Саудовская Аравия | 24,3 | Развивающиеся |
| 7 Оман | 24,1 | Развивающиеся |
| 8 Экваториальная Гвинея | 23,3 | Развивающиеся |
| 9 Азербайджан | 21,7 | Переходная экономика |
| 10 Бруней | 19,3 | Развивающиеся |
| 11 Катар | 18,2 | Развивающиеся |
| 12 Туркменистан | 18,0 | Переходная экономика |
| 13 Ангола | 17,5 | Наименее развитые |
| 14 Алжир | 15,2 | Развивающиеся |
| 15 Габон | 15,2 | Развивающиеся |
| 16 ОАЭ | 14,1 | Развивающиеся |
| 17 Чад | 14,0 | Наименее развитые |
| 18 Казахстан | 12,1 | Переходная экономика |
| 19 Иран | 10,1 | Развивающиеся |
| 20 Россия | 9,9 | Переходная экономика |
| 21 Тринидад и Тобаго | 7,5 | Развивающиеся |
| 22 Папуа Новая Гвинея | 7,3 | Развивающиеся |
| 23 Нигерия | 6,9 | Развивающиеся |
| 24 Узбекистан | 6,1 | Переходная экономика |
| 25 Норвегия | 5,9 | Развитые |
| 26 Эквадор | 5,1 | Развивающиеся |
| 27 Суринам | 4,9 | Развивающиеся |
| 28 Египет | 4,6 | Развивающиеся |
| 29 Малайзия | 4,5 | Развивающиеся |
| 30 Бахрейн | 3,7 | Развивающиеся |
| 31 Судан | 3,4 | Наименее развитые |
| 32 Мозамбик | 3,2 | Наименее развитые |
| 33 Гана | 3,0 | Развивающиеся |

Продолжение таблицы 4

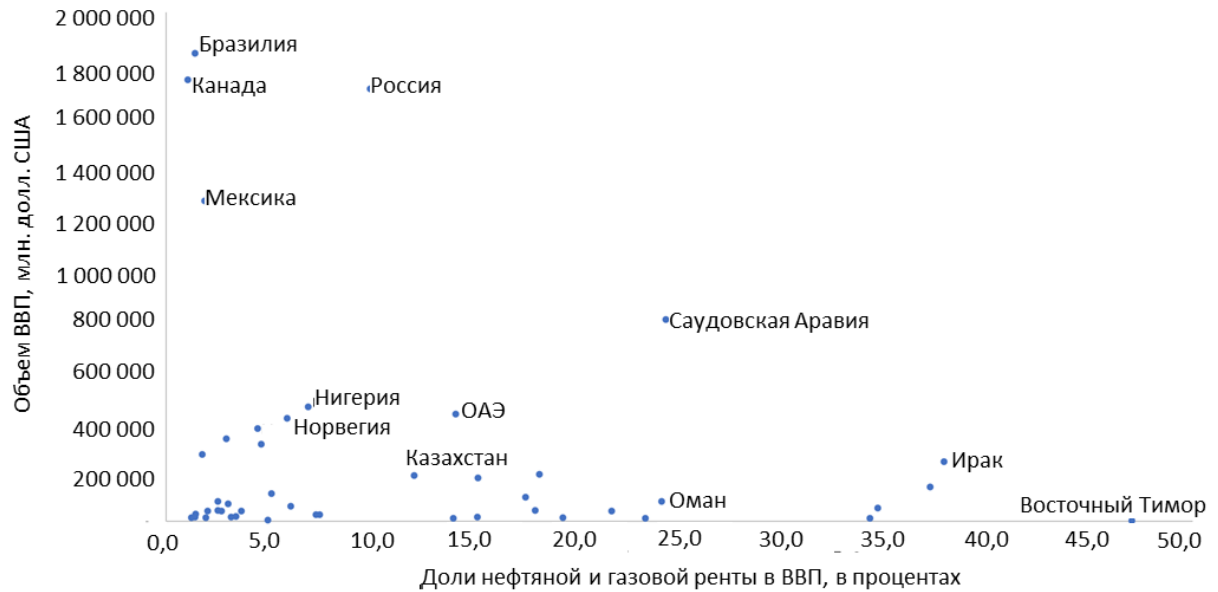
| 1 | 2 | 3 |
|-------------|-----|----------------------|
| 34 Колумбия | 2,9 | Развивающиеся |
| 35 Камерун | 2,7 | Развивающиеся |
| 36 Боливия | 2,5 | Развивающиеся |
| 37 Мьянма | 2,5 | Развивающиеся |
| 38 Тунис | 2,0 | Развивающиеся |
| 39 Монголия | 1,9 | Развивающиеся |
| 40 Мексика | 1,9 | Развивающиеся |
| 41 Вьетнам | 1,7 | Развивающиеся |
| 42 Йемен | 1,5 | Наименее развитые |
| 43 Бразилия | 1,4 | Развивающиеся |
| 44 Албания | 1,4 | Переходная экономика |
| 45 Нигер | 1,2 | Наименее развитые |
| 46 Канада | 1,1 | Наиболее развитые |

Источник: составлено автором.

Количество стран в группе по нефтяной ренте со значением свыше 1% оказалось больше, чем количество стран по газовой ренте – 44 и 20 соответственно. Для формирования полноценного списка стран значения недостающих стран по каждой из групп были добавлены. Затем доли по нефтяной и по газовой ренте были сложены по каждому году из 3 лет и посчитано среднее значение по сумме за 3 года. Полученный список был отсортирован от страны с наибольшей долей к наименьшей.

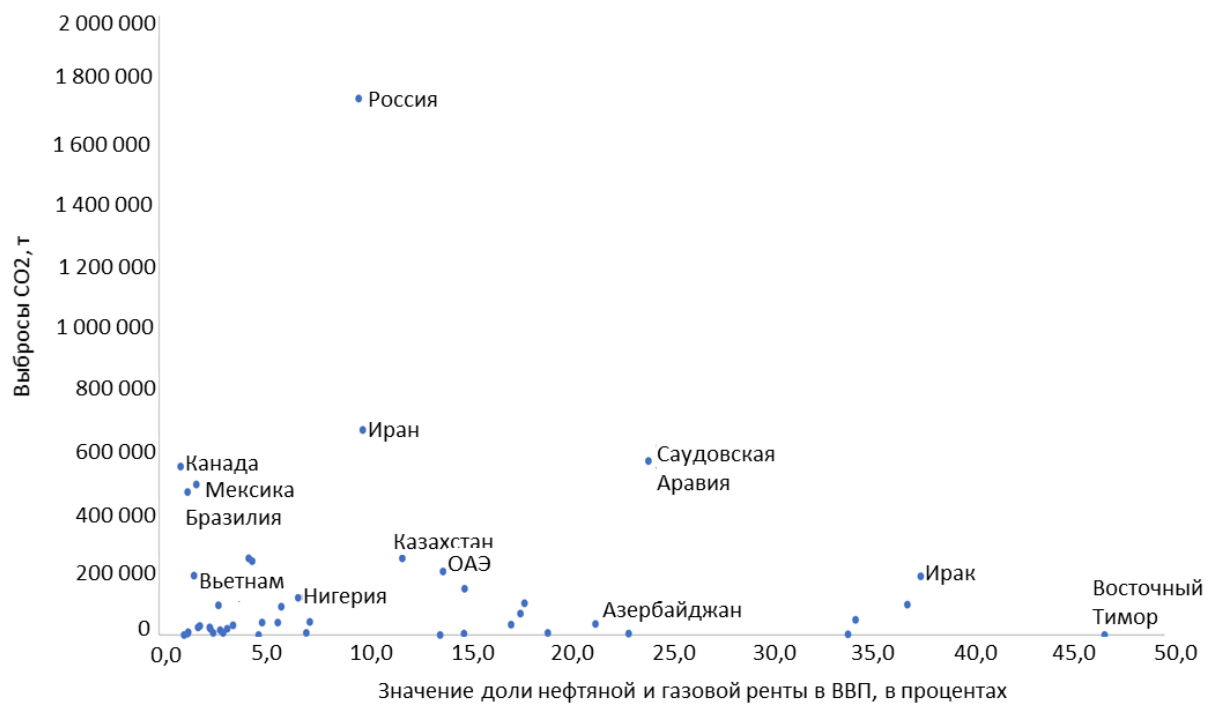
Россия заняла 20 место из 46 в списке стран, представленном в таблице 4, с наибольшей средней долей нефтяной и газовой ренты в ВВП за 3 года со значением 9,9%. В соответствии с классификацией ООН [192] по развитости экономики стран, в список вошли: 1 наиболее развитая страна (Канада), 1 развитая страна (Норвегия), 5 с переходной экономикой (включая Россию), 31 развивающаяся страна и 8 наименее развитых стран.

На рисунках 10 и 11 представлены позиции стран в соответствии с их долей нефтяной и газовой рентой в ВВП и объемом ВВП, а также выбросами CO₂.



Источник: составлено автором.

Рисунок 10 – Страны с наивысшей долей нефтегазовой ренты в ВВП и их объем ВВП



Источник: составлено автором.

Рисунок 11 – Страны с наивысшей долей нефтегазовой ренты в ВВП и их выбросы CO₂

На графиках видно, что Россия выделяется по объему ВВП и объему выбросов CO₂, при этом, если высокие объемы ВВП есть также у Бразилии, Канады и Мексики, то по объему выбросов CO₂ Россия находится в большом отрыве от других стран.

С целью анализа списка стран и выделения особенностей, было произведено их разделение на группы. Чтобы разделить страны в соответствии с их ближайшими соседними по значениям странами, были произведены расчеты с помощью нормального распределения. Значения нормального распределения по странам представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Нормальное распределение среднего значения доли нефтяной и газовой ренты в ВВП нефтянозависимых стран

| Страна | Среднее значение доли нефтяной и газовой ренты в ВВП за 2016-2018 гг., в процентах | Нормальное распределение |
|-------------------------|--|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Восточный Тимор | 47 | 0,000 |
| 1 Ирак | 37,9 | 0,003 |
| 2 Кувейт | 37,2 | 0,003 |
| 3 Ливия | 34,6 | 0,005 |
| 4 Республика Конго | 34,3 | 0,005 |
| 5 Саудовская Аравия | 24,3 | 0,019 |
| 6 Оман | 24,1 | 0,019 |
| 7 Экваториальная Гвинея | 23,3 | 0,021 |
| 8 Азербайджан | 21,7 | 0,024 |
| 9 Бруней | 19,3 | 0,028 |
| 10 Катар | 18,2 | 0,029 |
| 11 Туркменистан | 18 | 0,030 |
| 12 Ангола | 17,5 | 0,030 |
| 13 Алжир | 15,2 | 0,033 |
| 14 Габон | 15,2 | 0,033 |
| 15 ОАЭ | 14,1 | 0,034 |
| 16 Чад | 14 | 0,034 |
| 17 Казахстан | 12,1 | 0,034 |
| 18 Иран | 10,1 | 0,034 |
| 19 Россия | 9,9 | 0,034 |
| 20 Тринидад и Тобаго | 7,5 | 0,032 |
| 21 Папуа Новая Гвинея | 7,3 | 0,032 |
| 22 Нигерия | 6,9 | 0,031 |
| 23 Узбекистан | 6,1 | 0,031 |
| 24 Норвегия | 5,9 | 0,030 |
| 25 Эквадор | 5,1 | 0,029 |
| 26 Суринам | 4,9 | 0,029 |
| 27 Египет | 4,6 | 0,028 |
| 28 Малайзия | 4,5 | 0,028 |
| 29 Бахрейн | 3,7 | 0,027 |
| 30 Судан | 3,4 | 0,027 |

Продолжение таблицы 5

| 1 | 2 | 3 |
|---|-----|-------|
| 31 Мозамбик | 3,2 | 0,026 |
| 32 Гана | 3 | 0,026 |
| 33 Колумбия | 2,9 | 0,026 |
| 34 Камерун | 2,7 | 0,025 |
| 35 Боливия | 2,5 | 0,025 |
| 36 Мьянма | 2,5 | 0,025 |
| 37 Тунис | 2 | 0,024 |
| 38 Монголия | 1,9 | 0,024 |
| 39 Мексика | 1,9 | 0,024 |
| 40 Вьетнам | 1,7 | 0,024 |
| 41 Йемен | 1,5 | 0,023 |
| 42 Бразилия | 1,4 | 0,023 |
| 43 Албания | 1,4 | 0,023 |
| 44 Нигер | 1,2 | 0,023 |
| 45 Канада | 1,1 | 0,023 |
| Примечание – Среднее значений доли нефтяной и газовой ренты в ВВП по всем странам – 11,71304348%. Стандартное отклонение – 11,63812342. | | |

Источник: составлено автором.

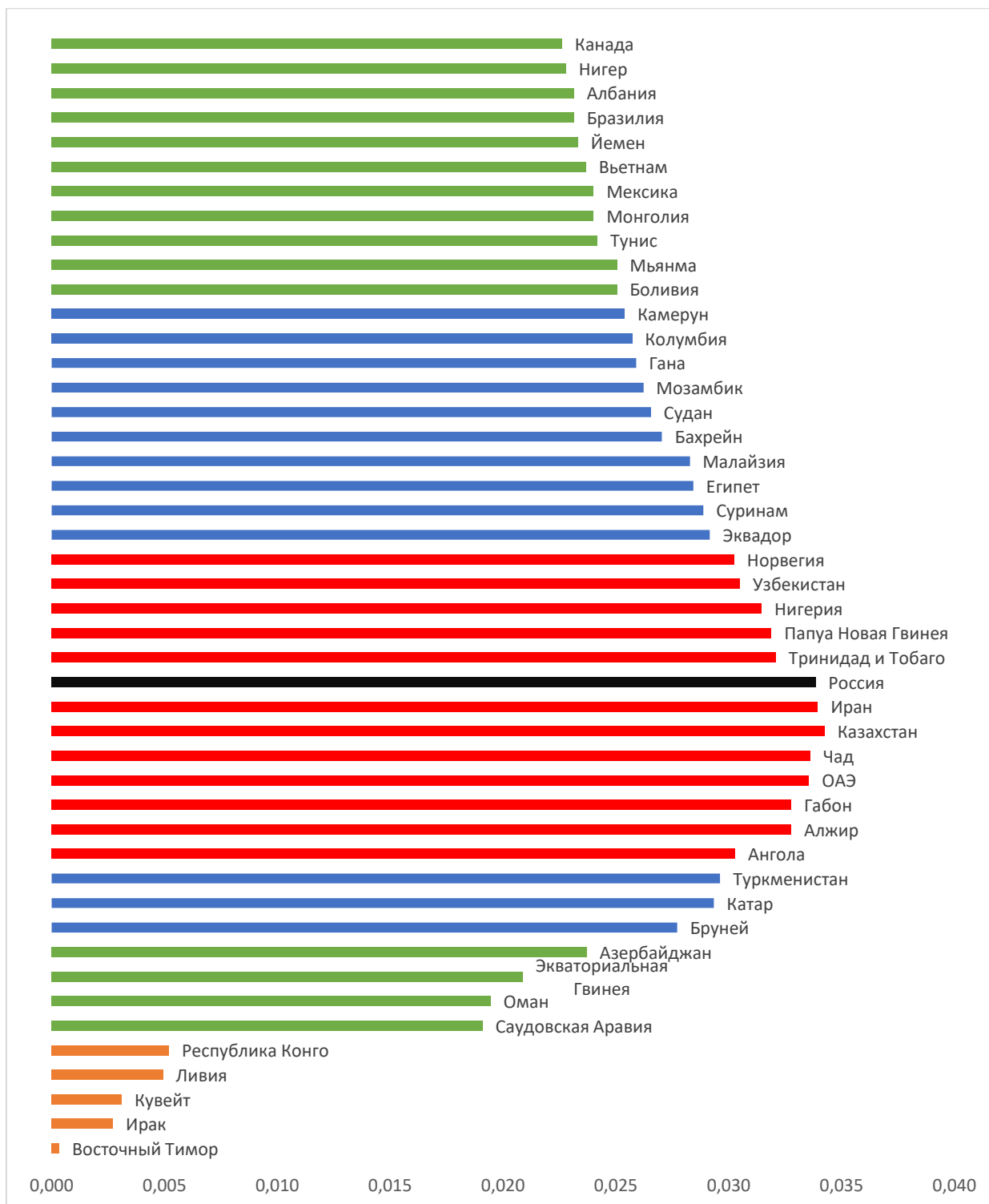
В результате можно выделить 4 группы стран, которые отражены на рисунке 12.

I группа: Республика Конго, Кувейт, Ирак, Восточный Тимор.

II группа: Азербайджан, Экваториальная Гвинея, Оман, Саудовская Аравия, Канада, Нигер, Албания, Бразилия, Йемен, Вьетнам, Мексика, Монголия, Тунис, Мьянма, Боливия.

III группа: Камерун, Колумбия, Гана, Мозамбик, Судан, Бахрейн, Малайзия, Египет, Суринам, Эквадор, Туркменистан, Катар, Бруней.

IV группа: Норвегия, Узбекистан, Нигерия, Папуа Новая Гвинея, Тринидад и Тобаго, Россия, Иран, Казахстан, Чад, ОАЭ, Габон, Алжир, Ангола.



Источник: составлено автором.

Рисунок 12 – Нормальное распределение по среднему значению доли нефтяной и газовой ренты в ВВП за 2016-2018 годы, в процентах

Исходя из графика с нормальным распределением, можно сделать вывод, что позиция России имеет большую вероятность наблюдаться в данной выборке стран, а позиция Восточного Тимора – наименьшую, так как

существует не так много стран со значением средней доли нефтяной и газовой ренты в ВВП в 47%.

Таким образом, страны IV группы (включая Россию) встречаются с высокой долей вероятности и, следовательно, обязательно требуют изучения в рамках влияния декарбонизации на нефтегазовую отрасль.

Тем не менее, страны с меньшей вероятностью также нуждаются в подобном анализе. Страны I группы, имеющие наибольшую зависимость ВВП от нефтяной и газовой ренты, являются также наименее подготовленными к декарбонизации, согласно исследованию Всемирного банка [80]. Ни одна из стран I группы (Республика Конго, Кувейт, Ирак, Восточный Тимор) не начала деятельность по декарбонизации или связанную с декарбонизацией.

В отношении таких стран существует множество факторов неопределенности, влияющих на перспективы добычи нефти и газа и объемов доходов, поддерживающих экономику, не только из-за колебаний цен, но и из-за вопросов, касающихся долгосрочного спроса. Ряд сценариев указывает на возможные варианты будущего для экономик стран-производителей.

Международное энергетическое агентство предлагает к рассмотрению три сценария. Сценарий новой политики обеспечивает взвешенную оценку того, куда сегодняшние политические действия, вместе с продолжающимся развитием технологий, могут привести развитие энергетического сектора в период до 2040 года. Согласно данному сценарию, равновесные цены на нефть и природный газ растут постепенно, и, хотя темпы роста спроса на нефть заметно замедляются, пика в мировом потреблении нет.

Второй сценарий предполагает низкую цену на нефть. На 2018 год низкой ценой считалась цена в диапазоне 60-70 долларов за баррель. Что касается спроса, данный сценарий предполагает более быстрое принятие мер по повышению эффективности и возможностей по переходу на другой вид топлива, чем в предыдущем сценарии, особенно для электромобилей.

Наконец, сценарий устойчивого развития по-другому проводит стресс-тестирование будущего экономики стран-производителей. В этом сценарии

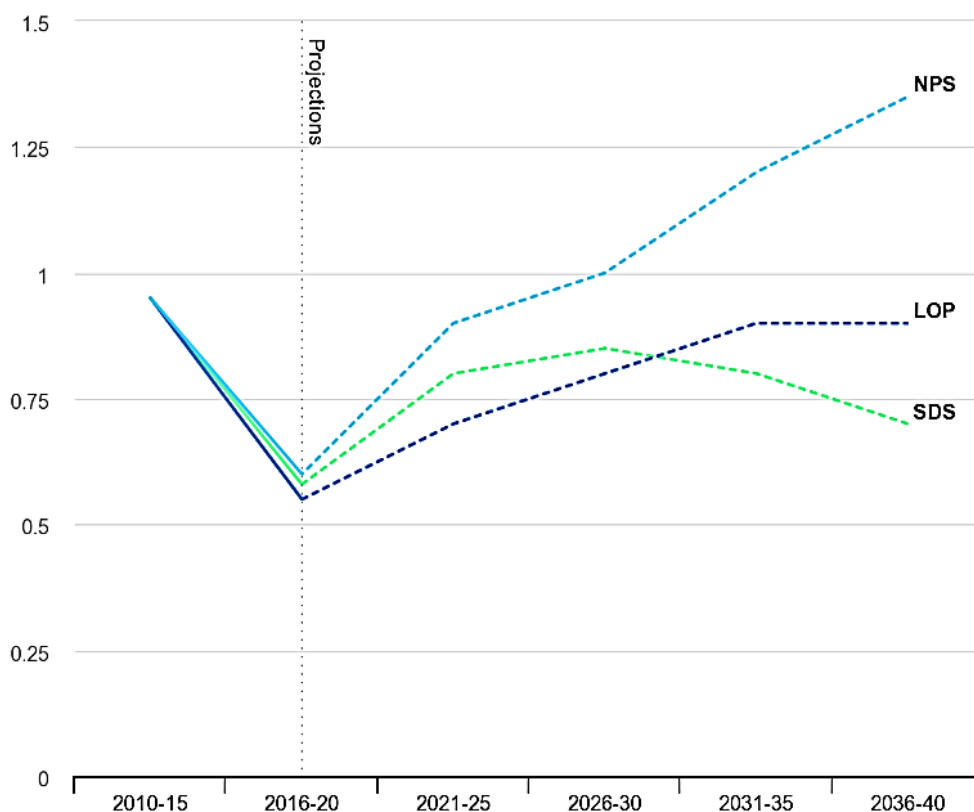
цены низкие, но объемы также становятся ниже, поскольку в ближайшем будущем спрос на нефть достигнет пика, а затем снизится примерно до 70 млн баррелей в сутки к 2040 году, в то время как потребление природного газа вырастет всего на четверть от объема, прогнозируемого в сценарии новой политики.

Если посмотреть на прогнозируемые доходы от нефти и газа до 2040 года, представленные на рисунке 13, можно четко выделить разницу в этих трех возможных вариантах будущего: NPS – сценарий новой политики, LOP – низкой цены на нефть, SDS – сценарий устойчивого развития.

Центральная задача таких стран – развитие более диверсифицированной и динамичной экономики, менее зависимой от доходов от нефти и газа. При этом необходимо избежать замены трудовых мест в нефтегазовом секторе, местами, обеспеченными за счет государственного бюджета, что часто приводит к низкой производительности труда.

Нагрузка на существующую экономическую ситуацию усугубляется демографическим давлением – например, более 50% населения, проживающего на Ближнем Востоке, моложе 30 лет; в Нигерии эта доля превышает 70%. Доходов от нефти и газа будет недостаточно, чтобы создать адекватные возможности для всех, кто хочет устроиться на рынке труда.

Программа реформ для добывающих экономик должна быть намного шире, чем только проведение изменений в энергетике, поскольку необходимо создать возможности деятельности в других секторах экономики. Тем не менее, общие усилия по реформированию экономики существенно выиграют от успешно функционирующего энергетического сектора, который может обеспечить эффективную платформу – как с точки зрения доходов, так и с точки зрения сравнительных преимуществ – для достижения более широких социальных и экономических целей.



Источник: [118].

Рисунок 13 – Чистый доход от нефти и газа по сценарию, 2010-2040 годы

Во II группе стран (Азербайджан, Экваториальная Гвинея, Оман, Саудовская Аравия, Канада, Нигер, Албания, Бразилия, Йемен, Вьетнам, Мексика, Монголия, Тунис, Мьянма, Боливия) присутствуют как наименее развитые (Йемен, Нигер), так и наиболее развитые (Канада). Данная группа также включает одного из крупнейших нефтепроизводителей – Саудовскую Аравию. В Саудовской Аравии существует четкая политика, разработанная Министерством энергетики, промышленности и минеральных ресурсов, которая установила цель произвести более 40 ГВт электроэнергии из возобновляемых источников энергии к 2030 году. Цепочка производства возобновляемой энергии будет включать исследования и разработки, промышленное производство оборудования и создание программ высшего образования для подготовки квалифицированных кадров. Чтобы достичь мощности 40 ГВт возобновляемой энергии к 2030 году, Саудовская Аравия планирует реализовать проекты в области фотоэлектрической и ветровой

энергетики с общей мощностью 11 ГВт к 2022 году. Увеличение мощности увеличивает рентабельность проектов в области возобновляемых источников энергии [148, 42].

Йемен, относящийся к наименее развитым странам, еще не ратифицировал Парижское соглашение, но имеет определяемые на национальном уровне вклады (INDC). В стране не принята политика в области изменения климата, но существует Национальная программа действий по адаптации (НПДА) к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и подготовлены отраслевые стратегии, такие как Национальная стратегия по возобновляемым источникам энергии и энергоэффективности и Национальная стратегия и инвестиционная программа водного сектора. Снижение доходов от нефти и истощение ресурсов в Йемене вынудили правительство искать пути [64] по стимулированию экономического роста без учета нефтяных доходов и создавать рабочие места в таких секторах, как сельское хозяйство, рыболовство, природный газ, городское производство, услуги и финансовый сектор.

Бразилия входит в пятерку стран-эмитентов парниковых газов и большую роль в этом сыграл сектор лесного хозяйства – вырубка лесов является причиной 55% всех парниковых газов Бразилии. Благодаря усилиям властей, в период с 2003 по 2017 год выбросы в Бразилии сократились на 41,95% из-за сокращения вырубки лесов Амазонки [46]. Гидроэнергетика доминирует в бразильском энергетическом балансе и составляет 62% [116] всех установленных мощностей в 2020 году. Благодаря этому страна занимает второе место в мире после Китая по производству гидроэнергии. В то же время, в Плане развития энергетики Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE-2027) [160] к 2027 году Бразилия обязалась увеличить долю других возобновляемых источников энергии до 28% и не полагаться только на гидроэнергетику. В частности, планируется развитие солнечной энергии, поскольку основная часть гидроэнергетики сосредоточена в бассейне Амазонки, а спрос на энергию выше на востоке и юге.

Азербайджан [45], Оман [110], Албания [98], Вьетнам [74], Монголия [184], Тунис [152], Мьянма [145], Боливия [51] – все эти страны, помимо рассмотренных выше, имеют планы по декарбонизации и уже осуществляют деятельность в направлении зеленой энергии. Остальные страны II группы еще не сделали шаги в сторону декарбонизации.

III группа: Камерун, Колумбия, Гана, Мозамбик, Судан, Бахрейн, Малайзия, Египет, Суринам, Эквадор, Туркменистан, Катар, Бруней.

В Камеруне треть вырабатываемой энергии – это гидроэнергия, что представляет риск для энергетической системы страны ввиду возможных засух. Для более устойчивого энергообеспечения необходима диверсификация источников энергии на другие возобновляемые источники.

Колумбия, Эквадор [112] заявили о своей приверженности коллективной региональной цели – 70 % возобновляемых источников энергии к 2030 году. Гана [43] приняла различные политики по продвижению обязательств касательно снижения выбросов. Инвестиции в энергетический сектор, начавшиеся в 2015 году для осуществления национальной климатической политики и низкоуглеродной стратегии развития включают в себя инвестиции в газовые мощности, возобновляемую энергию, а также стратегии по снижению выбросов в других секторах экономики.

Правительство Мозамбика в сотрудничестве с энергетической компанией Eni осуществляет проекты в области декарбонизации и устойчивого развития [84], которые поддерживают инициативы по национальным целям экономического и социального развития, определенные в рамках целей устойчивого развития ООН. Эти инициативы направлены на сокращение выбросов парниковых газов, обеспечения доступа к энергии и сохранение лесов. Кроме того, первый проект по разработке сжиженного природного газа на суше в Мозамбике, который ведет Total вместе с Siemens Energy [169], отличается низкоуглеродностью оборудования по генерации энергии, что позволит развить чистую энергию на рынках Азиатско-Тихоокеанского региона, Ближнего Востока и Индийского субконтинента.

Сложная ситуация случилась в Судане, где в результате войны в 2011 году произошла потеря 75% нефтяных месторождений на территории отделившегося Южного Судана. В результате произошла резкая декарбонизация экономической системы страны. Исследователи отмечают, что «Декарбонизация экономики Судана произошла с пугающей скоростью и вызвала цепную реакцию, которая привела страну к нынешнему затруднительному положению». Гиперконцентрация власти в Судане лежала в основе экономической и политической несправедливости и милитаризации, что привело к многочисленным гражданским войнам [41].

Бахрейн стремится привлечь финансирование на декарбонизацию от США и ОАЭ [93], что подразумевает собой проекты по возобновляемой энергии, технологий улавливания углерода и другие экологичные решения, которые поддержат устойчивый экономический рост и создание рабочих мест. Кроме того, страна намерена очистить сточные воды от нефтегазового сектора с помощью Зеленого климатического фонда [75].

Малайзия сделала заявление по достижению 45% уменьшения выбросов к 2030 году по сравнению с 2005 годом. Главным вызовом к декарбонизации энергетики является растущее население и значительный уровень бедности. Малазийская экономика является одной из самых быстрорастущих и занимает второе место в регионе по объему спроса на энергию. Однако уже в 2006 году страна начала деятельность по сокращению выбросов, например, с помощью добавления пальмового биодизеля в дизельное топливо, поощрению зеленых технологий и создания органа по развитию устойчивой энергии (SEDA). Главными факторами прогресса [175] на пути к декарбонизации стали трансформация поведения людей и привлечение множества сторон – федеральных и региональных органов власти, международных организаций, НКО, корпораций и молодежных движений, а также институциональный сдвиг – создание специального агентства по возобновляемой энергии.

Хотя Египет имеет 4,5 миллиарда баррелей запасов сырой нефти; прогнозируется, что к 2030 году будет доступно всего около 1,5 млрд баррелей запасов нефти [38]. Текущая политика расширения использования природного газа во всех секторах (вместо нефтепродуктов) в дополнение к экспорту природного газа приведет к быстрому сокращению запасов природного газа. Поэтому египетское правительство создало план по увеличению доли генерации энергии от возобновляемых источников до 22% к 2022 году и 42% к 2035 году. Это включает в себя предоставление льготных тарифов для поощрения инвестиций в возобновляемую энергию, в особенности солнечную и ветряную.

Карибское государство Суринам исторически зависело от сочетания гидроэнергетики и нефти для производства электроэнергии. Сохранение зависимости от нефти создает проблемы как для смягчения последствий изменения климата, так и для энергетической безопасности [174]. Суринам стал второй в мире страной, представившей обновленные определяемые на национальном уровне вклады (NDCs) и обязался достичь доли электроэнергии из возобновляемых источников более 35% к 2030 году. Суринам примет Закон о возобновляемых источниках энергии, который обеспечит правовую, экономическую и институциональную основу для поощрения использования возобновляемых источников энергии. Правительство нацелено реализовать меры по обеспечению налоговой устойчивости, которые будут включать поощрение инвестиций в энергоэффективность [179].

Определяемые на национальном уровне вклады (NDCs) Эквадора не соответствует целевому показателю «значительно ниже» 2°C, установленному Парижским соглашением. Эквадор планирует развивать биоэнергетику и лесовозобновление, чтобы подготовить энергетический сектор к значительному сокращению добычи нефти из-за истощения ресурсов, ожидаемого в следующие десятилетия [86].

Глава 3

Рекомендации по проведению процесса декарбонизации энергетики в России и направления развития его регулирувания

3.1 Оценка состояния энергетической отрасли России и проблемы ее декарбонизации

Энергетический сектор России занимает важное место в мировой энергетике, занимая пятое место по объему установленной производственной мощности электроэнергии и четвертое по производству электроэнергии. Рейтинг стран по электроэнергетике представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Россия в рейтинге стран по электроэнергетике, 2019 год

| Место | Страна | Установленная мощность (ГВт) | Место | Страна | Производство электроэнергии (ТВтч) |
|-------|----------|------------------------------|-------|----------|------------------------------------|
| 1 | Китай | 2001 | 1 | Китай | 7325 |
| 2 | США | 1183 | 2 | США | 4188 |
| 3 | Индия | 370 | 3 | Индия | 1372 |
| 4 | Япония | 298 | 4 | Россия | 1096 |
| 5 | Россия | 254 | 5 | Япония | 871 |
| 6 | Германия | 211 | 6 | Канада | 663 |
| 7 | Канада | 135 | 7 | Германия | 516 |

Источник: [166].

Энергетический сектор России прошел через серьезные изменения, когда в начале 2000-х годов произошла реформа энергетической системы и началась реструктуризация РАО «ЕЭС России» с целью трансформации от национальной монополии к конкурентной среде и привлечению частных инвесторов. Идея перехода к рыночному механизму и разделение сектора на естественных монополистов – компании по передаче электроэнергии и конкурентов – компании по генерации и сбыту электроэнергии не воплотилась в реальности. Напротив, в ходе реформы государственный контроль за электроэнергетикой был увеличен и еще больше централизован. Тем не

менее, стагнация электроэнергетического рынка, начавшаяся в 1980-х годах, сократилась, повысилась управляемость энергосистемы, инвестиционная привлекательность повысилась и увеличился объем экспортно-импортных операций. В 2003 году был создан сектор свободной торговли электроэнергией на оптовом рынке электроэнергии (ФОРЭМ) и в 2007 году закончился первый этап п по реорганизации РАО «ЕЭС России». Впоследствии, путем объединения ОАО «ФСК» и «Холдинга МРСК» было сформировано ПАО «Россети», которое в 2019 году начало масштабную программу цифровизации стоимостью 1,3 трлн рублей.

Текущая российская энергетическая стратегия 2035, принятая в июне 2020 года, ставит своей целью качественную трансформацию всего энергетического сектора для обеспечения долгосрочной устойчивости. Это означает переход модели энергетического сектора на новый уровень – с внедрением возобновляемых источников энергии и низкоуглеродных технологий – водород, хранение энергии, распределенная энергетика, а также завершение цифровой трансформации.

Однако ожидается, что Россия останется зависимой от традиционных источников энергии до 2040 года, поэтому основной стратегический фокус уделяется энергоэффективности и улучшению процессов в целом. Кроме того, учитывая, что около 41% выработанной энергии в России поступает из низкоуглеродных источников – гидроэнергии и атомной энергии, то государство не стимулирует вывод угольной энергетике из оборота. Однако общий мировой тренд на отказ от угля неизбежно ослабит позицию угля – 11% в общей выработке энергии - ввиду давления инвесторов и климатических обязательств. Стратегия долгосрочного развития России до 2050 года основана на низкоуглеродном будущем и ставит своей целью достичь углеродной нейтральности к концу XXI века и снизить углеродоемкость ВВП на 48% к 2050 году.

В целом Россия пока следует не самому амбициозному низкоуглеродному сценарию развития экономики, но наличие долгосрочного

видения по снижению парниковых газов и перехода на низкоуглеродное развитие является позитивным аспектом в адаптации к мировым изменениям. Можно также полагать, что будут предприняты более амбициозные усилия по декарбонизации ввиду так называемого «Брюссельского эффекта» от внедрения более строгих требований и политик по декарбонизации в различных секторах мировой экономики. Другими факторами являются обязательство Китая достичь углеродной нейтральности к 2060 году и активная деятельность США по изменению климата.

Россия, исторически являясь страной-экспортером полезных ископаемых, в настоящее время как никогда затронута мировой повесткой по декарбонизации. Европейский союз, один из основных потребителей российского экспорта, введет в 2023 г. механизм пограничной углеродной корректировки - carbon border adjustment mechanism (CBAM) в рамках законодательного пакета по климату «Fit for 55». Данный механизм предполагает, что поставщики высокоуглеродных товаров на европейский рынок обязаны оплатить сбор, который зависит от углеродной цены в системе торговли выбросами в ЕС (стремительно выросла за 2021 г. и составила почти 90 евро за тонну) и от углеродоемкости ввозимых товаров. Если эти товары произведены с большими выбросами, чем европейские, то импортер должен будет уплатить разницу в углеродоемкости. Для России это означает «значительное сокращение поставок российских сырьевых товаров в Европу – это и нефть, и уголь, и металлы», заявил Д. Медведев. В 2019 году экспортные доходы России составили 419 млрд долларов, из которых 60% приходятся на сырую нефть (121,4 млрд долларов), нефтепродукты (66,9 млрд долларов) и природный газ (19 млрд долларов). «По оценкам Академии наук, финансовые потери отечественных экспортёров будут составлять миллиарды евро», – предупредил Дмитрий Медведев, что приведет к значительным выпадающим доходам российского бюджета. Специальный представитель президента России по связям с международными организациями по вопросам устойчивого развития А. Чубайс представил оценку потерь от введения трансграничного

углеводородного налога в Евросоюзе – на первом этапе платежи могут составить 4-6 млрд долларов США в год.

По оценкам [35] консалтинговой компании The Boston Consulting Group (BCG), российские экспортеры могут понести потери в 4,8 млрд долларов США при введении углеродного сбора в Европе. Аудиторская компания KPMG оценила [25] ущерб России в 33,3 млрд евро в 2025-2030 годах при введении данного налога в ЕС.

Однако ученые утверждают, что данный налог может оказать и положительное влияние на российскую экономику: «Введение в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) налога на выбросы углерода в размере 70 долларов США за тонну имело бы существенные положительные эффекты. По сравнению со сценарием 2030 года «бизнес как обычно», это привело бы к сокращению выбросов парниковых газов на 19 %, увеличению государственных доходов на 3,2% ВВП и к увеличению общественного благосостояния в размере 3,4% ВВП, в основном из-за меньшего загрязнения воздуха и более здорового населения» – таковы выводы исследования Юрия Кофнера, представленные в таблице 7, с использованием результатов исследования МВФ.

Таблица 7 – Влияние налога на выбросы углерода в размере 70 долларов США в ЕАЭС в 2030 году

В процентах

| Страна | Снижение выбросов CO ₂ (ниже, чем в обычном режиме) | Государственные доходы (от ВВП сверх «обычного ведения бизнеса») | Прирост благосостояния (от ВВП) | Экономические издержки (от ВВП) | Чистый эффект благосостояния (от ВВП) |
|------------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Армения | 16 | 2.4 | 0,2 | 0,2 | 0,0 |
| Беларусь | 15 | 5.3 | 1,8 | 0,5 | 1,3 |
| Казахстан | 26 | 4.9 | 2,1 | 0,9 | 1,2 |
| Кыргызстан | 24 | 4.7 | 0,1 | 0,8 | -0,7 |
| Россия | 18 | 2.9 | 4,5 | 0,6 | 3,9 |
| ЕАЭС | 19 | 3,2 | 4,0 | 0,6 | 3,4 |

Примечание – Данные по ЕАЭС взвешены с использованием ожидаемых долей ВВП стран-участниц ЕАЭС в общем ВВП ЕАЭС в 2030 году на основе оценок.

Источник: [27].

В исследовании говорится, что налог на выбросы углерода значительно повысит цены на энергоносители в Евразийском экономическом союзе. Наиболее сильно пострадают цены на уголь, которые в 2030 году вырастут в среднем на 80% по сравнению с обычными ценами по цене 35 долларов США за тонну CO₂. Воздействие на цены на другие энергоносители более умеренное, но все же значительное – в среднем 24% для природного газа, 16% для электроэнергии и 7% для бензина. Цены на электроэнергию будут меньше затронуты в России (рост на 13%), Армении (рост на 5%) и Кыргызстане (из-за увеличения на 1%) из-за большей доли ядерной и гидроэнергетики в производстве электроэнергии.

Как по социально-экономическим, так и по структурным причинам государства-члены ЕАЭС, за исключением Казахстана, до сих пор не уделяли, более чем на словах, серьезного внимания вопросам смягчения последствий изменения климата, которые занимали очень мало места в повестке дня национальной политики и даже не являются частью евразийского интеграционного проекта.

Страны-участницы Евразийского экономического союза вынуждены сейчас отреагировать на данную угрозу. И поскольку вероятно, что другие торговые партнеры ЕАЭС скоро введут аналогичные налоги на выбросы углерода и стандарты устойчивого развития, вариантов решения проблемы не так много. Суть в том, что для того, чтобы оставаться конкурентоспособными на безуглеродном глобальном рынке будущего, государствам-членам Евразии необходимо самостоятельно принимать меры по декарбонизации своей экономики.

Ведущие экономические исследователи в этой области считают, что лучшими мерами политики для достижения этого являются налоги на топливо, схемы торговли выбросами и, прежде всего, налог на выбросы углерода.

За 2020-2021 годы Россия предприняла активные шаги в направлении декарбонизации, при этом инициативы исходили не только от корпоративного сектора, но и от государства.

Декабрь 2020 года. Банк России подготовил Рекомендации по раскрытию публичными акционерными обществами ESG-информации.

Июнь 2020 года. Экологическая авария Норникеля стала катализатором ужесточения природоохранного законодательства в отношении устаревшей энергетической инфраструктуры в России.

Июль 2020 года. Указ президента В. Путина «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», куда вошли экологические цели по управлению отходами и ликвидации ущерба окружающей среде.

Сентябрь 2020 года. Правительство РФ утвердило проект создания информационной системы экологического мониторинга с целью обеспечения свободного доступа граждан к данным об окружающей среде.

Сентябрь 2020 года. Указ президента № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» с целью сократить выбросы парниковых газов на 30% от 1990 года к 2030 году.

Ноябрь 2020 года. Проект «Федерального закона об экологическом аудите и экологической аудиторской деятельности» выпущен в обновленном варианте Минприроды России.

Ноябрь 2020 года. Сделан первый шаг к рассмотрению адаптации к изменению климата как отдельному направлению государственной деятельности – разработан законопроект федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросу адаптации к изменениям климата».

Ноябрь 2020 года. Правительство поручило разработать законопроект о развитии экологически чистого транспорта для создания преференций владельцам такого транспорта и развитию необходимой инфраструктуры.

Февраль 2021 года. Заместитель председателя Правительства Российской Федерации В. Абрамченко и вице-премьер по вопросам ТЭК А. Новак провели совещание по переходу к низкоуглеродному развитию [26].

Февраль 2021 года. Министерство экономического развития провело первое заседание экспертного совета по устойчивому развитию с целью обсуждения углеродного налога ЕС.

Февраль 2021 года. Поручение президента В. Путина о подготовке экономики и финансовых рынков России к падению спроса на российский экспорт ввиду его высокоуглеродности через планы по снижению соответствующих рисков на регулярной основе (полгода).

Март 2021 года. Высказывания в поддержку важности декарбонизации со стороны президента В. Путина: «...декарбонизация – «важнейшее направление деятельности не только в мире, но и для нас тоже».

Март 2021 года. Планируется обязать экспортирующие угольные компании Кузбасса инвестировать в проекты по рекультивации земель и в неугольные проекты – экологические и социальные в соответствии с проектом поручения президента В. Путина в 2021 году. Возмещение причиненного ущерба окружающей среде при добыче угля будет проходить через создание специальных фондов для достижения показателя 66-90% рекультивированных земель в 2031-2036 годах.

Апрель 2021 года. Обращение президента к Федеральному Собранию Российской Федерации.

Апрель 2021 года. Международный саммит лидеров по вопросам климата в США. Президент В. Путин озвучил пути решения проблем изменения климата и предпринятую деятельность в данном направлении в России [32].

Апрель 2021 года. Одобрен законопроект об ограничении выбросов парниковых газов в России, который обязывает экономических субъектов отчитываться по выбросам и осуществлять климатические проекты.

Май 2021 года. Высший Евразийский экономический совет. Президент В. Путин выступил с инициативой по созданию банка климатических данных и цифровых инициатив для подсчета углеродного следа в ЕАЭС.

Май 2021 года. IX Невский международный экологический конгресс. Министр природных ресурсов А. Козлов заявил, что была произведена прогнозная оценка ущерба от таяния вечной мерзлоты в Арктике до 2050 года. По оценке ученых он составит не менее 5 трлн рублей.

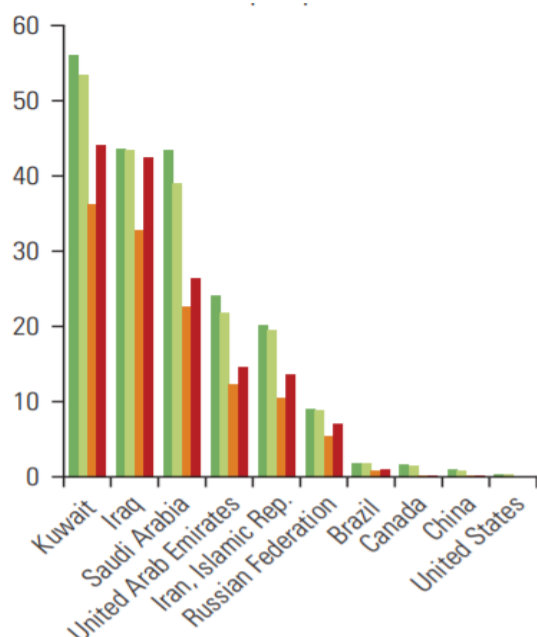
Май 2021 года. Советник президента Российской Федерации по вопросам изменения климата Р. Эдельгериев сообщил о возможности создания госкорпорации по декарбонизации.

Июнь 2021 года. Центральный банк России проводит климатический стресс-тестинг по секторам экономики и разрабатывает рекомендации для финансовых организаций по учету климатических рисков.

Июнь 2021 года. Принят федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» [1], в соответствии с которым, будет начата торговля выбросами. Пилотный проект планируется запустить на Сахалине, где с конца 2020 года начата деятельность по достижению углеродной нейтральности к 2025 году и с июня регион будет сотрудничать со Сбером в направлении декарбонизации [33].

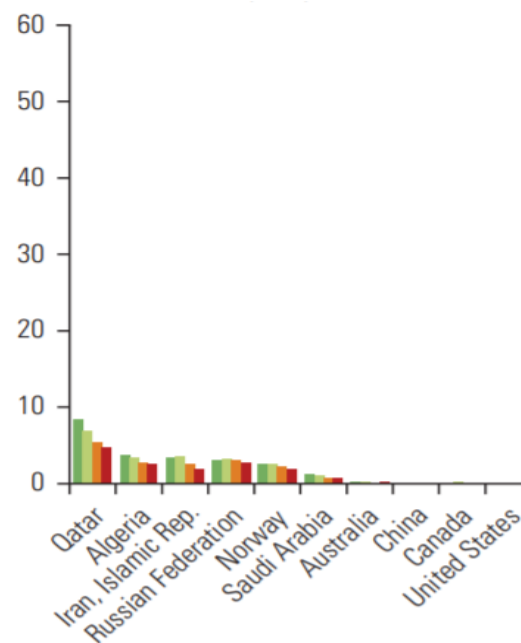
Россия входит в десятку стран, сильно зависящих от нефтегазовых доходов. На рисунках 14 и 15 представлены доходы от нефти и от газа в виде доли от ВВП с 2013 по 2016 годы.

Россия находится на 6-м и 4-м месте, соответственно. Конкуренция между всеми производителями топлива будет усиливаться по мере сокращения спроса и захвата новых рынков чистыми технологиями. Производители с низкими затратами на добычу, меньшими первоначальными потребностями в капитале, лучшим доступом к инвесторам и более высокой совокупной финансовой мощностью, более низким уровнем леввериджа и более развитой экспортной инфраструктурой будут в привилегированном положении при удержании своих доходов.



Источник: составлено автором.

Рисунок 14 – Доходы от нефти, 2013-2016 годы

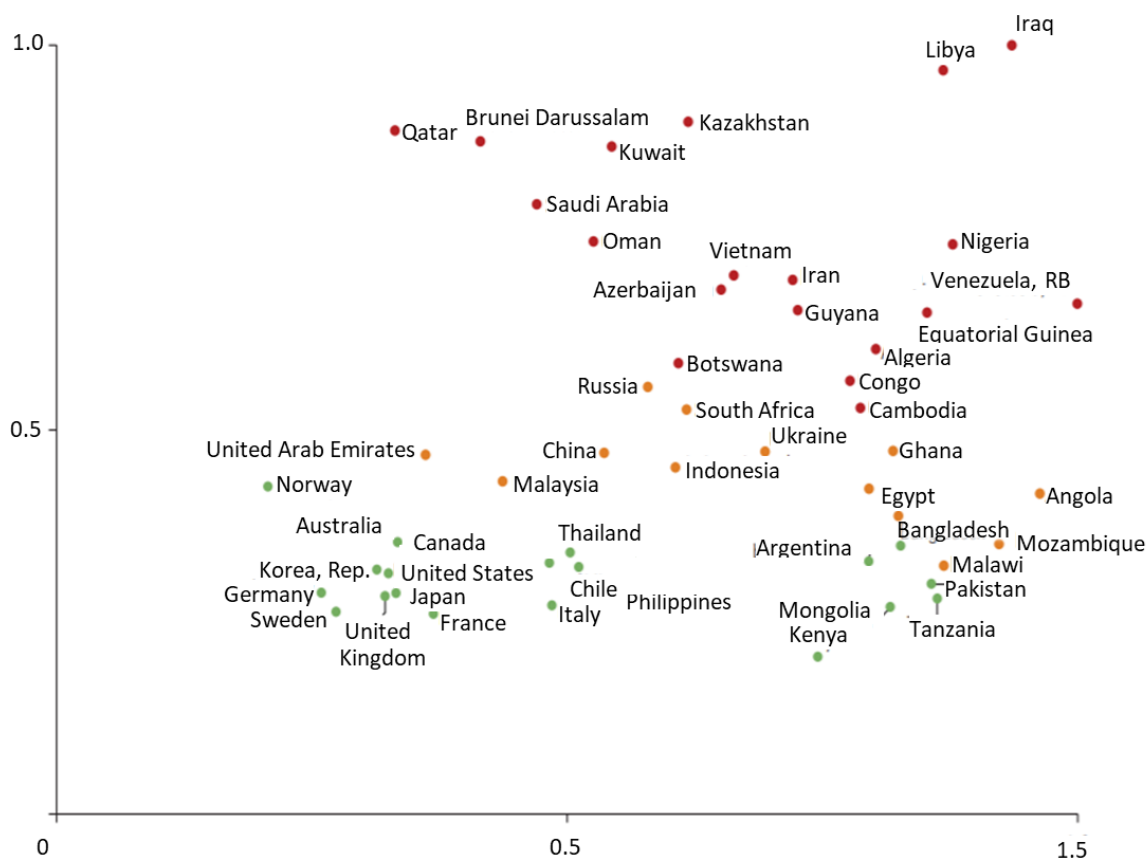


Источник: составлено автором.

Рисунок 15 – Доходы от газа, 2013-2016 годы

Всемирный банк оценил готовность стран к переходу на низкоуглеродную экономику, что показано на рисунке 16. По оси абсцисс находится степень сопротивляемости или устойчивости (0 – высокая устойчивость, 1 – низкая). По оси ординат измеряется степень подверженности или слабости подготовки к переходу (0 – низкая степень слабости, 1 – высокая). Как видно, Россия находится посередине, в значениях, тяготеющих к негативным состояниям.

Страны, лучше всего подготовленные к энергетическому переходу – это страны, наименее подверженные его воздействиям и наиболее устойчивые к ним, способные быстро адаптироваться к изменяющимся внешним условиям и использовать возникающие возможности. Индекс готовности, разработанный в этом исследовании, предполагает, что наименее подготовленные страны, включая Ирак и Ливию, исключительно уязвимы для внешних шоков от энергетического перехода, учитывая, что долгосрочные конфликты уничтожили почти все ненефтяные отрасли и подорвали и без того слабые институты.



Источник: [190].

Рисунок 16 – Готовность стран к переходу на низкоуглеродную экономику

Декарбонизация требует кооперации между странами по различным направлениям, поскольку она тесно связана с цифровизацией и научными прорывами. Европейский союз планирует перевести экономику на водородное топливо, которое разрабатывается и совершенствуется учеными в различных странах Европы. Исследуется готовность России к декарбонизации, которая, предполагается, особенно сильно нарушит привычную энергетическую структуру в стране, зависящей от ископаемого топлива.

Неустойчивость российского энергетического сектора была продемонстрирована в ходе кризиса коронавируса, когда спрос на невозобновляемое топливо резко сократился и цены на энергоносители стремительно обрушились, что повлекло за собой падение рубля. Курс на устойчивое развитие жизненно необходим России, особенно с области энергетики. Учитывая уникальное географическое положение страны, российская электроэнергетика сталкивается с серьезными трудностями в

проведении каких-либо изменений из-за большой протяженности объектов энергетической инфраструктуры.

Многие ведущие нефтегазовые компании мира (BP, Shell) уже поставили цели по снижению выбросов парниковых газов и активно трансформируют свой бизнес в соответствии с целями устойчивого развития. Российские компании также встали на путь устойчивого развития и деятельность в данной сфере развивается все сильнее в последние годы. Однако о декарбонизации или трансформации компании еще не задумываются, что тормозит энергетический переход в стране. Полагается, что в силу традиционной консервативности нефтегазового сектора в целом во всем мире, а также приверженности идее «особого пути развития» в России, данные компании отталкивает неопределенность и новизна процессов, связанных с энергетическим переходом.

Ожидается, что и нефть, и газ по-прежнему будут играть важную роль в энергетике будущего несмотря на то, что мир движется к переходу на чистую энергию. Глобальные запасы нефти имеются еще на около 50 лет при текущих темпах потребления и сейчас находятся на уровне выше, чем 30 лет назад. Соотношение запасов к добыче было относительно стабильным или увеличивалось в течение последних 30 лет из-за разведки и открытия новых запасов и повышения эффективности добычи. По сути, нефть в мире не скоро закончится, и без внешней политики или рыночных сил, направленных на сокращение спроса, энергетический переход не случится из-за ограничения предложения.

В то же время конкурентная динамика секторов радикально изменилась в результате технологической революции. Сочетание методов горизонтального бурения и гидроразрыва пласта позволило добывать нефть и газ в огромных количествах из запасов сланца в Соединенных Штатах. Производство сланца создает конкурентное давление на сектор, поскольку его добыча менее капиталоемка и требует более короткого времени выполнения. Конкурентное давление со стороны сланца может также влиять на мировые

газовые рынки через экспорт сжиженного природного газа. Неопределенный спрос и давление конкуренции со стороны предложения, вероятно, сделают инвесторов более избирательными при разработке новых ресурсов с большими потребностями в капитале, длительными сроками реализации и высокими безубыточными ценами.

Тем не менее, кризис, вызванный новейшим коронавирусом, представляет собой возможность «возродиться заново», то есть перестроить бизнес-процессы для работы на чистой энергии. Влияние пандемии коронавируса на энергетический переход оценивается экспертами по-разному. Полагается, что позитивное влияние пандемии на энергетический переход превысило негативное. Хотя российской экономике карантин нанес значительный ущерб, он послужил стимулом к цифровизации и сокращению транспортных перевозок. Все это непосредственно влияет на энергетический сектор, чье развитие теперь будет подчинено тренду декарбонизации.

3.2 Направления декарбонизации энергетики в России

Одной из ключевых задач России при подходе к декарбонизации энергетического сектора является избежание трудностей, с которыми столкнулись страны, первыми начавшие данный процесс. Основным путем преодоления различного рода трудностей, связанных с занятостью, потерей доходов бюджета и другими, является создание специального фонда. В Евросоюзе успешным примером является фонд восстановления «Следующее поколение ЕС» или Recovery fund «Next Generation EU» [150], который является общим европейским фондом, направленным на восстановление после пандемии, трансформации экономики и создание новых возможностей и рабочих мест. Данный фонд составляет 750 млрд евро и одной из отличительных особенностей является то, что для получения финансирования из данного фонда проект должен отвечать зеленым критериям по энергии, чтобы обеспечить усилия по декарбонизации Европы.

Для России представляется целесообразным также создать фонд для целей декарбонизации, доступ к которому могли бы получить те проекты, которые способствуют сокращению выбросов парниковых газов и развитию возобновляемых источников энергии. Похожие механизмы имеют банки при выдаче зеленых кредитов, что уже начато в России, однако наличие фонда может простимулировать развитие декарбонизации в большем масштабе, а также гарантировать поддержку государства в данном направлении. Крупнейший в мире суверенный фонд Норвегии с активами 1,3 трлн долларов, созданный из отчислений с нефтегазовой ренты, стал направлять свои инвестиции в компании, которые совершают декарбонизацию. Кроме того, он проводит оценку рисков ESG и продал 300 компаний с 2012 года из-за проблем с ESG.

Появляются новые качественные исследования, изучающие риск потери активов в странах, зависящих от ресурсов ископаемого топлива. Например, Калдекотт [56] обсуждает проблемы и возможности, с которыми сталкиваются страны с низкими доходами и страны с формирующейся рыночной экономикой в Латинской Америке и Карибском бассейне, если их ресурсы ископаемого топлива станут «несжигаемыми» из-за ограничений углеродного бюджета. В том же ключе Манли и Каст [136] обсуждают проблемы, стоящие перед странами, находящимися в затруднительном положении, в условиях ограничений «несжигаемого углерода». Они приходят к выводу, что эти богатые ископаемым топливом страны подвержены риску безвозвратной потери ценности своего ископаемого богатства и что они могут проводить политику, которая увеличит их подверженность рискам энергетического перехода и приведет к тому, что они потеряют способность управлять связанными с этими рисками.

Формальные модели начинают применяться для поддержки аналитической работы с заблокированными активами. Блокированными активами (stranded assets) называют те активы, срок полезной службы которых истекает позже, чем они становятся экономически невыгодными и перестают

приносить прибыль. Основным видом таких активов в настоящее время являются ископаемые виды топлива и связанные с ними технологии. Makarov, Chen, Paltsev [134] применили модель экономического прогноза и анализа политики Массачусетского технологического института (MIT) для оценки воздействия Парижского соглашения на экономику России. Исследование моделирует воздействие альтернативных глобальных ограничений выбросов, некоторые из которых основаны на обязательствах по взносам, определяемым на национальном уровне Парижским соглашением, а другие — в которых усилия по смягчению последствий возрастают после 2030 года, чтобы выйти на траекторию с 2°C. Интересно, что в исследовании также моделируются три простых сценария диверсификации, с помощью которых Россия может подготовиться к этим воздействиям. Авторы считают, что Россия может лучше всего смягчить негативное воздействие климатической политики путем диверсификации экономики, перехода на низкоуглеродные источники энергии и инвестирования в развитие человеческого капитала. Инициатива климатической политики [149] исследует влияние энергетического перехода на стоимость портфелей инвесторов, когда активы, связанные с ископаемым топливом, теряют ценность, потому что они остаются в земле, или приносят меньшую прибыль из-за снижения спроса и цен. Они применяют региональные и глобальные экономические модели единого сектора для угля, нефти, природного газа и электроэнергии, чтобы изучить, как снижение стоимости будет распределено между правительствами и инвесторами и между разными странами и как уровень заблокированных активов и их распределение будут зависеть от политики. Они приходят к выводу, что правительства, а не частные инвесторы и корпорации, сталкиваются с большей частью проблемы заблокированных рисков.

Большое количество стран с развивающейся и формирующейся рыночной экономикой умеренно подготовлены к декарбонизации, следовательно, потенциально уязвимы для рисков, связанных с нею. К этой категории относятся многие крупные страны с формирующейся рыночной

экономикой, включая Китай, Индию, Индонезию, Российскую Федерацию, Южную Африку и Украину.

Хотя некоторые из них могут быть нетто-импортерами ископаемого топлива, у них есть крупные топливные добывающие сектора, и их рост обусловлен углеродоемкими энергетиками и промышленностью. Выбор развития, сделанный в настоящее время этими странами, определит их степень будущей подверженности и устойчивости к воздействию энергетического перехода. Они находятся на этапах разработки, которые требуют крупных инвестиций в инфраструктуру с продолжительностью эксплуатации в несколько десятилетий с сопутствующими рисками долгосрочной отмены зависимости от углеродоемких активов. Их успехи в улучшении управления и укреплении институционального потенциала будут определять их способность справляться с внешними потрясениями, вызванными энергетическим переходом.

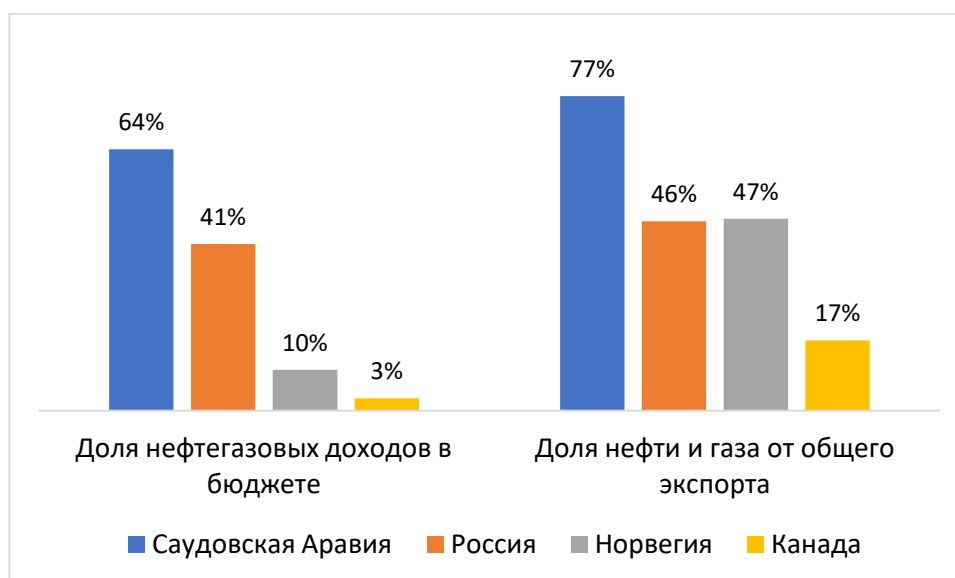
Переход на чистую энергию предполагает прорывные инновации в энергетическом секторе и во всех других секторах экономики. Инновации в области децентрализации, цифровизации и электрификации энергетической системы являются ключом к будущему с использованием возобновляемых источников энергии, и их необходимо лучше учитывать в сценариях перехода к чистой энергии.

Для европейских стран энергетический переход означает не только инновационный прогресс и борьбу с изменением климата, но также и обеспечение энергетической независимости от добывающих стран. Кроме того, действуя как совместное объединение стран, ЕС имеет возможность направить значительные финансовые средства на энергетический переход в рамках единой стратегии и помочь, таким образом, менее энергетически развитым странам-участницам. Литва, Латвия и Эстония уже осуществляют отделение от энергетического кольца БРЭЛЛ с Россией и подключают свои энергосистемы к системам Евросоюза, несмотря на многие инфраструктурные сложности и затраты. Можно сделать вывод, что политическая воля играет

важнейшую роль в осуществлении энергетического перехода, что относится и к странам, нацеленным на борьбу с изменением климата, и к странам, еще рассматривающим пути перехода.

В чем состоит мотивация нефтедобывающих стран в переходе на чистую энергию и как им удастся проводить данный энергетический переход? Такие страны как Норвегия, Саудовская Аравия, Канада с помощью значительного влияния политической воли начали процесс энергетического перехода несмотря на зависимость бюджетов от нефтегазовых поступлений и обширные запасы углеводородов.

Анализ долей нефтегазового сектора в доходах бюджета и в экспорте, представленный на рисунке 17, показывает, что Саудовская Аравия имеет самую большую зависимость от данного сектора. Россия имеет почти равную Норвегии долю нефтегазового сектора в общем экспорте, однако для Норвегии доходы от нефтегазовой отрасли занимают в 4 раза меньшую долю, чем для России.

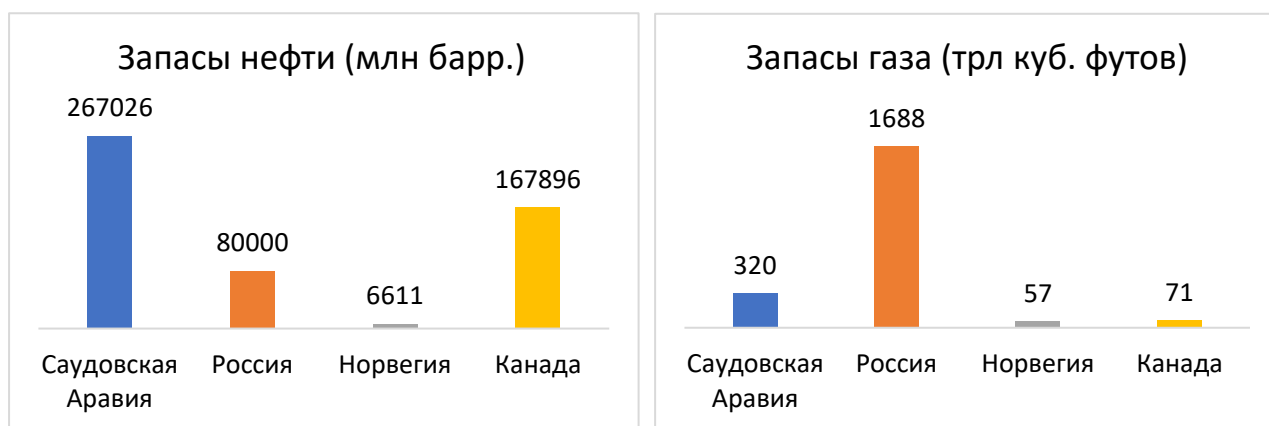


Источник: составлено автором по данным [58; 102; 103; 104; 106; 107; 147].

Рисунок 17 – Доля нефтегазового сектора в доходах бюджета и в экспорте

Данные на рисунке 17 показывают, что нефть и газ занимают около половины объема экспорта *Норвегии*, а данные на рисунке 18 отмечают, что при этом ее запасы данных полезных ископаемых значительно ниже, чем у других рассматриваемых стран. Доходы от нефтегазовой деятельности

позволили Норвегии накопить крупный фонд благосостояния (Глобальный государственный пенсионный фонд, GPF), а также финансировать бюджетный дефицит в экономике. Бюджетное правило Норвегии гласит, что ненефтяной дефицит с поправкой на цикличность («структурный ненефтяной дефицит») должен со временем равняться ожидаемой реальной доходности Фонда. Правило подразумевает справедливое использование нефтяного богатства между поколениями, поскольку расходование реальной прибыли подразумевает сохранение реальной стоимости Фонда нетронутой для будущих поколений.



Источник: составлено автором по данным [125;182].

Рисунок 18 – Запасы нефти и газа, 2019 год

В 2017 году правительство Норвегии объявило, что составление бюджета будет основываться на ожидаемой доходности 3% вместо 4%. «Правило 3%» [154] более надежно обеспечивает справедливость для разных поколений в фонде благосостояния, поскольку в перспективе доходность фонда, вероятно, будет ниже. В 2020 году государственный пенсионный фонд Норвегии – крупнейший суверенный фонд в мире, зафиксировал убыток в 10 млрд долларов, что подтолкнуло его осуществить давнее намерение по прекращению инвестиций в нефтяные и газовые активы, возникшее из-за развития альтернативных источников энергии.

Саудовская Аравия находится на передовой климатических изменений,

вызванных эксплуатацией ее ресурсов. Королевство входит в число стран, наиболее подверженных риску повышения температуры. Продолжающийся рост летней жары может угрожать круглогодичному проживанию на Аравийском полуострове. Например, рекордно высокая температура для королевства 53°C была достигнута в Восточной провинции в 2017 году, превзойдя предыдущий рекорд 52°C в Джидде в 2015 году. Прогнозируется, что среднее потепление в 2040 году в королевстве будет больше, чем в среднем в мире. Другими словами, неадекватные меры по борьбе с изменением климата могут подвергнуть наиболее густонаселенные районы Саудовской Аравии и региона Персидского залива воздействию температур, которые в текущем столетии будут несовместимыми для жизни человека. Кроме того, как крупнейший в мире экспортер нефти, Саудовская Аравия остро уязвима перед любым снижением мирового спроса на сырую нефть и топливо для транспорта на нефтяной основе, что показал нефтяной кризис 2020 года.

Таким образом, климатический и экспортный риски являются главными стимулами для декарбонизации. Королевство может добиться значительного сокращения выбросов углерода, просто перейдя к моделям потребления сырой нефти развитым миром, а именно за счет использования сжигания нефти для его наиболее ценных услуг – транспорта – и в противном случае в качестве несжигаемого сырья для нефтехимического производства. Процессы производства электроэнергии и опреснения воды в королевстве могут выполняться с уменьшенными альтернативными издержками и выбросами углерода за счет использования природного газа или ядерных и возобновляемых технологий.

Одно из главных отличий России от рассмотренных стран, нацеленных на декарбонизацию, является наличие санкций и не спадающий риск увеличения санкционного давления на национальную экономику. В данных условиях совершение трансформации энергетики потребует значительных финансовых и политических ресурсов. Более рациональным путем считается адаптацию к происходящей декарбонизации в мировой экономике с

последующей целью самостоятельного проведения декарбонизации. Российская экономика уже накопила опыт в адаптационной деятельности и принятие новых вводных от изменений в мировой экономике не должно встретить категоричного сопротивления с рациональной точки зрения.

Был разработан поэтапный план, представленный на рисунке 19, который поможет адаптироваться российскому энергетическому сектору к декарбонизации с последующим самостоятельным процессом декарбонизации в будущем. Изложение строится на основе модели черного ящика, где есть входящие и исходящие параметры. Внутри ящика описана система действий по адаптации с элементами и связями между ними.

Первым шагом к декарбонизации энергетической системы должно стать повышение энергоэффективности.

1) Повышение энергоэффективности:

а) Генерация такого же объема энергии с помощью меньшего количества топлива: Угольные электростанции могут производить тот же объем энергии, если обновить старые паровые турбины или заменить новыми высокоэффективными турбинами.

б) Преобразовать угольные станции в газовые станции комбинированного цикла с высокоэффективными газовыми турбинами, которые, в свою очередь, тоже можно обновить или заменить на более эффективные.

с) Использовать цифровые технологии, управляемые собираемыми данными для оптимизации работы станции и увеличить энергоэффективность еще больше.



Источник: составлено автором.

Рисунок 19 – Сценарный подход адаптации российского энергетического сектора к декарбонизации мировой экономики

2) Возобновляемые источники энергии – вторым шагом необходимо развить возобновляемые источники и технологии по хранению и передаче энергии:

а) Увеличить гибкость работы станции и уменьшить потребление топлива с помощью технологий гибких решений – быстрое выключение и включение станции.

b) Технологии по хранению энергии – батареи позволяют создать возможность автономного пуска станции и сбалансировать разность нагрузки, которая возникает из-за колеблющейся генерации из возобновляемых источников.

c) Газовая когенерационная электростанция – может обеспечить эффективное нагревание / охлаждение / технологический пар от тепловых станций с комбинированным производством тепла и электроэнергии.

d) Промышленные тепловые насосы – могут помочь с подключением возобновляемых источников в промышленном масштабе.

3) Улучшение сетей – передача энергии играет большую роль в процессе декарбонизации.

a) Повышение стабильности электросетей – меры включают в себя установку синхронных конденсаторов, которые могут уравновесить колебания мощностей.

b) Повышение гибкости сетей.

Возобновляемые источники энергии, тепловые насосы и батареи могут помочь развитию углеродно-нейтральных децентрализованных гибридных технологий. Однако поддержка от традиционных источников будет все еще необходима, если заряд батарей будет низкий или если погодные условия влияют на генерацию (ветер, солнце).

4) Затем возможно развитие электролизов – данное оборудование превращает избыточную энергию от возобновляемой энергии в водород, который можно хранить в больших объемах. Это создаст новую возможность для использования водорода в газовых турбинах как дополнительный источник энергии, наряду с газом, чтобы больше уменьшить выбросы CO₂. В настоящее время уже существуют маленькие газовые турбины, которые работают только на зеленом водороде (т.е. произведенном с помощью возобновляемых источников).

5) Газовые турбины на зеленом водороде позволят создать безуглеродное децентрализованное оборудование на возобновляемых

источниках. Это может быть сделано с помощью сочетания электролизов и систем для хранения энергии и электрификации на возобновляемых источниках (RE-electrification [120]) в маленьких водородных теплоэлектростанциях.

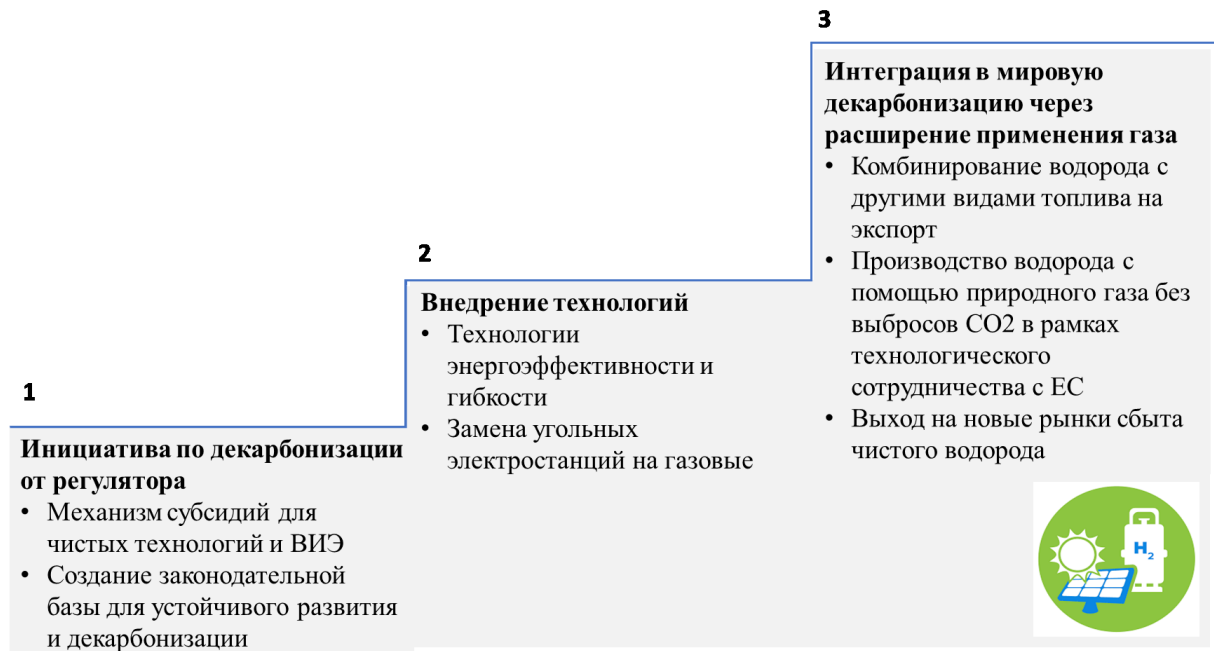
б) Системы хранения энергии становятся неотъемлемой частью новой энергетической системы – краткосрочные решения в виде батарей должны быть заменены на среднесрочные решения для аккумуляирования тепла с использованием тепловых насосов и впоследствии, долгосрочное решение – зеленый водород.

Данные действия приведут к декарбонизации энергетической системы и, как видно, газ играет ключевую роль в переходе на возобновляемые источники полностью. Повышение энергоэффективности зависит не только от используемых технологий, но и от самого объема потребляемой энергии. В России велики потери тепло- и электроэнергии, хотя здания обладают большой способностью к удержанию тепла в отличие от ЕС, где осуществляется реновация зданий [70] с целью их утепления. Проблемой является негибкость энергетической системы и ее сильная централизованность. Цифровые технологии могут помочь в решении этой проблемы, однако на практике их внедрение осложняется нежеланием компаний децентрализоваться и становиться прозрачнее. Как любой монополизированный рынок, российский рынок электроэнергетики подвержен коррупционному риску. Учитывая последствия энергетической реформы 1998-2008 годов, когда рынок в результате был централизован еще больше, возникают опасения по проведению энергетического перехода в виде еще одной реформы. С другой стороны, начатая ПАО «Россети» масштабная кампания по цифровизации является примером того, что крупная организация может взять курс на конкретные изменения, если они поддержаны на государственном уровне. Поскольку были созданы государственные механизмы для развития цифровизации в стране, компании чувствуют уверенность и стабильность при осуществлении вложений в данное

направление. Соответственно, для проведения декарбонизации, необходимо проявления политической воли в ее отношении и поддержка устойчивого развития в целом.

Проявление политической воли в отношении декарбонизации должно основываться на рациональной оценке изменения геополитики в мировом масштабе. С возвращением США в Парижское соглашение в 2021 году повышается вероятность развития темы декарбонизации с новой силой, хотя предыдущий всплеск общественного и политического внимания был только недавно – в связи с падением выбросов CO₂ во время карантинов из-за эпидемии коронавируса. Тогда экономики стран пострадали от временной остановки деятельности многих индустрий, однако другие индустрии пережили взлет и расцвет, что так же принесло вклад в ВВП. Таким образом, резкое изменение способа ведения деятельности и жизни в целом осуществить возможно, но для этого необходим внешний стимул – в данном случае, угроза в здравоохранении. Изменение климата – еще большая угроза, потому что она включает в себя не только угрозу в здравоохранении, но и в других сферах. Срочность данной угрозы уже обоснована во многих исследованиях и роль парниковых газов доказана и принята на международном политическом уровне. Можно относиться к этому как к инструменту политической борьбы между странами – введение новых налогов, зеленых маркировок товаров и т.д., однако отрицать необходимость декарбонизации невозможно. Отказ от использования невозобновляемых источников энергии уже идет не только в развитых, но и в развивающихся странах, которые нацелены совершить энергетический скачок и сразу развиваться по чистому сценарию. Если Россия не сможет использовать возможность создания газовой, а затем водородной системы, то она может быть оставлена позади и развивающимися странами, получающими финансовую и экспертную поддержку от компаний развитых стран. Кроме того, в силу практически монопольного рынка электроэнергетики в России, зарубежные компании не могут принести свои зеленые технологии и продвинуть декарбонизацию.

Решение данных проблем на пути к декарбонизации можно представить схемой, представленной на рисунке 20.



Источник: составлено автором.

Рисунок 20 – Этапы проведения декарбонизации энергетики в России

Таким образом декарбонизация – это беспрецедентный вызов для энергетиков и регуляторов, который существенно отличается по масштабам от прошлых переходов в области энергетики. Широкое распространение возобновляемых источников энергии может поменять вид энергетической системы в будущем за счет таких свойств, как гибкость электросетей, умные датчики, полная электрификация. Разработка и планирование долгосрочной энергетической и климатической политики ставит гораздо более сложные задачи, чем в прошлом. Более чем когда-либо регуляторы и инвесторы должны принимать стратегические, дальновидные решения в области энергетики, учитывающие новые тенденции и неопределенности в технологиях, рынках и политике.

3.3 Перспективы регулирования процесса декарбонизации энергетики

Цели INDC (предполагаемые определяемые на национальном уровне вклады) для России соответствуют базовому сценарию (business-as-usual), где целевой показатель по снижению выбросов парниковых газов на 25-30% ниже уровня 1990 года к 2030 году и будет достигнут без дополнительных политических усилий. В более амбициозных сценариях сокращение выбросов к 2030 году может достичь 38% ниже уровня 1990 года. Однако в настоящее время выбросы парниковых газов России уже находятся на уровне 52% от выбросов в 1990 году. С этой точки зрения, указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» [2] об обеспечении к 2030 году сокращение выбросов парниковых газов до 70% относительно уровня 1990 года можно расценивать как разрешение на увеличение этих выбросов, что противоречит самой цели данного указа.

Таким образом, в настоящее время, ситуация с пониманием темы устойчивого развития и проблемы снижения выбросов парниковых газов на государственном уровне в России достаточно сложная. Учитывая сильную поддержку со стороны государства в других странах в вопросах декарбонизации, в России необходимо создать законодательные административные мощности по адекватному пониманию и развитию устойчивого развития и декарбонизации.

Для анализа энергетического сектора российскими учеными в рамках проекта COMMIT [67] была применена модель TIMES. Генератор моделей TIMES (интегрированная система MARKAL-EFOM) был разработан как часть методологии IEA-ETSAP для энергетических сценариев для проведения углубленного анализа энергии и окружающей среды. Генератор моделей TIMES сочетает в себе два различных и взаимодополняющих подхода к моделированию энергии: технический инженерный подход и экономический подход. TIMES используется для «исследования возможного энергетического

будущего на основе противоположных сценариев» [133]. Результаты модели показали, что снижение выбросов парниковых газов до «целевого показателя 2°C» возможно в России, поэтому цели по снижению выбросов могут быть более амбициозными, чем в указе.

Для успешного создания национальной законодательной базы для декарбонизации можно обратиться к международному опыту и обсудить возможность наднационального регулирования процесса декарбонизации энергетики.

Международное видение декарбонизации с четкими сроками и дифференцированные пути смягчения последствий могут послужить важным руководством для лиц, принимающих решения в энергетике. Это могло бы помочь в устранении барьеров и волатильности, сосредоточив внимание лиц, принимающих решения, на общей задаче, которую необходимо выполнить, чтобы, например, продвинуться вперед в отношении соответствующего технологического развития и введения соответствующих политик. Установление такого руководства на международном уровне кажется особенно целесообразным из-за международной структуры отрасли.

Мировая концепция декарбонизации энергетики с определенными временными рамками может стать более уточненной для национальных субъектов, если будет воплощена в дорожных картах по достижению этой цели. Мировая дорожная карт может быть основаны на национальных и региональных дорожных картах и детализированы. Взятые вместе, эти дорожные карты могут представить комплексное представление о том, как энергетические компании могут трансформировать свои производства и бизнес-модели, сохраняя при этом конкурентоспособность и поддерживая экономическое развитие. Учитывая межрегиональные различия, региональные дорожные карты могут быть особенно необходимыми, принимая во внимание взаимодействие со местным спросом и необходимость повышения эффективности использования ресурсов.

Глобализированный характер энергетики и возникающая в результате

серьезная озабоченность по поводу конкурентоспособности служат убедительным обоснованием для создания международных правил. Такие правила могут принимать форму различных регулирующих инструментов, включая ценообразование на выбросы углерода (налог на выбросы CO₂ или торговля выбросами) или международные правила и / или стандарты. Они могут быть нацелены на производственные процессы (например, ограничения выбросов CO₂ на тонну продукции) или на сторону потребления (ограничение выбросов, включенных в конечный продукт). Последнее позволит избежать дискриминации между отечественным и иностранным производством, но потребует получения надежной информации о выбросах этих производителей. Международные требования к маркировке и информации могут также способствовать циркуляции глобальных потоков энергетических продуктов. В целом, общие правила и стандарты (например, политика закупок, таможенные льготы, схемы маркировки) могут помочь обеспечить более равные глобальные правила игры, способствующие повышению конкурентоспособности в направлении декарбонизации.

Потребность в международных действиях по повышению прозрачности и подотчетности особенно возникает в контексте вышеупомянутого международного регулирования.

Мировое сотрудничество в области финансов и технологий может помочь устранить барьеры, связанные с затратами, капиталовложениями и технологическим риском. Соответствующие международные каналы финансирования и координация национального и транснационального финансирования могут помочь снизить более высокие затраты на инновационные прорывные технологии и другие решения, особенно в развивающихся странах, избегая при этом потенциальной гонки за субсидированием зеленых технологий. Это может касаться как разработки, так и развертывания и распространения таких технологий.

В частности, создание специальных фондов по декарбонизации могут помочь снизить высокие капитальные затраты и риски, связанные с крупными

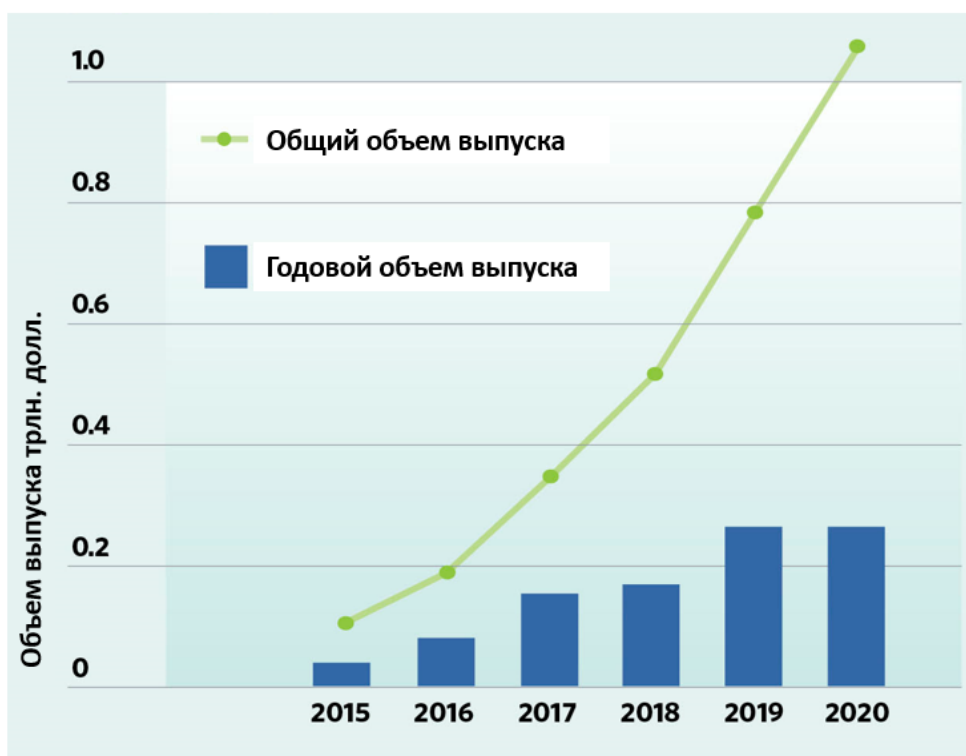
прорывными технологиями. Сотрудничество в области НИОКР и скоординированные международные технологические проекты могут помочь объединить ноу-хау и финансирование из разных стран. Хотя в странах с развивающейся экономикой существует большой потенциал для строительства новых крупных энергетических объектов с низким содержанием углерода, более развитые страны могут стать пионерами технологий, связанных с циркулярной экономикой.

Финансирование декарбонизации в России идет по двум направлениям – зеленые преобразования в государственной собственности и трансформация компаний. Для финансирования преобразований в транспортной сфере могут выпускаться зеленые облигации – на них были закуплены электробусы в Москве [29], предоставляться субсидии на софинансирование затрат и специальные инвестиционные контракты – следует из Концепции по развитию производства электрического автотранспорта, представленной Правительством РФ 23 августа 2021 года [3].

Зеленые облигации – это облигации, выпущенные для финансирования проектов, способствующих улучшению экологии и окружающей, чаще всего, с привлечением возобновляемой энергии и чистых технологий в транспорте, строительстве и переработке. Данные облигации выпускаются в соответствии со принципами «Green Bond Principle» от международной ассоциации ICMA. Они могут быть выпущены как компаниями, так и государством. Существуют также социальные облигации и облигации устойчивого развития. Они менее распространены, но по ним так же применяются принципы от ассоциации ICMA. Социальные облигации направлены на финансирование проектов, связанных с социальной сферой (последние проекты были связаны социальными проблемами, вызванными COVID-19 [162]). Облигации устойчивого развития финансируют проекты, комбинирующие характеристики зеленых и социальных проектов. Первые зеленые облигации были выпущены в 2007 году. Европейский инвестиционным банком, а в 2013 году были выпущены первые корпоративные зеленые облигации

шведской компанией Vasakronan. Однако активный выпуск начал происходить с 2014 года, и эта динамика подкреплена заключением Парижского соглашения в 2015 году. Объем выпуска зеленых облигаций в мире достиг 269,5 млрд долларов в 2020 году, при этом наблюдался непрерывный рост объемов с 2015 года [123]. Общий объем выпуска зеленых инструментов по годам представлен на рисунке 21.

Создание государственных фондов играет большую роль в стимулировании использования технологий по энергоэффективности и сокращению выбросов парниковых газов, поскольку можно установить критерии получения финансовых средств, отвечающие зеленым стандартам. В настоящее время это активно используется в Евросоюзе, где только для сектора строительства создано 4 фонда, чью поддержку проект может получить только при условии осуществления реновации для повышения энергоэффективности зданий или строительства зеленого здания (энергоэффективного и с минимальными выбросами CO₂) [91].



Источник: составлено автором по данным [123].

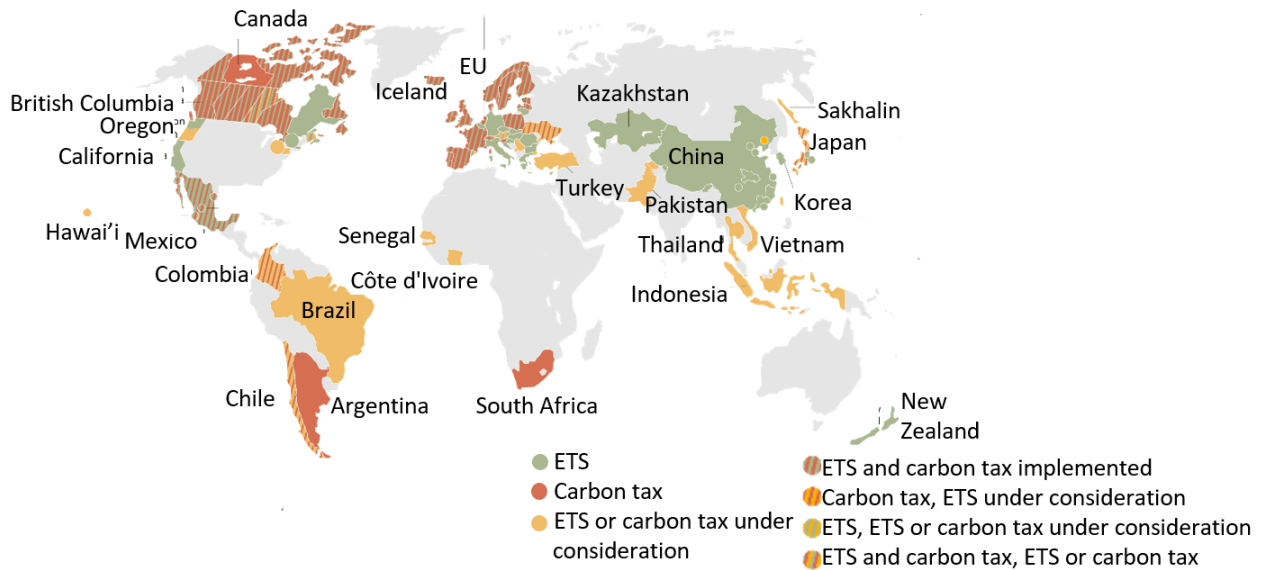
Рисунок 21 – Объем выпуска зеленых инструментов: зеленых облигаций, зеленых займов, сукук и зеленые ценные бумаги, обеспеченные активами (ABS – asset-based securities)

Кроме того, европейские банки (Zürcher Kantonalbank [81], Raiffeisen [53], UBS [142]) предлагают уменьшенную процентную ставку по кредиту для строительства, если проект заемщика соответствует критериям энергоэффективности.

Однако наиболее рыночным инструментом для финансирования декарбонизации выступает создание ценообразования на углерод – то есть установка цены на тонну выбросов эквивалента CO₂. Цена устанавливается в ходе торгов сертификатами/разрешениями на выброс тонны CO₂. Принцип работы углеродного рынка называется cap-and-trade: государство устанавливает порог (cap) по выбросам CO₂ для компаний, работающих на его территории – это общее ограниченное количество выбросов, которое все можно производить ежегодно. Чтобы простимулировать декарбонизацию и снижение выбросов, государство ежегодно уменьшает данный порог на определенный процент (в Европейском Союзе уменьшающий фактор на 2021-2030 годы – 2,2%). В пределах данного порога компании покупают или получают бесплатно сертификаты/разрешения на выбросы от государства в том объеме, который покрывает их выбросы. Если в конце года компании выявляют у себя недостаток сертификатов/разрешений, то они могут купить их на аукционе или у других компаний. Если у них есть избыток, то они могут продать другим компаниям и на аукционе или оставить его у себя на будущее. Государство может направить вырученные средства от продажи сертификатов/разрешений в фонды, которые финансируют проекты по декарбонизации. Пример: немецкий фонд «Energy and Climate Fund», финансируемый доходами от европейской системы торговли выбросами EU ETS.

Кроме того, государство может установить налог на выброс тонны CO₂, что является менее гибким инструментом, однако в какой-то мере отображает цену за выбросы. Данные инструменты – углеродный рынок и налог на углерод уже получили развитие в 45 национальных и

35 субнациональных юрисдикций [173], что показано на рисунке 22, включая Казахстан и Украину.

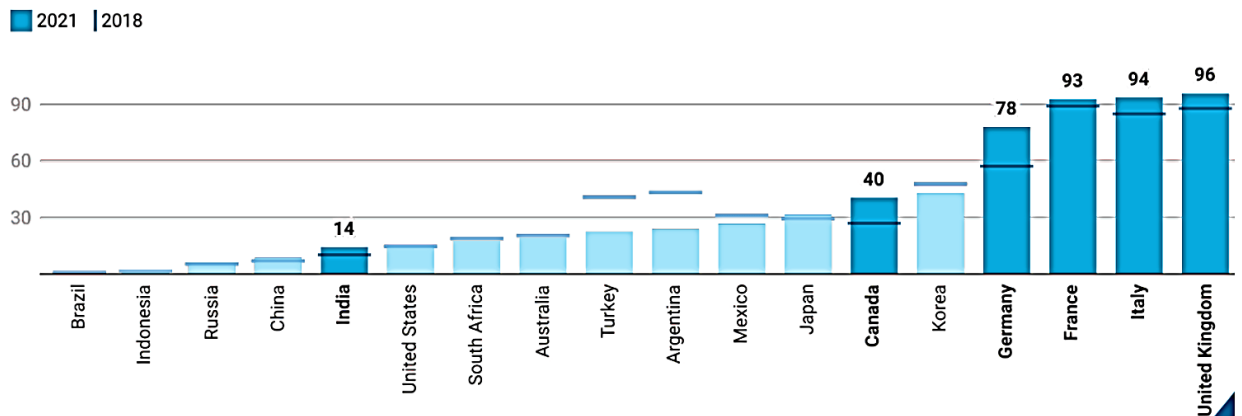


Источник: [173].

Рисунок 22 – Страны, применяющие углеродный налог и углеродный рынок

Стоит отметить, что цены на углерод и величины налогов разных стран значительно различаются по миру – начиная от налога в 14 евро в Индии, 40 евро рыночной цены в Канаде и 96 евро в Великобритании. Цены на углерод и величина налога в странах на конец 2021 года представлены на рисунке 23.

Average effective carbon rate, by country, EUR/tCO₂



Источник: [173].

Рисунок 23 – Цены на выбросы CO₂ в странах на 2021 год, евро

Создание углеродного рынка в стране требует продолжительного времени для проведения пилотных проектов на отдельных территориях. Так,

в 2013 году Китай создал 7 пилотных проектов в развитых регионах и через 8 лет представил национальный углеродный рынок [62]. Углеродный рынок также может встретить сопротивление со стороны производителей из углеродоемких секторов, которым, например, в рамках европейского углеродного рынка были выданы сертификаты/разрешения на выбросы на бесплатной основе. Со временем бесплатный объем должен сокращаться, однако для проведения постепенной декарбонизации предполагается, что этот процесс займет несколько лет. В ЕС углеродоемкие сектора все еще получают бесплатные разрешения на выбросы в объеме 30% от их общих выбросов, а некоторые, склонные к «утечке углерода», получают их в объеме 100% от выбросов [87].

П р и м е ч а н и е – Утечка углерода — это процесс переноса производства из юрисдикций со строгим климатическим регулированием, которое финансово отягощает производителя, в юрисдикции с менее строгим или отсутствующим климатическим регулированием.

Как было упомянуто, создание углеродного рынка нацелено на сокращение выбросов в компаниях, что, в основном, предполагает повышение энергоэффективности и переход на возобновляемые виды энергии. Поскольку данный инструмент – углеродный рынок – является сложным и затратным по времени механизмом для внедрения, государство также может представить инструмент зеленых займов.

Зеленые займы, как и зеленые облигации, направлены на финансирование проектов, оказывающим положительное влияние на окружающую среду. Добровольные принципы зеленых займов («Green Loan Principles»), выпущенные в 2018 году Ассоциацией по долговому рынку (LMA) содержат примерный список видов зеленых проектов, под которые может быть выдан зеленый займ. В 2020 году объем выпуска зеленых займов в мире составил 80,3 млрд долларов [54]. Выдача зеленого займа предполагает более низкий риск для банка и более низкую ставку по кредиту для заемщика, которая также может быть снижена в случае достижения определенных

экологических целей в рамках финансируемого зеленого проекта. В России процесс выдачи зеленых займов уже начался и в 2020 году несколько компаний получили займы, условия которых привязаны к факторам ESG – например, металлургические компании Полиметалл и Металлоинвест и производитель алюминия Русал [31]. Займы были выданы иностранными банками, поскольку в российском банковском секторе еще не представлено полноценное регулирование рынка зеленых займов. В 2021 году ЦБ России и ВЭБ начали работу над созданием методики оценки зеленых проектов для таких займов и другими аспектами таксономии [34].

Ландшафт мирового управления климатом в рамках энергетического относительно невелик. Международные организации, которые влияют на декарбонизацию энергетического сектора выделены в результате проверки существующих баз данных международных/транснациональных организаций, связанных с климатом. Институционального комплекса по декарбонизации энергетики нет, но управление рассредоточено среди международных институтов. В сфере управления доминируют межправительственные учреждения. Некоторые созданы органами ООН, включая Рамочную конвенцию ООН об изменении климата и ее Парижское соглашение (РКИК ООН / ПА), Международное энергетическое агентство (МЭА), Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), Организацию Объединенных Наций по промышленному развитию (ЮНИДО), Всемирная торговая организация (ВТО), Mission Innovation / Breakthrough Energy Coalition, Группа двадцати (G20) и Всемирный банк и другие многосторонние банки развития (МБР), такие как Африканский банк развития, Азиатский банк развития, Межамериканский банк развития, Европейский банк реконструкции и развития и Европейский инвестиционный банк.

Сфера компетенции выявленных межправительственных организаций, как правило, намного шире, чем смягчение воздействия парниковых газов от энергетического сектора (и даже изменение климата). Только РКИК ООН / ПА

и, в несколько меньшей степени, Mission Innovation, которая была создана в 2015 году как межправительственная платформа, состоящая из 22 стран и Европейского союза (ЕС) с целью ускорения глобальных инноваций в области чистой энергии сосредоточены на управлении климатом. МЭА, ЮНИДО, ЮНЕП, Всемирный банк (и другие МБР) и «Группа двадцати» реализуют соответствующие инициативы в рамках своего гораздо более широкого портфеля деятельности.

В целом, все международные институты, имеющие отношение к декарбонизации энергетического сектора, имеют гораздо более широкую направленность и полномочия. Меньшинство учреждений уделяет большое внимание энергетике и / или изменению климата (UNFCCC / PA, Mission Innovation, CSI, ICCA, ResponsibleSteel). За исключением Mission Innovation и ResponsibleSteel, все институты в сфере управления существуют не менее 20 лет, а в некоторых случаях – гораздо дольше (ЮНИДО, Всемирный банк, МЭА, ЮНЕП).

Главный международный институт, предоставляющий общий сигнал к декарбонизации энергетического сектора является Парижское соглашение. Соглашение устанавливает целевой температурный показатель 2/1,5°C и цель поэтапного прекращения чистых выбросов парниковых газов во второй половине XXI века, четко указывая на необходимость полной декарбонизации. «Совместное заявление о намерениях» членов соглашения, направленное на сокращение выбросов парниковых газов на 20-25% ниже обычного уровня к 2030 году, оставалось без обязательств. Потенциал международных организаций по установлению соответствующих правил, которые подтолкнули бы энергетический сектор к декарбонизации и решению связанных с этих проблем конкурентоспособности, практически не использовался. Лишь очень немногие учреждения приняли соответствующие правила. Парижское соглашение требует, чтобы его стороны имели среднесрочные планы действий по борьбе с изменением климата в форме «определяемых на национальном уровне вкладов» и разрабатывали

долгосрочные стратегии развития с низким уровнем выбросов парниковых газов. Однако даже страны G20 не приблизились к установлению эффективных международных лимитов выбросов и / или ценообразования на выбросы углерода.

Существующие международные организации также едва поддержали прозрачность и подотчетность декарбонизации энергетики. Из существующих – это прежде всего, UNFCCC / РА, которые используют фундаментальную систему прозрачности, включая регулярную отчетность и учет выбросов парниковых газов. Аналогичным образом, ИССА разработала руководящие принципы для своих членов по оценке и отчетности по предотвращенным выбросам парниковых газов.

Потребуется дальнейшие и более широкие усилия для обеспечения достаточной прозрачности будущих международных правил, для поддержки мониторинга и реализации и противодействия их несоблюдению. Поскольку таких международных правил нет, неудивительно, что механизмы прозрачности и подотчетности в лучшем случае только зарождаются. Они могли бы опираться на обширный опыт работы с соответствующими крупными точечными источниками из внутренних систем торговли квотами на выбросы, таких как торговая система выбросами ЕС.

Внедрение средств реализации стало одним из основных направлений деятельности данных международных организаций. Некоторые из них предоставили соответствующее финансирование, в том числе РА UNFCCC (особенно через свой Зеленый климатический фонд), Всемирный банк (и другие МБР), ЮНИДО и Коалицию за инновации / прорыв в области энергетики. В рамках Зеленого климатического фонда обычно имеют право на участие проекты и программы по декарбонизации энергетики в развивающихся странах. Всемирный банк (и другие МБР) профинансировали многочисленные проекты, нацеленные на развитие энергетики в развивающихся странах. Аналогичным образом ЮНИДО оказывала ограниченную поддержку проектам, направленным на повышение

эффективности использования энергии и более чистых промышленных процессов. Миссия Innovation сосредоточена на стимулировании инвестиций частного сектора в трансформирующие экологически чистые энергетические технологии. В поддержку Mission Innovation Коалиция Breakthrough Energy Coalition мобилизовала капитал частных инвесторов и финансовых институтов для разработки, продвижения на рынок и масштабирования прорывных энергетических технологий.

Знания и обучение стали еще одним центром деятельности международных институтов, управляющих декарбонизацией энергетики. Большинство организаций способствовали распространению знаний и обучения посредством отчетов, сбора и анализа данных или обмена / встреч. Помимо предоставления данных о выбросах, ПА РКИК ООН, в частности, внесла свой вклад через свой Исполнительный комитет по энергетике, который подготовил соответствующие документы и отчеты и организовал диалоги. Помимо проведения семинаров и семинаров с участием заинтересованных сторон энергетики, МЭА предоставило анализ, технологические дорожные карты, моделирование и данные по энергетике, в том числе в его ежегодных отчетах о перспективах энергетических технологий и регулярном энергетическом обзоре. Имплементационные соглашения МЭА стали основой для обмена исследованиями передовых технологий и заполнения существующих пробелов в исследованиях. ЮНЕП и ЮНИДО аналогичным образом подготовили соответствующие отчеты и данные и поддержали исследования низкоуглеродных стратегий в энергетике. ЮНИДО служила общей платформой для обмена знаниями для государств-членов, в том числе через такие механизмы, как Венский энергетический форум. Компания Mission Innovation также способствовала обмену соответствующими знаниями и проводила семинары и диалоги с заинтересованными сторонами. Всемирный банк собрал вместе заинтересованные стороны по аналогичным вопросам, а также предоставил соответствующие данные.

Несмотря на то, что эта бурная деятельность внесла значительный вклад в международные знания о декарбонизации энергетики (тем самым дополняя и усиливая национальные, частные и двусторонние механизмы), она также оставила без внимания важные вопросы. В частности, не хватало усилий по расширению знаний о глобальных цепочках поставок и добавленной стоимости. Кроме того, остается неиспользованным потенциал для содействия трансграничному изучению политик и практик для продвижения и стимулирования инноваций, а также для координации соответствующей деятельности между учреждениями.

Хотя глобальное управление не является окончательным решением проблемы, оно имеет большой потенциал для содействия декарбонизации энергетики во всем мире. Международная концепция декарбонизации и соответствующие дорожные карты могут послужить важным руководством для этой отрасли в ее будущей ориентации.

Международные правила могут помочь в решении проблем конкурентоспособности, служить для координации стимулирования инвестиций в прорывные технологии и способствовать расширению применения новых технологий. Сотрудничество с международными организациями может также улучшить координацию усилий в области НИОКР и объединить ресурсы для разработки и передачи новых прорывных технологий и других решений, необходимых для поэтапного отказа от выбросов парниковых газов в энергетике.

Этот высокий потенциал глобального управления до сих пор остается в значительной степени недооцененным. Число соответствующих международных организаций ограничено, и нет центрального международного института, регулирующего энергетику и ее декарбонизацию. Твердого международного видения декарбонизации для декарбонизации энергетики и связанных общих правил по-прежнему не хватает. Для этого необходимо конкретизировать общее видение климатической нейтральности Парижского соглашения. Более того, общие правила, цели и дорожные карты

не были разработаны в сколько-нибудь значительной степени, а координация усилий в области НИОКР остается на начальной стадии. Кроме того, существует дополнительный потенциал для активизации глобального управления для обеспечения средств реализации (финансы и технологии) и развития знаний и обучения. Несмотря на то, что существует несколько каналов международной поддержки новых прорывных технологий (включая Всемирный банк и другие МБР, Mission Innovation и связанную с ними Breakthrough Energy Coalition, а также Зеленый климатический фонд РКИК ООН / ПА), уровень оказываемой поддержки остается недостаточным для эффективного продвижения энергетического сектора к декарбонизации. Помимо этого, существует важный дополнительный потенциал для улучшения продвижения международных знаний и обучения существующими международными организациями (включая ЮНЕП, МЭА, CSI / GCCA и другие).

Существует нехватка глобального управления для мобилизации потенциала международных институтов для декарбонизации энергетического сектора. Это поднимает вопрос, как этот потенциал может быть использован более полно, особенно в отношении функций задания направления развития и установления правил.

Можно рассмотреть две основные модели для продвижения глобального климатического управления энергетикой, чтобы обеспечить выполнение функций руководства, сигналов и установления международных правил.

Возможны три основные модели глобального климатического управления энергетикой, которые позволят обеспечить выполнение функций руководства и установление международных правил в этой сфере.

1) создание *единого центрального учреждения*, которое могло бы координировать решение проблемы декарбонизации энергетики в целом. Поскольку производство и потребление относительно сконцентрированы, потребуется участие ограниченного числа стран и компаний с

существующими глобальными отраслевыми ассоциациями в качестве потенциально полезных сторон для участия в решении проблем декарбонизации.

2) *инициативы и международные «клубы» государств*, задействованных в конкретных подсекторах энергетики, могут способствовать масштабированию конкретных видов энергии и решать возникающие проблемы, связанные с политической неопределенностью, разделением рисков по внедрению новых технологий, а также способствовать созданию новых глобальных рынков (например, рынки водорода). Часть этих функций уже выполняют Инициатива по путям декарбонизации государств Евросоюза (Decarbonization Pathways Initiative), Инициатива по переходу на чистую энергию углеродоемких регионов (DeCarb Europe initiative), Инициатива по озеленению электросетей АСЕАН (Greening ASEAN Power Grid Initiative), Транснациональный клуб по декарбонизации сталелитейной индустрии (Transnational Decarbonization Club for the Steel Industry).

3) *комплексная (смешанная) модель*, в рамках которой наднациональное центральное учреждение могло бы координировать работу в целом, сосредотачивая свои усилия на решении общих для всех подсекторов энергетики проблем; тогда как международные «клубы» государств могли бы учитывать особенности того или иного подсектора, работая каждый в своей сфере. Выдвигаемые ими инициативы могли бы осуществляться под эгидой центрального учреждения по декарбонизации энергетики (например, по такой модели работает Европейское энергетическое агентство (European Energy Agency), объединяющее 25 европейских энергетических агентств с целью кооперации государств и других участников энергетического сектора Европы).

Заключение

Глобально мир стремится перейти на путь декарбонизации, чтобы достичь углеродной нейтральности и сдержать изменение климата. Изменение климата является главной угрозой мировой экономике и человечеству в целом. Непредсказуемость и разрушительность его последствий дорого обходится как государствам, так и компаниям, не резистентным к климатическим изменениям. Декарбонизация энергетического сектора является первостепенной задачей государств, вставших на путь устойчивого развития.

В настоящее время тема устойчивого развития набирает обороты как никогда стремительно и действительно может стать спасательным направлением в кризисное время из-за пандемии COVID-19 и изменения климата. По данным мета-анализа исследователей NYU Stern Center for Sustainable Business и Rockefeller Asset Management была обнаружена позитивная связь между показателями ESG и финансовыми результатами компании [187], что означает, что ориентированные на устойчивое развитие компании оказались более финансово успешными благодаря комплексному управлению показателями по экологии, социальной сфере и корпоративному управлению и этике. Отчет [144] банка HSBC представил анализ изменений акций компаний в течение кризиса коронавируса, где сделан вывод о том, что акции компаний, сфокусированных на изменении климата и проблемах ESG превзошли акции других компаний на 7% в декабре и феврале, когда вирус начал свое резкое распространение и вызвал панику на финансовых рынках. Таким образом, для компаний проведение декарбонизации и путь устойчивого развития означает повышение надежности и запаса прочности на случай кризисов, а также улучшение финансовых показателей.

Для государств декарбонизация имеет гораздо более широкой значение. Учитывая ее глобальный характер, сфера международных отношений имеет достаточно сильное влияние на развитие декарбонизации во многих странах, особенно энергоемких. Это влияние выражается

через 3 основных направления: международные климатические и зеленые стандарты/законодательство, международная торговля, международные институты. Поскольку все эти направления ускоренно развиваются в настоящее время, вопрос унификации и справедливой декарбонизации стоит особенно остро. Очевидно, что энергоемкие, а также развивающиеся страны не имеют объективной возможности совершить энергопереход в короткие сроки без ущерба для своей экономики.

Основной климатической целью является снижение выбросов парниковых газов. Сектор энергетики выделяет основную долю от общих выбросов и поэтому изменения в данном секторе являются первым шагом к достижению снижения выбросов. Эти изменения объединены под термином энергетического перехода – трансформации в сторону чистой энергии. В настоящем исследовании были изучены понятия энергетического перехода и декарбонизации. Данные понятия стали использоваться в научной литературе относительно недавно, в особенности понятие декарбонизации, поэтому был необходим теоретический анализ в силу отсутствия единых утвержденных определений данных понятия. Автором предлагаются расширенные определения декарбонизации и энергетического перехода для использования в экономическом понимании с выделением важности энергетики в данных процессах.

Изложены и проанализированы подходы к энергетическому переходу в науке – подход многоуровневой перспективы, подход системы технологических инноваций, стратегическое нишевое управление и управление трансформациями. Были выделены текущие масштабные тренды по цифровизации и диверсификации, которые влияют на энергетический переход. Было определено, что представляет собой энергетический сектор и какие виды деятельности включаются в него; как компании данного сектора относятся к декарбонизации и какие меры они предпринимают.

Необходимость в адаптации к мировым изменениям и кооперации между странами нарастает тем больше, чем сильнее обостряется проблема

изменения климата. Переход к чистой энергии является уже не только долгосрочным вектором развития, а становится единственным направлением развития для одних стран и насущной проблемой, угрожающей другим странам. Декарбонизация требует не только внедрения новых технологий по выработке энергии из возобновляемых источников, она сталкивается с проблемой рентабельности и быстрой окупаемости, что требует действий со стороны регулятора, который бы стимулировал распространение данных технологий и других мер, способствующих декарбонизации. Учитывая комплекс влияющих факторов, проблем в различиях политических целей и технологических сложностей, регулятору сложно охватить масштаб предстоящей трансформации. Поэтому в данном исследовании предлагается создание плана действий и модель по пониманию, как должна происходить декарбонизация энергетического сектора в России. Нарратив по изменениям в энергетике существует многие годы – призывы отойти от нефтяной зависимости и диверсифицировать экспорт нефтяных продуктов в сторону более сложных продуктов, а не сырой нефти. Соответственно, внимание к энергетике и значительная доля государственного регулирования данной сфере были всегда. Поэтому полагается, что проведение трансформации, которая жизненно необходима для выживания российских нефтегазовых экспортеров, должно выйти на первый план предстоящих изменений. Декарбонизация предполагает постепенное сокращение доли углерода при производстве, а не полный отказ нефти и газа, что, во-первых, невозможно на данном временном этапе, во-вторых, можно использовать различные инструменты «озеленения» деятельности, использующей невозобновляемые источники энергии. Таким образом, энергетический сектор, являясь локомотивом экономики, требует пристального внимания регулятора для начала проведения структурной трансформации – декарбонизации, которая поможет остаться России важным игроком на мировых рынках.

Список литературы

Нормативные правовые акты

1. Российская Федерация. Законы. «Об ограничении выбросов парниковых газов»: федеральный закон [принят Государственной Думой 1 июня 2021 года]. – Официальный интернет-портал правовой информации. – Текст : электронный. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031> (дата обращения: 21.01.2022).

2. Указ Президента Российской Федерации от 04.11.2020 № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов". – Текст : электронный. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011040008> (дата обращения: 21.01.2022).

3. Правительство Российской Федерации. Распоряжение от 23 августа 2021 г. № 2290-р. – Официальный сайт Правительства Российской Федерации. – Текст : электронный. – URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf> (дата обращения: 21.01.2022).

4. Российская Федерация. Проект Федерального закона "О публичной нефинансовой отчетности (подготовлен Минэкономразвития России) (не внесен в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 18.05.2018). – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=PRJ&n=172090#07744676292027728> (дата обращения: 21.01.2022).

5. Резолюция Генеральной Ассамблеи 71/313. Работа Статистической комиссии, связанная с деятельностью по осуществлению Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, A/RES/71/313: [Принята Генеральной Ассамблеей 6 июля 2017 года]. – Текст : электронный. – URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/71/313> (дата обращения: 21.01.2022).

6. Резолюция Генеральной Ассамблеи 70/1. Работа Преобразование

нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года, A/RES/70/1: [Принята Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года]. – Текст : электронный. – URL: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R (дата обращения: 21.01.2022).

Книги, монографии

7. Бабурин, С.Н. Глобализация в перспективе устойчивого развития: монография / С.Н. Бабурин, М.А. Мунтян, А.Д. Урсул; РГТЭУ. – Москва : Магистр: ИНФРА-М, 2011. – 496 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-9776-0204-4.

8. Денежно-кредитное регулирование в России и ЕС = Monetary regulation in Russia and the EU : монография / А.И. Бажан [и др.]; ответственный редактор А.И. Бажан. – Москва : Институт Европы РАН, 2020. – 102 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-98163-157-3.

9. Звонова, Е.А. Влияние глобализации для формирования российского финансового рынка : монография / Е.А. Звонова – Москва : КноРус, 2021. – 249 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-406-06467-2.

10. Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р.К. Пачаури, Л.А. Мейер. – Женева, Швейцария, 2014. – 163 стр. – ISBN 978-92-9169-443-3.

11. Первый доклад МГЭИК по оценке изменения климата. Общий обзор и краткое резюме для лиц, определяющих политику и Дополнение 1992 г. к докладу МГЭИК / Межправительственная группа экспертов по изменению климата. – Канада, 1992. – 168 с. – ISBN 0-662-02377-3.

12. Пищулов, В.М. Глобальная экология – экономика и финансы : монография / В.М. Пищулов. – Москва : ИНФРА-М, 2018. – 310 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-16-016616-2.

13. Повышение эффективности отечественной промышленности в модели устойчивого развития : коллективная монография / под редакцией

М.Я. Веселовского, И.В. Кировой, А.В. Никоноровой. - Москва : Научный консультант, 2015 - 252 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-99059375-6.

14. Рубцов, Б.Б. «Зеленые финансы» в мире и России : монография / Рубцов Б.Б. – Москва : Русайнс, 2020. – 176 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-4365-8218-4.

15. Сильвестров, С.Н. Проблемы институциональной адаптации российской экономики к кризисогенному развитию мировой экономики // Социально-экономическое развитие в эпоху глобальных перемен: коллективная монография. – Тверь, 2020. – Том 1. – 300 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-7609-1567-2.

16. Современная архитектура финансов России. монография / под редакцией М.А. Эскиндарова, В.В. Масленникова. – Москва : Когито-Центр, 2020. – 488 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-89353-602-7.

17. Судьин, К.Н. Инструменты устойчивого развития Северных территорий: опыт региональных исследований: монография / К.С. Судьин, С.И. Мутовин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. – 134 с. – 300 экз. – ISBN 978-5-7638-2998-3.

Статьи

18. Абрамова, М.А. Об основных направлениях единой государственной денежно-кредитной политики на 2020 год и период 2021 и 2022 годов: мнение экспертов Финансового университета / М.А. Абрамова, С.Е. Дубова, Е.А. Звонова [и др.] // Экономика. Налоги. Право. – 2020. – № 13 (1). – С. 6-19. – ISSN 1999-849X.

19. Бажан, А.И. Пограничный корректирующий углеродный механизм ЕС: статус, риски и возможный ответ / А.И. Бажан, С.А. Рогинко // Аналитические записки Института Европы РАН. – 2020. – № 44 (227). – С. 1-13. – DOI: <http://doi.org/10.15211/analytics442020>.

20. Глебова, А.Г. Финансирование «зеленых» инфраструктурных проектов: мировой опыт / А.Г. Глебова, А.А. Белавина, Е.И. Воронкова //

Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 11 (124). – С. 838-841. – ISSN 1999-2300.

21. Данеева, Ю. Цифровизация в нефтегазовом секторе на пути к устойчивому развитию / Ю. Данеева // Финансовая экономика. – 2019. – № 11. – С. 120-123. – ISSN 2075-7786.

22. Порфирьев, Б.Н. Проблемы и перспективы развития альтернативной энергетики на современном этапе модернизации мировой и российской экономики / Б.Н. Порфирьев, С.А. Рогинко // В книге: Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики: тенденции и перспективы. Сборник научных трудов. – Москва, 2016. – С. 10-37. – ISBN 978-5-9908932-3-8.

23. Рогинко, С.А. Российская нефтяная промышленность и парижское соглашение: вызовы и риски / С.А. Рогинко, Г.И. Шмаль // Нефтяное хозяйство. – 2019. – № 9. – С. 50-55. – ISBN 0028-2448.

24. Современные тренды в мировой экономике и мировых финансах : сборник статей / под редакцией Е.А. Звоновой, Н.В. Сергеевой – Москва : Русайнс, 2020. – 413 с. – ISBN 978-5-4365576-1-8.

Электронные ресурсы

25. KPMG оценила ущерб для России от введения углеродного налога в ЕС // РБК. – 2020. Текст : электронный. – URL: <https://www.rbc.ru/business/07/07/2020/5f0339a39a79470b2fdb51be> (дата обращения: 19.01.2022)

26. Виктория Абрамченко и Александр Новак провели совещание по актуальным вопросам климатической стратегии и низкоуглеродной экономики // Официальный сайт Правительства Российской Федерации. Пресс-релиз. – 2021. Текст : электронный. – URL: <http://government.ru/news/41577/> (дата обращения: 19.01.2022).

27. Кофнер, Ю. Эффекты введения налога на диоксид углерода в

ЕАЭС: только плюсы / Ю. Кафнер // Российский Совет по Международным Дела́м. – 2020. Текст : электронный. – URL: <https://russiancouncil.ru/blogs/GreaterEurasia/effekty-vvedeniya-naloga-na-dioksid-ugleroda-v-eaes-tolko-plyusy/> (дата обращения: 19.01.2022).

28. МГЭИК. Заключительная часть Пятого оценочного доклада: Изменение климата грозит необратимыми и опасными воздействиями, однако существуют варианты по ограничению его последствий / МГЭИК // Пресс-релиз. – 2014. – Текст : электронный. – URL: https://archive.ipcc.ch/pdf/ar5/prpc_syr/11022014_syr_copenhagen_ru.pdf (дата обращения: 11.09.2019).

29. Москва закупит 400 электробусов по контрактам жизненного цикла // Официальный сайт Мэра Москвы. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.mos.ru/news/item/94800073/> (дата обращения: 19.01.2022).

30. Организация Объединенных Наций. Цели устойчивого развития // официальный сайт ООН. – Текст : электронный. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 01.08.2021).

31. Павлова, Т. Почему банки – основной игрок в сфере устойчивого развития / Т. Павлова // Ведомости. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.vedomosti.ru/partner/articles/2021/06/01/872318-zelenie-dengi> (дата обращения: 19.01.2022).

32. Саммит по вопросам климата // Официальный сайт Президента Российской Федерации. Пресс-релиз. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/65425> (дата обращения: 19.01.2022).

33. Сбер и Сахалин объединят усилия в декарбонизации // Официальный сайт губернатора и Правительства Сахалинской области. Пресс-центр. – 2021. – Текст : электронный. – URL: [https://sakhalin.gov.ru/index.php?id=105&tx_ttnews\[tt_news\]=17395&cHash=95875519c808f8fd38892f6a4ccc32c3&fbclid=IwAR33t9nu65ZgdSkIMcJFp35dz6A1T1Vqkf3AVyKILAmjtuwhxms5bjtY21k](https://sakhalin.gov.ru/index.php?id=105&tx_ttnews[tt_news]=17395&cHash=95875519c808f8fd38892f6a4ccc32c3&fbclid=IwAR33t9nu65ZgdSkIMcJFp35dz6A1T1Vqkf3AVyKILAmjtuwhxms5bjtY21k) (дата обращения: 19.01.2022).

34. Соболев, М. «За хорошее, устойчивое поведение»: какие льготы от банков могут получить «зеленые» компании / М. Соболев // Газета.ру. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.gazeta.ru/business/2021/05/21/13602680.shtml> (дата обращения: 19.01.2022).

35. Углеродный вызов российским экспортерам // BCG. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/press/29july2020-carbon-challenge-to-russian-exporters> (дата обращения: 19.01.2022).

Источники на иностранном языке

36. 91/565/EEC: Council Decision of 29 October 1991 concerning the promotion of energy efficiency in the Community (SAVE programme) // Official Journal of the European Communities. – 1991. – № 307. – P. 34 -36. – ISSN 1977-0677.

37. 93/500/EEC: Council Decision of 13 September 1993 concerning the promotion of renewable energy sources in the Community (Altener programme) // Official Journal of the European Communities. – 1993. – № 235. – P. 41-44. – ISSN 1977-0677.

38. Abdallah, L. Evaluation of CO₂ emission from Egypt's future power plants / L. Abdallah, T. El-Shennawy // Euro-Mediterr J Environ Integr. – 2020. – № 5 (49). – DOI <https://doi.org/10.1007/s41207-020-00184-w>.

39. AGEB. Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) von 1990 bis 2017 (in TWh) Deutschland insgesamt //AG Energiebilanzen e. V. - 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.ag-energiebilanzen.de> (дата обращения 19.01.2022).

40. Åhman, M. Decarbonizing industry in Sweden – An assessment of possibilities and policy needs / M. Åhman, A. Nikoleris, L.J. Nilsson // IMES/EES Report № 77). – Lund : Lund University. – 2012. – 59 p. – ISBN 978-91-86961-03-9.

41. Ayers, A. Sudan's uncivil war: the global–historical constitution of political violence / A. Ayers // Review of African Political Economy – 2010. –

P. 153-171. – DOI : 10.1080/03056244.2010.483888.

42. Alshehry, A. Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth: the case of Saudi Arabia / A. Alshehry, M. Belloumi // *Renew Sustain Energy Rev.* – 2015. – ISSN 1364-0321.

43. Analytical report. Review of national emission contributions in GH-NDC under the Paris agreement. Disaggregation of Energy Sector and Waste Sector Categories // UNDP. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://www.ndcs.undp.org/content/dam/LECB/docs/pubs-reports/UNDP-NDCSP-Ghana-Industrial-Analysis-Report.pdf> (дата обращения: 19.01.2022).

44. Ausubel, J.H. Technical progress and climatic change / J.H. Ausubel // *Energy Pol.* – 1995. – № 23 (45). – P. 411-416. – ISSN 0301-4215.

45. Azerbaijan to cooperate with bp on decarbonization of its energy and mobility systems // BP. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://www.bp.com/en_az/azerbaijan/home/news/press-releases/azerbaijan-to-cooperate-with-bp-on-decarbonization-of-its-energy.html (дата обращения: 19.01.2022).

46. Basso, L. Brazilian energy-related climate (in)action and the challenge of deep decarbonization / L. Basso // *Rev. bras. polít. Int* – 2019. – № 62 (2). – DOI : <https://doi.org/10.1590/0034-7329201900202>.

47. Bergek, A. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems. A scheme of analysis / A. Bergek, S. Jacobsson, B. Carlsson, [et al.] // *Res. Policy.* – 2008. – № 37 (3). – P. 407–429. – ISSN 0048-7333.

48. Biber, E. The Political Economy of Decarbonization: A Research Agenda / E. Biber, N. Kelsey, J. Meckling // *Brooklyn Law Review.* – 2017. – № 82 (2). – P. 40-52. – ISSN 0007-2362.

49. BMWi. (Federal Ministry for Economic Affairs and Energy). Green Paper on Energy Efficiency. – 2016. – Текст : электронный. – URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/green-paper-on-energy-efficiency.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (дата обращения: 01.08.2021).

50. BMWi. Sixth «Energy Transition» Monitoring Report «The Energy of

the Future» // Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. – 2018. – Текст : электронный. – URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/sechster-monitoring-bericht-zur-energiewende_kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (дата обращения: 19.01.2022).

51. Bolivia promotes a plan for the generation of green hydrogen towards the energy transition // Ministry of Hydrocarbons and Energies. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.bnamericas.com/en/news/bolivia-promotes-a-plan-for-the-generation-of-green-hydrogen-towards-the-energy-transition> (дата обращения: 19.01.2022).

52. BP Energy Outlook: 2018 edition // BP. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf> (дата обращения: 19.01.2022).

53. Broschüre Eco-Vergünstigung für Ihre Hypothek // Raiffeisen. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.raiffeisen.ch/rch/de/privatkunden/hypotheken/modelle/eco-verguenstigung.html> (дата обращения 19.01.2022).

54. Bullard, N. The Sustainable Debt Market Is All Grown Up / N. Bullard // Bloomberg Green. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-01-14/the-sustainable-debt-market-is-all-grown-up> (дата обращения: 19.01.2022).

55. Bush, R.E. The role of intermediaries in low carbon transitions empowering innovations to unlock district heating in the UK / R.E. Bush, C.S.E. Bale, M. Powell [et al.] // J. Clean. Prod. – 2017. – № 148. – P. 137-147. – ISSN 0959-6526.

56. Caldecott, B. Stranded Assets and Thermal Coal: An Analysis of Environment-Related Risk Exposure / B. Caldecott, L. Kruitwagen, G. Dericks [et al.] // Stranded Assets Programme, Smith School of Enterprise and the Environment. – Oxford, UK : University of Oxford. – 2016. – ISBN 978-0-9927618-2-0.

57. Canada Energy Regulator. Canada's Energy Future 2019 // Canada Energy Regulator. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://www.cer-rec.gc.ca/nrg/ntgrtd/ft/2019/2019nrgft-eng.pdf> (дата обращения: 19.01.2022).

58. Canadian Energy Center. – Текст : электронный. – URL: <https://www.canadianenergycentre.ca/wp-content/uploads/2021/01/CEC-FS-24-Exports-FINAL-1.pdf> (дата обращения: 19.01.2022).

59. Carlsson, B. On the nature, function and composition of technological systems / B. Carlsson, R. Stankiewicz // J. Evol. Econ. – 1991. – № 1 (2). – P. 93-118. – ISSN 1432-1386.

60. Castan Broto, V. Social housing and low carbon transitions in Ljubljana, Slovenia / V. Castan Broto // Environ. Innov. Soc. Trans. – 2012. – № 2. – P. 82-97. – ISSN 22104224.

61. CEC (China Electricity Council). Electricity statistic in China 2017. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <http://www.cec.org.cn/guihuayutongji/tongjixinxi/> (дата обращения: 19.01.2022).

62. China National ETS // International Carbon Action Partnership (ICAP). – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=55 (дата обращения: 19.01.2022).

63. Christopher, M. Silicon Valley to Big Oil: We Can Manage Your Data Better Than You / M. Christopher // The Wall Street Journal. – 2018. – 24 July. – Текст : электронный. – URL: <https://www.wsj.com/articles/silicon-valley-courts-a-wary-oil-patch-1532424600> (дата обращения: 19.01.2022).

64. Climate Change Knowledge Portal. Country Summary Yemen // World Bank Group. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/yemen> (дата обращения: 19.01.2022).

65. CNREC (China National Renewable Energy Centre). China Renewable Energy Outlook 2017. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <http://boostre.cnrec.org.cn> (дата обращения: 19.01.2022).

66. Coal production by type, World 1990-2019. – Текст : электронный. – URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=CoalProdByType> (дата обращения: 19.01.2022).

67. COMMIT: Climate policy assessment and Mitigation Modeling to Integrate national and global Transition pathways // PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. – Текст : электронный. – URL: <https://themasites.pbl.nl/commit/> (дата обращения: 19.01.2022).

68. Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions The European Green Deal COM/2019/640 final // Brussels. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN> (дата обращения: 01.08.2021).

69. Communication from the commission to the European parliament, the European council, the council, the European economic and social committee, the committee of the regions and the European investment bank A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy COM/2018/773 final // Brussels. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773> (дата обращения: 01.08.2021).

70. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. A Renovation Wave for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives // European Commission COM/2020/662 final. – 2020. – Brussels. – Текст : электронный. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662> (дата обращения: 01.08.2021).

71. Council Directive 92/42/EEC of 21 May 1992 on efficiency requirements for new hot-water boilers fired with liquid or gaseous fuels // Official Journal of the European Communities. – 1992. – № 167. – 29 p. – ISSN 0378-6978.

72. Council Directive 92/75/EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances // Official Journal of the European Communities. – 1992. – № 297. – 20 p. – ISSN 0378-6978.

73. Council Directive 93/76/EEC of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE) // Official Journal of the European Communities. – 1993. – № 237. – 38 p. – ISSN 0378-6978.

74. COUNTRY PROFILE VIETNAM. Decarbonising South and South East Asia report // Climate Analytics. UN Environment. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://climateanalytics.org/media/decarbonisingasia2019-profile-vietnam-climateanalytics.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

75. Darby, M. Climate Weekly: Bahrain bid divides Green Climate Fund / M. Darby // Climate Home News. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.climatechangenews.com/2018/10/19/climate-weekly-bahrain-bid-divides-green-climate-fund/> (дата обращения: 01.08.2021).

76. Delivering the European Green Deal // European Commission, Brussels. – Текст : электронный. – URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (дата обращения: 01.08.2021).

77. Department of climate change, national development & reform commission of China. ENHANCED ACTIONS ON CLIMATE CHANGE: CHINA' S INTENDED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTIONS // Department of climate change, national development & reform commission of China. – 2015. – Текст : электронный. – URL: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/China%20First/China%27s%20First%20NDC%20Submission.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

78. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market // Official Journal of the European Communities. – 2001. – № 283. – 69 p. – ISSN 0378-6978.

79. Directive 96/57/EC of the European Parliament and of the Council of 3 September 1996 on energy efficiency requirements for household electric refrigerators, freezers and combinations thereof // Official Journal of the European Communities. – 1996. – № 236. – 54 p. – ISSN 0378-6978.

80. Diversification and cooperation in a decarbonizing world: Climate strategies for fossil-fuel dependent countries // World Bank. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://blogs.worldbank.org/climatechange/diversification-and-cooperation-decarbonizing-world-climate-strategies-fossil-fuel> (дата обращения: 01.08.2021).

81. Energetisch renovieren mit der Zürcher Kantonalbank // ZKB. – 2019. Текст : электронный. – URL: <https://www.zkb.ch/de/pr/pk/finanzieren-eigenheim/alles-rund-um-ihr-eigenheim/eigenheim-newsletter/energetischrenovierenmitderzuercherkantonalbank> (дата обращения: 01.08.2021).

82. Energiewende 2030: The Big Picture. Megatrends, Targets, Strategies and a 10-Point Agenda for the Second Phase of Germany's Energy Transition // Agora Energiewende. – 2018. – Текст: электронный. – URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Big_Picture/134_Big-Picture_EN_WEB.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

83. Energy intensity. – Текст: электронный. – URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html> (дата обращения: 01.08.2021).

84. Eni and the Government of Mozambique strengthen cooperation for sustainable development and decarbonization // Eni. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://www.eni.com/en-IT/media/press-release/2019/10/eni-and-the-government-of-mozambique-strengthen-cooperation-for-sustainable-development-and-decarbonisation.html> (дата обращения: 01.08.2021).

85. Environment and Climate Change Canada. NATIONAL INVENTORY REPORT 1990 –2018: GREENHOUSE GAS SOURCES AND SINKS IN CANADA // The Pollutant Inventories and Reporting Division (PIRD) of

Environment and Climate Change Canada. – 2018. – Текст : электронный. – URL: http://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En81-4-2018-1-eng.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

86. Espinoza, V.S. Future oil extraction in Ecuador using a Hubbert approach / V.S. Espinoza, J. Fontalvo, J. Martí-Herrero [et al.] // *Energy*. – 2019. – № 182. – P. 520-534. – DOI=10.1016/j.energy.2019.06.061.

87. EU ETS Handbook // Официальный сайт Европейской Комиссии. – 2015. – Текст: электронный. – URL: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/ets_handbook_en.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

88. Eurostat. 2017. Electricity price statistics. – Текст : электронный. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics (дата обращения: 01.08.2021).

89. Fay, M. Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future / M. Fay, S. Hallegatte, A. Vogt-Schilb [et al.] // World Bank – 2015. – Текст: электронный. – URL: <https://elibrary.worldbank.org/doi/epdf/10.1596/978-1-4648-0479-3> (дата обращения: 01.08.2021).

90. Field, C.B. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects / C.B. Field, D.J. Dokken, K.J. Mach [et al.] // Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. - Cambridge University Press. – 2018. – 1132 p. – ISBN 978-1-107-05807-1.

91. Financing renovations // Официальный сайт Европейского Союза. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/financing-renovations_en_ (дата обращения: 01.08.2021).

92. Frankfurt School-UNEP Centre and BNEF. Global Trends in Renewable Energy Investment 2018 // Frankfurt School-UNEP Centre and BNEF. – 2018. – Текст: электронный. – URL: <https://www.greengrowthknowledge.org/sites/default/files/downloads/resource/Glo>

bal_Trends_in_Renewable_Energy_Investment_Report_2018.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

93. Frazin, R. US, UAE say they'll invest in Middle East decarbonization / R. Frazin // The Hill. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://thehill.com/policy/energy-environment/546486-us-uae-say-theyll-invest-in-financing-middle-east-decarbonization> (дата обращения: 01.08.2021).

94. Fulkerson, W. Sustainable, efficient electricity service for one billion people / W. Fulkerson, M.D. Levine, J.E. Sinton, A. Gadgil // Energy Sustain. – 2005. – № 9 (2). – P. 26-34. – ISSN 0973-0826.

95. Gabriel, S. EEG-Reform-Mit allen Beteiligten reden und das Gemeinwohl in den Mittelpunkt stellen / S. Gabriel. – 2014. – Текст : электронный. – URL: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Videos/2014_01_21_rede_gabriel_jahrestagung_handelsblatt.html (дата обращения: 01.08.2021).

96. Geels, F.W. Low-carbon transition via system reconfiguration? A sociotechnical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990-2016) / F.W. Geels // Energy Res. Soc. Sci. - 2018. – № 46. – P. 86-102. – ISSN 0973-0826.

97. Geels, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes. A multi-level perspective and a case-study / F.W. Geels // Res. Policy. – 2002. – № 31 (8-9). – P. 1257-1274. – ISSN 0048-7333.

98. Gjoka, R. Decarbonisation of the Public Transport Sector in Tirana / R. Gjoka, G. Delli // Annual Review of Territorial Governance in the Western Balkans, I. Journal of the Western Balkan Network on Territorial Governance. – 2019. – P. 107-119. – ISSN 2706-6371.

99. Global Energy Statistical Yearbook 2020. // Enerdata. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html> (дата обращения: 01.08.2021).

100. Global spending on energy transition peaks at USD 501.3bn in 2020 // Renewables Now. – 2021. – Текст : электронный. – URL:

<https://renewablesnow.com/news/global-spending-on-energy-transition-peaks-at-usd-5013bn-in-2020-728596/> (дата обращения: 01.08.2021).

101. Gouldson, A. *The Economic and Social Benefits of Low Carbon Cities: a Systematic Review of the Evidence* / A. Gouldson, A. Sudmant, H. Khreis, E. Papargyropoulou // Coalition for Urban Transition, London and Washington DC. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://urbantransitions.global/wp-content/uploads/2019/09/Climate-Emergency-Urban-Opportunity-report.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

102. Government of Canada. – Текст : электронный. – URL: <https://www.norskpetroleum.no/en/production-and-exports/exports-of-oil-and-gas/> (дата обращения: 01.08.2021).

103. Government of Canada. – Текст : электронный. – URL: <https://www.canada.ca/en/department-finance/services/publications/annual-financial-report/2019/report.html> (дата обращения: 01.08.2021).

104. Government of Canada. – Текст : электронный. – URL: <https://www.capp.ca/economy/canadian-economic-contribution/#:~:text=Canadian%20oil%20and%20natural%20gas,the%20period%202017%20to%202019> (дата обращения: 01.08.2021).

105. Government of Canada. *Greenhouse gas emissions per person and per unit of gross domestic product.* – Текст : электронный. – URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/environmental-indicators/greenhouse-gas-emissions.html> (дата обращения: 01.08.2021).

106. Government of Saudi Arabia. – Текст : электронный. – URL: https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/20%20-%2020_0.xlsx (дата обращения: 01.08.2021).

107. Government of Saudi Arabia. – Текст : электронный. – URL: https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/oil_en_49.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

108. Grübler, A. *Decarbonizing the global energy system* / A. Grübler, N. Nakićenović // *Technological Forecasting and Social Change.* – 1996. – № 53. –

ISSN 0040-1625.

109. Han, H. Rural residential energy transition and energy consumption intensity in China / H. Han, S. Wu // *Energy Econ.* – 2018. – № 74. – P. 523-534. – ISSN 0140-9883.

110. Harub, L. Decarbonisation Efforts in Oman / L. Harub // *The Anglo-Omani Society.* – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.aosoc.org/uploads/downloads/spotlight%20on-%20lamya%20harub.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

111. Hekkert, M.P. Functions of innovation systems. A new approach for analysing technological change / M.P. Hekkert, R.A.A. Suurs, S. Kuhlmann, R.E.H.M. Smits // *Technol. Forecast. Soc. Change.* – 2007. – № 74 (4). – P. 413-432. – ISSN 0040-1625.

112. Herrera, C. Latin America Energy and Decarbonization Updates from COP25 / C. Herrera, M. Martinez // *NRDC.* – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://www.nrdc.org/experts/carolina-herrera/latin-america-clean-energy-and-decarbonization-cop25> (дата обращения: 01.08.2021).

113. Hess, D.J. Sustainability transitions. A political coalition perspective / D.J. Hess // *Res. Policy.* – 2014. – № 43 (2). – P. 278-283. – ISSN 0048-7333.

114. Holstenkamp, L. Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland / L. Holstenkamp // *trend:research GmbH, Leuphana Universität Lüneburg.* – 2013. – Текст : электронный. – URL: https://digital.zlb.de/viewer/api/v1/records/15716863/files/images/definition_und_marktanalyse_von_buergerenergie_in_deutschland_akt_2.pdf/full.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

115. How Google, Microsoft, and Big Tech Are Automating the Climate Crisis // *Gizmodo.* – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://gizmodo.com/how-google-microsoft-and-big-tech-are-automating-the-1832790799> (дата обращения: 01.08.2021).

116. Hydropower dominates in Brazil, at 62.17% of total installed capacity at end of 2020 // *Hydro Review Content Directors.* – 2021. – Текст : электронный.

– URL: <https://www.hydroreview.com/business-finance/hydropower-dominates-in-brazil-at-62-17-of-total-installed-capacity-at-end-of-2020/#gref> (дата обращения: 01.08.2021).

117. IEA. Renewables 2017: Analysis and Forecasts to 2022 // International Energy Agency. – 2017. – Paris. – Текст : электронный. – URL: <https://webstore.iea.org/download/direct/162> (дата обращения: 01.08.2021).

118. IEA. World Energy Outlook 2018 // International Energy Agency. – 2018. – Текст : электронный. – URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> (дата обращения: 01.08.2021).

119. International Energy Agency (IEA): World Energy Outlook // IEA. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017> (дата обращения: 01.08.2021).

120. IRENA. ELECTRIFICATION WITH RENEWABLES Driving the transformation of energy services // International Renewable Energy Agency. – 2019. – Abu Dhabi. – Текст : электронный. – URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/IRENA_RE-Electrification_SGCC_2019_preview.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

121. IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2019 // International Renewable Energy Agency. – Abu Dhabi, 2020. – 143 p. – ISBN 978-92-9260-244-4.

122. IRENA. World Energy Transitions Outlook: 1,5°C Pathway // International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. – 2021. – 312 p. – ISBN 978-92-9260-334-2.

123. Jones, L. Record \$269.5bn green issuance for 2020: Late surge sees pandemic year pip 2019 total by \$3bn / L. Jones // Climate Bonds Initiative. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.climatebonds.net/2021/01/record-2695bn-green-issuance-2020-late-surge-sees-pandemic-year-pip-2019-total-3bn> (дата обращения: 01.08.2021).

124. Kern, F. Ideas, Institutions, and Interests. Explaining Policy Divergence in Fostering ‘System Innovations’ towards Sustainability / F. Kern // Environ. Plann.

C Gov. Policy. – 2011. – № 29 (6). – P. 1116–1134. – ISSN 0263 774 X.

125. KNOEMA. Nachgewiesene Erdgasreserven. – Текст : электронный. – URL: <https://knoema.de/atlas/topics/Energie/Gas/Erdgasreserven> (дата обращения: 01.08.2021).

126. Kosten der Energiewende. Drucksache19/285 // Deutscher Bundestag. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <https://kleineanfragen.de/bundestag/19/285-kosten-der-energiewende> (дата обращения: 01.08.2021).

127. Lafortune, G. SDG Index and Dashboards Detailed Methodological paper / G. Lafortune, G. Fuller, G. Moreno [et al]. – 2018. – 56 p. – Текст : электронный. – URL: <https://github.com/sdsna/2018GlobalIndex/raw/master/2018GlobalIndexMethodology.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

128. Lahn, B. A history of the global carbon budget / B. Lahn // WIREs Climate Change. – 2020. – № 11 (3). – Текст : электронный. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.636><https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wcc.636> (дата обращения: 01.08.2021).

129. Largest hydroelectric power generating countries worldwide in 2019. – Текст: электронный. – URL: <https://www.statista.com/statistics/474799/global-hydropower-generation-by-major-country/#:~:text=China%20is%20the%20leading%20country,and%20number%20of%20new%20developments.&text=China%20and%20Canada%20lead%20the,and%20398%20terawatt%20hours%2C%20respectively> (дата обращения: 01.08.2021).

130. Lasswell, H.D. Politics: Who Gets What, When, How / H.D. Lasswell // Literary Licensing. – 1936. – 264 p. – ISBN 1258139596.

131. Lechtenböhmer, S. Decarbonizing the energy-intensive basic materials industry through electrification – implications for electricity demand / S. Lechtenböhmer, L.J. Nilsson, M. Åhman, C. Schneider // Energy. – 2016. – № 3 (115) – P. 1623-1631. – ISSN 0360-5442.

132. Loorbach, D. Transition Management for Sustainable Development.

A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework / D. Loorbach // Governance. – 2010. – № 23 (1). – P. 161–183. – ISSN 1468-0491.

133. Loulou, R. Documentation for the TIMES Model – PART I / R. Loulou, U. Remne, A. Kanudia [et al.]. – 2005. – Текст : электронный. – URL: <https://iea-etsap.org/index.php/etsap-tools/model-generators/times> (дата обращения: 01.08.2021).

134. Makarov, I. Finding Itself in the Post-Paris World: Russia in the New Global Energy Landscape / I. Makarov, Y.-H. H. Chen, S. Paltsev // Report 324. - MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. – Cambridge, MA : MIT. – 2017. – Текст : электронный. – URL: https://globalchange.mit.edu/sites/default/files/MITJPSPGC_Rpt324.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

135. Mander, S. Uncertainty and the Tyndall decarbonisation scenarios / S. Mander, A. Bows, K. Anderson [et al.] // Global Environ. Change. – 2007. – № 17 (1). – P. 25-36. – ISSN 0959-3780.

136. Manley, D. Stranded Nations? The Climate Policy Implications for Fossil Fuel-Rich Developing Countries / D. Manley, J. Cust, G. Cecchinato // OxCarre Policy Paper 34. – 2017. – Текст : электронный. – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3264765 (дата обращения: 01.08.2021).

137. Mardani, A. Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: a systematic review of two decades of research from 1995 to 2017 / A. Mardani, D. Streimikiene, F. Cavallaro, N. Loganathan // Sci. Total Environ. – 2019. – № 649. – P. 31-49. – ISSN 0048-9697.

138. Jacobson, M.Z. Impacts of Green New Deal Energy Plans on Grid Stability, Costs, Jobs, Health, and Climate in 143 Countries / M.Z. Jacobson, M.A. Delucchi, M.A. Cameron [et al.] // One Earth. – 2019. – № 1 (4) – P. 449-463. – ISSN 2590-3322. – DOI : <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.003>.

139. Markard, J. The technological innovation systems framework. Response to six criticisms / J. Markard, M. Hekkert, S. Jacobsson // Environ. Innov.

Soc. Transit. – 2015. – № 16. – P. 76–86. – ISSN 2210-4224.

140. Matchoss, P. The German incentive regulation and its practical impact on the grid integration of renewable energy systems / P. Matchoss, B. Bayer, H. Thomas, A. Marian // *Renewable Energy*. – 2019. – № 134. – P. 727-738. – ISSN 0960-1481.

141. Mirumachi, N. Unveiling the security concerns of low carbon development: climate security analysis of the undesirable and unintended effects of mitigation and adaptation / N. Mirumachi, A. Sawas, M. Workman // *Climate and Development*. – 2019. – № 12 (2). – P. 97-109. – ISSN 1756-5529.

142. Mortgages. Special offer «renovation» // UBS (n.d.). – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.ubs.com/ch/de/swissbank/privatkunden/hypotheiken/spezialangebote/renovation.html> (дата обращения: 01.08.2021).

143. Muradov, N. Liberating Energy from Carbon: Introduction to Decarbonization / N. Muradov // New York : Springer. – 2014. – 458 p. – ISBN 1493905449.

144. Murray, J. HSBC: Companies focused on climate change 'outperformed' as virus spread / J. Murray // *GreenBiz*. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://www.greenbiz.com/article/hsbc-companies-focused-climate-change-outperformed-virus-spread> (дата обращения: 01.08.2021).

145. MYANMAR: Myanmar Climate Change Strategy & Action Plan (MCCSAP) 2016-2030 // Ministry of Natural Resources and Environmental Conservation (MoNREC). – 2017. – Текст : электронный. – URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/2934> (дата обращения: 01.08.2021).

146. Napp, T.A. A review of the technologies, economics and policy instruments for decarbonising energy-intensive manufacturing industries / T.A. Napp, A. Gambhir, T.P. Hills [et al.] // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2014. – № 30. – P. 615–640. – ISSN 1364-0321.

147. National Accounts, The National Budget 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.norskpetroleum.no/en/economy/governments-revenues/> (дата обращения: 01.08.2021).

148. National transformation program of the Kingdom of Saudi Arabia 2020 // The Saudi Council of Ministers. - 2016. – Текст : электронный. – URL: http://www.arabia-saudita.it/files/pages/2014/05/ntp_en.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

149. Nelson, D. Moving to a Low-Carbon Economy: The Impact of Policy Pathways on Fossil Fuel Asset Values / D. Nelson, M. Hervé-Mignucci, A. Goggins [et al.] // Energy Transition Series, Climate Policy Initiative. – 2014. – Текст : электронный. – URL: <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2014/10/Moving-to-a-Low-Carbon-Economy-The-Financial-Impact-of-the-Low-Carbon-Transition.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

150. NextGenerationEU // Официальный сайт Европейского союза. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://europa.eu/next-generation-eu/index_en (дата обращения: 01.08.2021).

151. Normann, H.E. 2017. Policy networks in energy transitions. The cases of carbon capture and storage and offshore wind in Norway // Technol. Forecast. Soc. Change. – 2017. – № 118. – P. 80–93. – ISSN 0040-1625.

152. Noucier, A. The Tunisian power system and the COVID-19 pandemic / Noucier A. // Florence School of Regulation – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://fsr.eui.eu/tunisian-power-system-and-the-covid-19-pandemic/> (дата обращения: 01.08.2021).

153. Oberthur, S. The EU's Internal and External Climate Policies: an Historical Overview. / S. Oberthur, M. Pallemmaerts // The New Climate Policies of the European Union: Internal Legislation and Climate Diplomacy. – Brussel: VUBPRESS. – 2010. – P. 27–63. – ISBN 978-90-5487-607-6.

154. OECD. OECD Economic Surveys: Norway 2019 // OECD Publishing, Paris. – 2019. – Текст : электронный. – URL: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-norway-2019_c217a266-en#:~:text=Wellbeing%20in%20Norway%20is%20high,is%20vulnerable%20to%20trade%20risks (дата обращения: 01.08.2021).

155. Office of Energy Efficiency at Natural Resources Canada. – Текст : электронный. – URL: <http://oee.nrcan.gc.ca/corporate/statistics/neud/dpa/showTable.cfm?type=AN§or=aaa&juris=ca&rn=1&page=0> (дата обращения: 01.08.2021).

156. Oil Reserves by Country. – Текст : электронный. – URL: <https://www.worldometers.info/oil/oil-reserves-by-country/> (дата обращения: 01.08.2021).

157. Akizu, O. Contributions of Bottom-Up Energy Transitions in Germany: A Case Study Analysis / O. Akizu, G. Bueno, I. Barcena [et al.] // *Energies*. – 2018. – № 11 (4). – P. 849-870. – ISSN 1996-1073.

158. Pan, J. Meeting human development goals with low emissions: an alternative to emissions caps for post-Kyoto from a developing country perspective / J. Pan // *Int. Environ. Agreements Polit. Law Econ.* – 2005. – № 5 (1). – P. 89-104. – ISSN 15679764.

159. Pan-Canadian Framework on Clean Growth and Climate Change. – Текст : электронный. – URL: <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/pan-canadian-framework.html> (дата обращения: 01.08.2021).

160. Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2027 // Ministério de Minas e Energia. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia/documentos/02-plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde-2027.pdf/@@download/file/02%20%20Plano%20Decenal%20de%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia%20-%20PDE%202027.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

161. Proposal for a regulation of the European parliament and of the council establishing a carbon border adjustment mechanism COM (2021) 564 final // European Commission, Brussels. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/carbon_border_adjustment_mechanism_0.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

162. Q&A for Social Bonds related to Covid-19 // ICMA. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/Social-Bonds-Covid-QA310320.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

163. Rhodes, R. Energy Transitions: A Curious History / R. Rhodes // Center for International Security and Cooperation Stanford University. – 2007. – Текст : электронный. – URL: https://fsi-live.s3.us-west-1.amazonaws.com/s3fs-public/Rhodes-Energy_Transitions.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

164. Rip, A. Technological change / A. Rip, R. Kemp // Human Choice and Climate Change. – 1998. – № 2. – Battelle Press. – P. 327–399. – ISBN 1574770462.

165. Rotmans, J. More evolution than revolution. Transition management in public policy / J. Rotmans, R. Kemp, M. Asselt // Foresight. – 2001. – № 3 (1). – P. 15–31. – ISSN 1463-6689.

166. Russian National Power Report 2021 // SEEPX Energy. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://www.seepx.com/_webedit/uploaded-files/All%20Files/Process/SEEPX%20Energy%20report%20structure.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

167. Saskpower Highfield Solar Project. – Текст : электронный. – URL: <https://www.saskpower.com/our-power-future/infrastructure-projects/construction-projects/current-projects/highfield-solar-project> (дата обращения: 01.08.2021).

168. Sky Scenario 2018 – Meeting the goals of the Paris Agreement // Shell Global. – 2018. – Текст : электронный. – URL: https://www.shell.com/promos/business-customers-promos/download-latest-scenario-sky/_jcr_content.stream/1530643931055/eca19f7fc0d20adbe830d3b0b27bcc9ef72198f5/shell-scenario-sky.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

169. Siemens Energy to help Total achieve low-emission goals for largest LNG project in Africa // Siemens Energy. – 2020. – Текст : электронный. – URL: <https://press.siemens-energy.com/global/en/pressrelease/siemens-energy-help-total-achieve-low-emission-goals-largest-lng-project-africa> (дата обращения: 01.08.2021).

170. Smil, V. Energy Transitions: History, Requirements, Prospects / V. Smil // Santa Barbara: Praeger/ABC CLIO – 2010. – 178 p. – ISBN 0313381771.

171. Smith, A. Innovation, Sustainability and democracy. An analysis of grassroots contributions / A. Smith, A. Stirling // J. Self-Gov. Manag. Econ. – 2018. – № 6 (1). – P. 64-97. – ISSN 2329-4175.

172. Standard International Energy Product Classification (SIEC). – Текст : электронный. – URL: <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Family/Detail/2007> (дата обращения: 01.08.2021).

173. Progress with carbon pricing is strong but uneven // Washington, DC: OECD. – 2021. – Текст : электронный. – URL: <https://www.oecd.org/tax/tax-policy/presentation-cop26-carbon-pricing-g20-countries-oecd-november-2021.pdf> (дата обращения: 01.12.2021).

174. Sterl, S. Turbines of the Caribbean: Decarbonising Suriname's electricity mix through hydro-supported integration of wind power / S. Sterl, P. Donk, P. Willems, W. Thiery // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2020. – № 134. – ISSN 1364-0321. – DOI : <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110352>.

175. Susskind, L. Breaking Out of Carbon Lock-In: Malaysia's Path to Decarbonization / L. Susskind, J. Chun, S. Goldberg [et al.] // Frontiers in Built Environment. – 2020. – № 6. – 21 p. – DOI : 10.3389/fbuil.2020.00021. - ISSN=2297-3362.

176. The 2019 SDG Index // Sustainable Development Report 2019. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://sdsna.github.io/2019GlobalIndex/2019GlobalIndexRankings.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

177. The Deep Decarbonization Pathways initiative. – Текст : электронный. – URL: <https://ddpinitiative.org/> (дата обращения: 01.08.2021).

178. The Global Industry Classification Standard (GICS®). – Текст : электронный. – URL: <https://www.msci.com/gics#:~:text=GICS%20is%20a%20four%2Dtiered%2C%20>

hierarchical%20industry%20classification%20system.&text=Each%20company%20is%20assigned%20a%20firm's%20principal%20business%20activity
(дата обращения: 01.08.2021).

179. The Republic of Suriname. Nationally Determined Contribution 2020 // Cabinet of the President of the Republic of Suriname | Coordination Environment. – 2019. – Текст : электронный. – URL: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Suriname%20Second/Suriname%20Second%20NDC.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

180. Thomas, R. Superconducting transmission lines – Sustainable electric energy transfer with higher public acceptance? / R. Thomas // Renew. Sustain. Energy Rev. – 2016. – № 55. – P. 59-72. – ISSN 1364-0321.

181. U.S. Energy Information Administration (EIA). – Текст : электронный. – URL: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6> (дата обращения: 01.08.2021).

182. U.S. Energy Information Administration. International Energy Statistics, crude oil including lease condensate. – Текст : электронный. – URL: <https://www.eia.gov/international/data/world/petroleum-and-other-liquids/annual-crude-and-lease-condensate-reserves?pd=5&p=000000000000000000000008&u=0&f=A&v=mapbubble&a=-&i=none&vo=value&&t=C&g=0001&l=249-ruvvvvvfvtnvvlvrvvvvfvvvvvfvvvou20evvvvvvvvvvnvvvs0008&s=315532800000&e=1609459200000> (дата обращения: 01.08.2021).

183. UN DESA. World Population Prospects: The 2017 Revision // United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. – 2017. – Текст : электронный. – URL: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

184. Unlocking Mongolia's Rich Renewable Energy Potential // Asian Development Bank. – 2020. – Текст : электронный. – URL:

<https://www.adb.org/news/features/unlocking-mongolias-rich-renewable-energy-potential> (дата обращения: 01.08.2021).

185. Unnerstall, T. How expensive is an energy transition? A lesson from the German Energiewende / T. Unnerstall // *Energy Sustain. Soc.* – 2017. – № 7. – P. 38-64. – ISSN 2192-0567.

186. Unnerstall, T. The German energy transition – design, implementation, cost and lessons / T. Unnerstall. – Springer, 2017. – 171 p. – ISBN 3662543281.

187. Whelan, T. ESG AND FINANCIAL PERFORMANCE: Uncovering the Relationship by Aggregating Evidence from 1,000 Plus Studies Published between 2015 – 2020 / T. Whelan, U. Atz, T. van Holt, C. Clark // NYU Stern Center for Sustainable Studies. – 2021. – Текст : электронный. – URL: https://www.stern.nyu.edu/sites/default/files/assets/documents/NYU-RAM_ESG-Paper_2021%20Rev_0.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

188. Williams, J.H. Pathways to deep decarbonization in the United States. The U.S. report of the Deep Decarbonization Pathways Project of the Sustainable Development Solutions Network and the Institute for Sustainable Development and International Relations. Revision with technical supplement / J.H. Williams, B. Haley, F. Kahrl [et al.] // San Francisco: Energy and Environmental Economics, Inc. – 2015. – Текст : электронный. – URL: <https://biotech.law.lsu.edu/blog/US-Deep-Decarbonization-Report.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

189. Wind Energy International. – Текст : электронный. – URL: <https://library.wwindea.org/global-statistics/> (дата обращения: 01.08.2021).

190. World Bank. Decarbonizing Development: Three Steps to a Zero-Carbon Future. Climate Change and Development // World Bank. - Washington, DC., 2015. – Текст : электронный. – URL: <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Climate/dd/decarbonizing-development-report.pdf> (дата обращения: 01.08.2021).

191. World Economic Forum. White Paper. Scaling Technologies to Decarbonize Energy // Global Agenda Council on Decarbonizing Energy. – Geneva, Switzerland, 2015. – Текст : электронный. – URL:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC_Decarbonizing_Energy_White_Paper.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

192. World Economic Situation and Prospects. Statistical Annex // United Nations, New York. – 2020. – Текст : электронный. – URL: https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2020_Annex.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

193. Yuan, X. China's energy transition strategy at the city level: The role of renewable energy / X. Yuan, Y. Lyu, B. Wang [et al.] // J. Cleaner Prod. – 2018. – № 205. – P. 980–986. – ISSN 0959-6526.

194. Zhou, Y. 2017. China's Renewable Curtailment and Coal Assets Risk Map / Y. Zhou, S. Lu. – 2017. – Текст : электронный. – URL: https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/10/Chinas-Renewable-Curtailment-and-Coal-Assets-Risk-Map-FINAL_2.pdf (дата обращения: 01.08.2021).

195. ZSW (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg). Erneuerbaren-Anteil liegt 2017 bei über 36 Prozent. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <https://www.bdew.de/> (дата обращения: 01.08.2021).