

Переход крупнейших экономик мира к углеродной нейтральности: сферы потенциального сотрудничества с Россией^{1, 2}

Т.А. Ланьшина, А.Д. Логинова, Д.Е. Стоянов

Ланьшина Татьяна Александровна – к.э.н., с.н.с. Международной лаборатории исследования проблем устойчивого развития Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС); Российская Федерация, 119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1; lanshina@ranepa.ru

Логинова Арина Дмитриевна – студентка факультета международного регионоведения и регионального управления Института государственной службы и управления (ИГСУ) Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС); м.н.с. Центра экономического моделирования энергетики и экологии РАНХиГС; посол молодежного отделения международной Сети по поиску решений в сфере устойчивого развития SDSN Youth в России; Российская Федерация, 119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1; log-arina@yandex.ru

Стоянов Дмитрий Евгеньевич – м.н.с. Центра экономического моделирования энергетики и экологии Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС); Российская Федерация, 119571, Москва, просп. Вернадского, д. 82, стр. 1; stoyanov-de@ranepa.ru

Аннотация

В 2020 г., несмотря на обусловленный пандемией COVID-19 глобальный экономический кризис, стало очевидно, что декарбонизация и энергетический переход трансформировались из категории конъюнктурных тенденций в категорию стратегических целей. Более того, они стали частью масштабных и амбициозных планов крупнейших экономик мира по переходу к углеродной нейтральности к середине XXI в. В число таких экономик уже входят Европейский союз (ЕС), США, Китай, Япония, Южная Корея.

В России эти события традиционно рассматриваются через призму рисков: углеродная нейтральность предполагает кардинальное снижение спроса на ископаемое топливо, добыча и экспорт которого по-прежнему играют ключевую роль в российской экономике. Однако помимо рисков для традиционных источников доходов глобальный переход к углеродной нейтральности открывает новые возможности для развития и диверсификации российской экономики, а также для международного сотрудничества в новых сферах. Выявлению таких возможностей и посвящена данная статья.

Авторы провели контент-анализ официальных планов крупнейших экономик, касающихся достижения углеродной нейтральности к 2050–2060 гг. Выявлены основные сферы, в которых будут происходить изменения. Исследован уровень развития соответствующих отраслей в России и возможности повышения этого уровня. На основе проведенной работы предложены перспективные направления развития россий-

¹ Статья поступила в редакцию 07.08.2021.

² Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

ской экономики, в которых в ближайшие десятилетия возможна реализация масштабного международного экономического сотрудничества.

Ключевые слова: Цели устойчивого развития (ЦУР), Повестка 2030, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), углеродная нейтральность, нулевые чистые выбросы

Для цитирования: Ланьшина Т.А., Логинова А.Д., Стоянов Д.Е. Переход крупнейших экономик мира к углеродной нейтральности: сферы потенциального сотрудничества с Россией // Вестник международных организаций. 2021. Т. 16. № 4. С. 98–125 (на русском и английском языках). doi:10.17323/1996-7845-2021-04-05

Введение

Углеродная нейтральность в последнее время привлекает к себе достаточно много внимания исследовательского сообщества. Согласно специальному докладу МГЭИК «Глобальное потепление на 1,5 °С», к настоящему моменту деятельность человека вызвала повышение глобальной температуры на 1,0 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем. Для минимизации рисков, связанных с климатом, необходимо предотвратить глобальное потепление более чем на 1,5 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем. Чтобы достичь цели в 1,5 °С, следует как можно быстрее добиться пика выбросов парниковых газов, к 2030 г. сократить чистые глобальные антропогенные выбросы на 45% от уровня 2010 г. и достичь чистого нулевого значения приблизительно к 2050 г. Достижение и поддержание нулевых чистых глобальных антропогенных выбросов способно остановить антропогенное глобальное потепление [IPCC, 2019].

Под углеродной нейтральностью или нулевыми чистыми антропогенными выбросами принято понимать ситуацию, при которой антропогенные выбросы парниковых газов балансируются их поглощением [Chen, 2021]. Таким образом, существуют два пути достижения углеродной нейтральности: (1) сокращение выбросов за счет перехода от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии, повышения энергоэффективности, изменения производственных процессов и потребительских привычек, а также (2) поглощение парниковых газов из атмосферы, например, за счет охраны и высадки лесов, связывания углерода в почве и т.д. Углеродная нейтральность может быть достигнута за счет комбинации этих двух вариантов, при этом кардинальное сокращение выбросов является необходимым, так как в настоящее время объемы глобальных выбросов парниковых газов почти вчетверо превышают объемы их абсорбции естественными поглотителями [Neier, Neyer, Radunksy, 2018; C2ES, n. d.].

В последнее время, после того как многие крупнейшие экономики мира приняли на себя обязательства по переходу к углеродной нейтральности к середине века, исследователи пытаются сформулировать меры, необходимые для достижения этой цели [Iqbal, 2021; Li et al., 2021; Safi et al., 2021; Wan et al., 2021]. Переход к нулевым чистым антропогенным выбросам открывает существенные возможности для экономического роста. Эти возможности распространяются далеко не только на так называемый низкоуглеродный сектор. Фактически в ближайшие десятилетия произойдет трансформация всей глобальной экономики. Спрос на более экологичные товары при этом будет активно расти, и страны, которые раньше других предпримут действия по развитию чистых технологий, продуктов и процессов, смогут создать новые рынки и получить существенную экономическую выгоду [Stern, Valero, 2021].

Россия пока не входит в круг лидеров глобального перехода к климатической нейтральности. Более того, она является одной из немногих крупных экономик мира, которые еще не поставили перед собой цель достижения нулевых чистых выбросов к се-

редине века и не разработали соответствующие стратегические документы. Поскольку решение о переходе к климатической нейтральности приняли или собираются принять большинство стран мира как с развитой, так и с развивающейся экономикой, Россия находится под угрозой потери своих экспортных рынков и, как следствие, под угрозой масштабного экономического кризиса. Для того чтобы определить отрасли, которые получат наибольшее развитие в крупнейших экономиках мира, планирующих переход к углеродной нейтральности, в первой части данной статьи проводится анализ стратегических документов соответствующих стран. Во второй части формулируются низкоуглеродные отраслевые приоритеты крупнейших экономик мира. В третьей части исследуется уровень развития соответствующих отраслей в России. Наконец, в заключительной части авторы дают рекомендации по трансформации российской экономики и перечисляют сферы, перспективные для активизации международного экономического сотрудничества с учетом намечающихся глобальных изменений.

Планы крупнейших экономик мира по достижению климатической нейтральности

Все большее число стран заявляют о намерении достигнуть нулевых чистых выбросов к середине века. По состоянию на июнь 2021 г. 132 страны и Европейский союз (ЕС) обсуждали или приняли цель о климатической нейтральности, из них 90 стран находились на этапе обсуждения, 26 стран включили цель по углеродной нейтральности в свои стратегические документы, четыре страны рассматривали возможность принятия закона, который сделает достижение нулевых чистых выбросов обязательным, еще 10 стран и ЕС уже приняли такой закон, и две страны (Суринам и Бутан) достигли климатической нейтральности [ECIU, 2021]. По состоянию на март 2021 г. на страны, которые приняли или обсуждают обязательство по нулевым чистым выбросам, приходилось 68% ВВП, 56% населения мира и 61% глобальных выбросов парниковых газов [Black et al., 2021].

Среди стран, входящих в топ-10 по величине валового внутреннего продукта (ВВП), рассчитанного по паритету покупательной способности (ППС), срок перехода к углеродной нейтральности еще не установили только две страны: Индия и Россия (табл. 1). Четыре из десяти крупнейших экономик мира и ЕС закрепили цель по углеродной нейтральности на законодательном уровне. Пять из десяти крупнейших экономик мира и ЕС уже начали разрабатывать планы или программы такого перехода. Отсутствие цели по достижению углеродной нейтральности и соответствующей ей стратегии в России создает риски ухудшения экономической ситуации и снижения уровня жизни в стране в ближайшие десятилетия.

Европейский союз

Европейский зеленый курс, принятый Европейской комиссией в 2019 г., закрепляет за ЕС цель по переходу к климатической нейтральности к 2050 г. В конце 2020 г. Европейский совет одобрил обязательную цель ЕС по чистому внутреннему сокращению выбросов парниковых газов не менее чем на 55% к 2030 г. по сравнению с 1990 г. [European Council, 2020]. Ранее к 2030 г. планировалось сократить выбросы на 40%. 24 июня 2021 г. был принят Европейский закон о климате, который закрепил цель по достижению углеродной нейтральности к 2050 г. и учредил Европейский научный консультативный совет по изменению климата. Он будет предоставлять независимую на-

Таблица 1. Национальные планы по достижению углеродной нейтральности в ТОП-10 экономиках мира и ЕС

Страна	ВВП по ППС в 2020 г., трлн долл. США	Срок перехода к углеродной нейтральности	Закон, закрепляющий цель по углеродной нейтральности	План или программа перехода к углеродной нейтральности
Китай	24,27	2060	–	–
США	20,94	2050	–	План Байдена по революции в области чистой энергетики и экологической справедливости
Индия	8,91	–	–	–
Япония	5,33	2050	Закон о реализации мер по предотвращению глобального потепления	Стратегия зеленого роста через достижение углеродной нейтральности к 2050 г.
Германия	4,47	2045	Закон о защите климата (2019)	Программа климатических действий 2030
Россия	4,13	–	–	–
Индонезия	3,30	2060	–	–
Бразилия	3,15	2060	–	–
Франция	3,12	2050	Закон об энергетике и климате (2019)	Национальная низкоуглеродная стратегия
Великобритания	3,02	2050	Закон об изменении климата	План из 10 пунктов для зеленой промышленной революции
ЕС	19,69	2050	Европейский закон о климате (2021)	Зеленый курс ЕС (2019)

Источник: Составлено авторами на основе [ЕСIU, 2021; WB, 2021] и иных источников.

учную консультационную поддержку и публиковать отчеты о реализации Европейского закона о климате и выполнении международных обязательств ЕС в рамках Парижского соглашения [European Council, 2021].

Для справедливого перехода к зеленой экономике Европейская комиссия разработала комплекс мер, касающихся энергетики, промышленности, потребления, инфраструктуры, транспорта, сельского хозяйства, а также налогообложения и предоставления льгот. Важнейшая роль в реализации Европейского зеленого курса отводится повышению энергоэффективности, развитию возобновляемых источников энергии и поэтапному отказу от ископаемого топлива. Снижение выбросов парниковых газов в энергосистеме будет иметь приоритетное значение, поскольку на производство и использование энергии в различных секторах экономики приходится более 75% всех выбросов парниковых газов в странах ЕС [Eurostat, 2021]. В 2020 г. только за счет энергии солнца и ветра было произведено 19,6% всей электроэнергии ЕС. Доля угля в производстве электроэнергии в ЕС сократилась с 25% в 2015 г. до 13% в 2020 г. [Ember, 2021].

В дальнейшем ВИЭ станут основой всего энергетического сектора ЕС. Важной частью Зеленого курса ЕС является энергетический переход в транспортном секторе, а также в секторе отопления/охлаждения, в которых пока прогресс является существенно более медленным, чем в электроэнергетике. Для достижения целей Зеленого курса необходимо сократить выбросы парниковых газов в транспортном секторе на 90% за счет модернизации автомобильного, железнодорожного, водного и авиационного транспорта. Значительная часть грузовых автомобильных перевозок (75%) должна быть перенесена на железнодорожные и внутренние водные пути [ЕС, 2019]. Планируется масштабная электрификация автомобильного транспорта. К 2035 г. в ЕС фактически будет введен запрет на продажу автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) [ЕС, 2021]. Около 40% потребляемой в странах ЕС энергии приходится на здания [ЕС, 2019]. Чтобы сократить выбросы парниковых газов от зданий, планируется масштабная реновация. В первую очередь ремонтные работы по повышению энергоэффективности затронут наименее обеспеченные домохозяйства, школы и больницы.

На промышленность в ЕС приходится около 20% всех выбросов парниковых газов. Промышленный сектор уже начал движение в сторону циклической экономики, однако пока всего лишь 12% производственного сырья представляет собой переработанные материалы [ЕС, 2019]. В мае 2021 г. европейская промышленность получила обновленную стратегию, которая предусматривает три основных направления развития: экологичность, цифровизация и конкурентоспособность. В первую очередь модернизации подвергнутся наиболее энергоемкие отрасли промышленности: сталелитейная, химическая и цементная. Стратегия предусматривает переход на новую модель хозяйствования с внедрением технологий повторного использования материалов для производства, усилением ответственности производителей, совместного использования товаров и услуг, расширением возможностей и участия потребителей. Помимо энергоемких отраслей, приоритет будет отдаваться ресурсоемким областям промышленности, таким как строительство, радиоэлектроника, производство текстиля и пластмасс. Экологическая политика в области производства коснется также проблем образования и утилизации отходов, для чего потребуется законодательно утвердить новые целевые показатели и меры по борьбе с образованием отходов, включающие расширение рынка вторичного сырья и использование экологически чистого первичного сырья. Важную роль в этом переходе будут играть цифровые технологии, позволяющие обеспечить оптимальное использование энергоресурсов, а также инновационные технологии в ключевых отраслях промышленности.

Помимо этого, Зеленый курс предусматривает решение проблем экосистем и биоразнообразия, а также загрязнения воздуха. Так, в отношении биоразнообразия предложения касаются расширения охвата охраняемых территорий на суше и в море, а также восстановления нарушенных экосистем, включая экосистемы, богатые углеродом [ЕС, 2019].

Германия

Путь Германии к климатической нейтральности закреплен в Законе о защите климата, принятом в 2019 г. [Federal Office of Justice, 2019]. Германия – одна из немногих стран ЕС, которая закрепила переход к нейтральной экономике на законодательном уровне. В апреле 2021 г. Федеральный конституционный суд Германии принял историческое решение о том, что ключевой климатический закон страны не содержит подробностей о целях сокращения выбросов парниковых газов после 2030 г. и является недостаточным для быстрого сокращения выбросов [Federal Constitutional Court, 2021].

После этого была разработана обновленная версия Закона о защите климата, которую правительство Германии одобрило в мае 2021 г. В соответствии с ней, выбросы парниковых газов к 2030 г. должны сократиться не на 55%, как планировалось ранее, а на 65%, а к 2040 г. – на 88% по сравнению с уровнем 1990 г.; к 2045 г. должна быть достигнута климатическая нейтральность. Бундестаг принял эти поправки 24 июня 2021 г. [Federal Government, 2021a].

Для выполнения целей Закона о защите климата в 2019 г. была разработана Программа климатических действий 2030 [Federal Government, 2019]. Ключевым элементом данной программы является введение цены на углерод для транспортного и отопительного секторов начиная с 2021 г., в дополнение к схеме торговли выбросами ЕС. Вырученные за счет данного механизма средства будут направляться в зеленые секторы немецкой экономики. В рамках программы предусмотрены налоговые льготы для повышения энергоэффективности зданий, замена старых систем центрального отопления на ископаемом топливе на новые, более экологичные или работающие на возобновляемых источниках энергии. К 2030 г. за счет ВИЭ будет обеспечиваться 65% потребностей страны в электроэнергии. В 2020 г. за счет ВИЭ в Германии было произведено 50,5% всей электроэнергии, при этом за счет энергии солнца – 10,5%, за счет энергии ветра – 27,0% [Fraunhofer ISE, 2021]. К 2038 г. в Германии будут закрыты все угольные электростанции. В транспортном секторе будет поощряться электрификация, использование железных дорог и общественного транспорта. К 2030 г. немецкая сеть электрозаправочных станций будет насчитывать 1 млн станций. Также планируется внедрять ВИЭ в промышленных процессах, развивать водородную энергетику, производство накопителей энергии, технологий хранения и использования CO₂. В сельскохозяйственном и лесном секторе приоритет будет отдан органическому земледелию, сокращению объемов отходов, устойчивому управлению лесами. После внесения поправок в Закон о защите климата была принята еще одна программа, направленная на достижение Германией климатической нейтральности к 2045 г., – Программа немедленных действий 2022 [Federal Ministry of Finance, 2021]. В рамках данной программы приоритет будет отдан сокращению выбросов парниковых газов в промышленном секторе (использование водорода в сталелитейной отрасли для производства зеленой стали, стимулирование инвестиций в химическую отрасль), энергетике (энергопереход в тепловой энергетике, производство зеленого водорода) и зданиях.

Франция

8 ноября 2019 г. во Франции был принят Закон об энергетике и климате, который требует перехода к углеродной нейтральности к 2050 г. [Law No 2019-1147, 2019]. Согласно закону, климатическая нейтральность будет достигнута за счет более чем шестикратного сокращения выбросов парниковых газов. Закон предполагает закрытие последних угольных шахт до 2022 г., сокращение потребления ископаемого топлива к 2030 г. на 40% по сравнению с 2012 г., сокращение доли атомной энергетики в электроэнергетическом секторе до 50% (в настоящее время – 70%), стимулирование развития офшорной ветроэнергетики, покрытие солнечными панелями не менее 30% площади крыш новых складов, супермаркетов и парковок с навесом. Большое внимание уделено повышению энергоэффективности зданий, в частности, за счет обязательного энергоаудита для жилых помещений, передаваемых в аренду или выставляемых на продажу, запрета на повышение арендной платы для неэнергоэффективных жилых помещений и т.д.

Для достижения углеродной нейтральности во Франции в 2020 г. была пересмотрена Национальная низкоуглеродная стратегия [Ministry of Ecological Transition, 2020], впервые принятая в 2015 г. Согласно стратегии, к 2050 г. французский энергетический сектор будет полностью безуглеродным. За счет развитого сектора атомной энергетики доля ископаемого топлива в электроэнергетике Франции низка уже сейчас – 9% в 2019 г. [IEA, 2021a]. Транспортный сектор, за исключением внутреннего авиатранспорта, будет полностью декарбонизирован к 2050 г. через электрификацию и переход на водородное топливо, управление транспортными потоками, стимулирование развития общественного транспорта и т.д. Планируется существенное повышение энергоэффективности зданий, в том числе через реновацию 500 тыс. домов в год. Выбросы промышленного сектора к 2050 г. сократятся на 81% за счет внедрения технологий ВИЭ и повышения энергоэффективности, управления потоками сырья и внедрения элементов циклической экономики, проведения НИОКР в сфере низкоуглеродных производственных процессов. Также запланированы меры для сельского и лесного хозяйства (развитие агроэкологии и агролесоводства, минимизация использования азотных удобрений, накопления углерода в сельскохозяйственных почвах, устойчивое лесоводство и т.д.) и сектора обращения с отходами (сокращение объемов образования отходов, повторное использование и переработка).

Великобритания

Великобритания приняла закон об обязательном достижении нулевых чистых выбросов к 2050 г. еще в 2019 г., в виде поправок к Закону об изменении климата 2008 г. [The Climate Change Act, 2019]. Ранее Закон об изменении климата предполагал сокращение выбросов парниковых газов к 2050 г. на 80% по сравнению с 1990 г.

В ноябре 2020 г. премьер-министр Великобритании Б. Джонсон представил «План из 10 пунктов для зеленой промышленной революции» [Gov.UK, 2021]. Целью данного плана является восстановление экономики после пандемии, создание 250 тыс. зеленых рабочих мест к 2030 г. и ускорение перехода к нулевым чистым выбросам. План предусматривает развитие офшорной ветроэнергетики, производство низкоуглеродного водорода, развитие атомной энергетики, переход к транспорту с нулевыми выбросами, стимулирование зеленого общественного транспорта, авиационного и водного транспорта с нулевыми выбросами, зеленого строительства, привлечение инвестиций в улавливание углерода, его использование и хранение, защиту природных экосистем и стимулирование зеленого финансирования и инноваций. Великобритания уже является глобальным лидером в сфере офшорной ветроэнергетики. К 2030 г. планируется увеличить мощность офшорных ветроэлектростанций в 4 раза.

За последние пять лет Великобритания практически отказалась от угольной электроэнергетики: если в 2015 г. на британских угольных ТЭС было произведено 23% всей электроэнергии в стране, то в 2020 г. – всего 2%. Переход происходил главным образом за счет быстрого развития возобновляемой энергетики: доля производства электроэнергии за счет энергии ветра и солнца в стране возросла с 14% в 2015 г. до 29% в 2020 г. [Ember, 2021]. К 2024 г. Великобритания выведет из эксплуатации все угольные электростанции. С 2030 г. Великобритания планирует ввести запрет на продажу новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

США

В США пока отсутствует закон, закрепляющий переход к углеродной нейтральности в качестве юридически обязательной цели, однако данная цель уже стала частью

некоторых стратегических документов. Например, 27 января 2021 г. президент США Дж. Байден подписал Указ о борьбе с климатическим кризисом в стране и за рубежом [The White House, 2021], в соответствии с которым климатический кризис должен оказаться в центре международной политики США и политики в области национальной безопасности, и США должны добиться нулевых чистых выбросов не позднее 2050 г.

Также цель по достижению нулевых чистых выбросов парниковых газов не позднее 2050 г. присутствует в плане президента США Байдена, посвященном чистой энергетической революции и экологической справедливости [Biden-Harris Democrats, 2020]. В данном плане предусматривался 100%-й переход к чистой энергетике к 2050 г. 1 апреля 2021 г. Байден представил свой план по обновлению инфраструктуры и промышленности, согласно которому полный переход к чистой энергетике должен быть осуществлен до 2035 г. [Biden-Harris Democrats, 2021]. В настоящее время в США за счет атомной и возобновляемой энергии производится 38% всей электроэнергии.

США традиционно лидируют в научно-исследовательской сфере и внедрении инноваций. План Байдена 2020 г. [Biden-Harris Democrats, 2020] предусматривает создание Управления по перспективным научным исследованиям в области климата (Advanced Research Projects Agency – Climate, ARPA-C) – нового межведомственного агентства, которое сосредоточится на исследованиях в следующих сферах: небольшие модульные ядерные реакторы, охлаждение и кондиционирование воздуха с использованием хладагентов, здания с нулевым чистым энергопотреблением, производство водорода за счет ВИЭ по конкурентоспособным ценам, получение безуглеродного промышленного тепла, необходимого для производства стали, бетона и химикатов, производство углеродно-нейтральных строительных материалов, декарбонизация продовольственного и сельскохозяйственного секторов, связывание и хранение углерода в почве, улавливание углекислого газа из выхлопных газов электростанций для его хранения глубоко под землей или использования для производственных целей. Данное управление будет создано по аналогии с Управлением по перспективным научным исследованиям в области энергетики (Advanced Research Projects Agency – Energy, ARPA-E) и Управлением перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA).

Помимо чистой энергетики, планы США по переходу к углеродной нейтральности включают развитие электротранспорта, повышение энергоэффективности зданий (снижение углеродного следа зданий на 50% к 2035 г.), улучшение сельскохозяйственных практик, внедрение низкоуглеродных технологий в производственном секторе.

Япония

Первое заявление о намерении Японии перейти к углеродной нейтральности к 2050 г. было сделано премьер-министром Сугой Ёсихидэ в октябре 2020 г. До этого Япония планировала сократить выбросы парниковых газов на 80% к 2050 г. Цель по достижению углеродной нейтральности была зафиксирована на законодательном уровне, через поправки к закону «О реализации мер по предотвращению глобального потепления» [Act on Promotion of Global Warming Countermeasures, 2021].

В декабре 2020 г. Япония представила Стратегию зеленого роста через достижение углеродной нейтральности к 2050 г. [METI, n. d.]. Стратегия содержит меры промышленной политики, а ее целью является достижение положительного экономического роста при одновременном обеспечении охраны окружающей среды. В документе определены 14 секторов, в которых необходимы преобразования, а также установлена цель по доле ВИЭ в производстве электроэнергии на уровне 50–60%. Стратегия предусма-

тривает электрификацию промышленности и транспорта, активное развитие офшорной ветроэнергетики и накопителей энергии, низкоуглеродного водородного топлива, атомной энергетики (в том числе более безопасные реакторы следующего поколения), а также технологий улавливания, хранения и использования углерода (CCUS), из-за высокой зависимости Японии от ископаемого топлива. Кроме того, планируется предпринять действия в таких сложных для декарбонизации отраслях, как водный транспорт, авиация, грузовые перевозки. Помимо этого, стратегия предполагает внедрение устойчивых практик ведения сельского, лесного и рыбного хозяйства и развитие циклической экономики. Документ предусматривает проведение НИОКР с государственным (государственный фонд с капиталом 2 трлн иен) и частным финансированием, реализацию демонстрационных проектов и коммерциализацию новых низкоуглеродных технологий.

Основным источником выбросов парниковых газов в Японии является электроэнергетический сектор, на который приходится более половины всех выбросов в стране и который более чем на 70% зависит от ископаемого топлива [Nakano, 2020]. В настоящее время в Японии действует пятый базовый энергетический план, принятый в 2018 г. Согласно этому плану, к 2030 г. доля ВИЭ в производстве электроэнергии составит 22–24%, доля атомной энергии – 20–22%, доля угля и газа – 63%. Помимо этого, в пятом плане предусмотрены цели в области энергосбережения, водородной энергетики, хранения энергии и внедрения децентрализованных энергетических систем. Шестой базовый энергетический план будет принят летом 2021 г. Ожидается, что цель в области атомной энергетики останется прежней, а цель в сфере ВИЭ будет повышена почти вдвое – до 35–39% к 2030 г., за счет сокращения объемов использования ископаемого топлива.

Китай

Китай пока еще не представил долгосрочную стратегию достижения нулевых чистых выбросов, однако в сентябре 2020 г. на Генеральной Ассамблее ООН председатель КНР Си Цзиньпин заявил о намерении перейти к нулевым чистым выбросам парниковых газов к 2060 г. [FMPRC, 2020]. На Китай приходится почти 30% общего объема выбросов парниковых газов в мире [C2ES, n. d.]. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), объемы выбросов парниковых газов в Китае к 2018 г. увеличились на 356% относительно 1990 г., показав небольшое снижение только в период 2013–2016 гг., после которого рост снова возобновился [IEA, 2021e].

В Китае с 1953 г. основные цели и направления социально-экономического развития страны планируются на пятилетний период. Политика в рамках 13-й пятилетки (2016–2020 гг.) во многом определялась Парижским соглашением по климату, к которому Китай присоединился в 2016 г. В цели 13-й пятилетки в отношении энергетики входило снижение доли угля в потреблении первичной энергии как минимум до 58% к 2020 г., по сравнению с 64% в 2015 г., в основном за счет масштабного развития возобновляемых источников энергии. Поставленная цель была выполнена – по итогам 2020 г. значение данного показателя составило 56,8% [Xu, Singh, 2021]. В 13-й пятилетке также было установлено ограничение общей мощности электростанций, работающих на угле, на уровне 1100 ГВт в 2020 г., однако уже в 2019 г. это ограничение было превышено. Это свидетельствует о том, что в ближайшей перспективе уголь по-прежнему будет оставаться крупнейшим источником электроэнергии в Китае.

Политика Китая в отношении использования угля определяется как экологическими, так и экономическими приоритетами, то есть в первую очередь сокращается

неэффективное использование угля за счет закрытия старых электростанций и малых угольных котельных, которые сжигают уголь в неочищенном виде и неэффективным способом. Остальные угольные электростанции оснащаются технологиями очистки угля перед сжиганием. Сокращение использования угля на уровне домохозяйств также является приоритетом политики Китая, потому что уголь для отопления и бытовых нужд использует огромное количество домохозяйств.

Китай, лидируя в использовании ископаемого топлива, одновременно является мировым лидером в области ВИЭ. В 2020 г. только за счет энергии солнца и ветра в Китае было произведено 10% всей электроэнергии [Ember, 2021]. Большинство компаний, входящих в топ-10 производителей солнечных панелей и ветроэнергетических установок, являются китайскими. Доля всех ВИЭ в производстве электроэнергии в Китае превышает 25%.

В марте 2021 г. правительство Китая представило основные положения 14-й пятилетки (2021–2025 гг.). Новый план предусматривает увеличение доли неископаемого топлива в общем потреблении энергии до 20% к 2025 г., увеличение на 40% установленной мощности атомной энергетики, снижение удельного потребления энергии на единицу ВВП на 13,5%. Если сравнивать новый план с 13-й пятилеткой Китая, то он не предполагает какого-либо увеличения амбиций в области целевых показателей. Новый план также не содержит целей по сокращению угольных мощностей, допускается возможность строительства новых угольных электростанций, возможен рост потребления нефти, угля и природного газа. Такой подход можно охарактеризовать как консервативный и недостаточный для достижения углеродной нейтральности к 2060 г.

Страны, не имеющие стратегических документов по переходу к углеродной нейтральности

В 2020 г. Бразилия взяла на себя обязательство по переходу к углеродной нейтральности к 2060 г., а в апреле 2021 г. президент Ж. Болсонару заявил о возможном переносе данного срока на 2050 г. Однако переход к климатической нейтральности пока является намерением, поскольку он не закреплен в каких-либо стратегических документах или планах, а возможность переноса срока с 2060 на 2050 г. ставилась в зависимость от привлечения иностранной помощи в размере 10 млрд долл. США в год для борьбы с нелегальной вырубкой Амазонских лесов [Spring, Paraguassu, 2021]. Крупнейшим источником выбросов парниковых газов в Бразилии является обезлесение, обусловленное в том числе слабой государственной политикой в области охраны лесов. Кроме того, в последнее время потеря бразильских лесов ускорялась: в 2019 г. было уничтожено более 1 млн га Амазонских лесов, что на 34% больше, чем в 2018 г. и на 120% больше, чем в 2012 г. [Climate Action Tracker, 2020].

Энергетическая система Бразилии сильно отличается от систем других крупнейших экономик ввиду значительной доли возобновляемых источников энергии в ней – на них приходится около 45% первичного потребления энергии и более 80% производства электроэнергии. Основу возобновляемой энергетики в стране составляют гидроэнергетика (более 60% производства всей электроэнергии), а также биомасса и биотопливо [IEA, 2021c]. Последний 10-летний энергетический план Бразилии предусматривает, что к 2029 г. установленная мощность солнечных электростанций составит 8,4 ГВт, ветровых электростанций – 24,4 ГВт [Climate Transparency, 2020]. Помимо этого, Бразилия расширяет использование биоэтанола и биодизельного топлива в транспортном секторе, однако цели по отказу от продаж автомобилей с двигателями внутреннего сгорания в стране отсутствуют.

В марте 2021 г. правительство Индонезии заявило о намерении добиться климатической нейтральности к 2070 г., позже этот срок был изменен на 2060 г. Однако данная цель не является утвержденной, а стратегические документы, планирующие ее достижение, отсутствуют [Farand, 2021]. Для Индонезии основной задачей является декарбонизация энергетического сектора, в котором значительную роль играет угольная генерация. Кроме того, Индонезия – крупнейший экспортер угля по массе. В мае 2021 г. было принято решение об остановке строительства новых угольных электростанций. Рассматривается возможность отказа от угольной генерации к 2060 г., при этом в настоящее время уголь обеспечивает 60% производства электроэнергии в стране [IEA, 2021d]. Также в Индонезии возможно введение углеродного налога.

Для Индии срок перехода к климатической нейтральности все еще не определен. Это связано с тем, что кардинальное сокращение выбросов парниковых газов может ограничить доступ к энергии для наиболее уязвимых групп населения. Быстрый экономический рост страны привел к резкому увеличению потребления энергии вдвое в 2000–2020 гг. Основу энергетического баланса страны составляет уголь – за счет него в 2020 г. было обеспечено 44% первичного спроса на энергию [IEA, 2021b]. Спрос на уголь в стране в ближайшие годы, скорее всего, продолжит расти, однако Индия также активно развивает возобновляемую энергетику и ставит перед собой амбициозные цели в этой сфере. Так, к 2030 г. Индия планирует увеличить установленную мощность ВИЭ вчетверо, до 450 ГВт, в том числе по причине конкурентоспособности солнечной энергетики.

Для России срок перехода к климатической нейтральности также пока еще не определен, и необходимые для реализации подобной цели стратегические документы отсутствуют. В 2018 г. сжигание ископаемого топлива обеспечило 79% российских выбросов парниковых газов без учета сектора землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства [UNFCCC, 2020]. Основой российского энергопотребления является природный газ. Доля ВИЭ в электроэнергетике составляет около 18%, главным образом за счет ГЭС, подавляющее большинство которых были построены еще в СССР. Солнечная и ветровая энергетика только начинают развиваться в стране – в 2020 г. за счет этих источников было произведено всего 0,3% всей электроэнергии, что существенно ниже среднемирового значения 9,4% [Ember, 2021].

Перспективные сферы для низкоуглеродного экономического развития и международного сотрудничества

Следует отметить, что все рассмотренные выше национальные планы, а также планы ЕС по достижению углеродной нейтральности являются рамочными и формирующимися. Это означает, что в дальнейшем они будут уточняться и дорабатываться. Тем не менее уже сейчас во всех представленных планах крупнейших экономик мира можно выделить следующие приоритеты.

Во-первых, основная задача заключается в декарбонизации энергетического сектора – крупнейшего эмитента парниковых газов в большинстве стран. Декарбонизация электроэнергетики уже развивается достаточно быстрыми темпами, однако отопительный и транспортный секторы пока отстают, особенно в таких сложных с точки зрения сокращения выбросов парниковых газов нишах, как авиация, судоходство, грузовые автомобильные перевозки. Важнейшим элементом энергетического перехода также является развитие накопителей энергии и новых низкоуглеродных энергоносителей, таких как зеленый водород. Отдельное внимание уделяется зеленому строительству и

энергоэффективным зданиям. Во-вторых, необходима масштабная декарбонизация промышленности и сокращение негативного экологического воздействия производственного сектора за счет внедрения принципов циклической экономики, в частности за счет использования возобновляемого сырья (включая замещение таким сырьем нефти, газа и угля в химических процессах) и минимизации объемов отходов. Требуется перевод промышленных процессов на ВИЭ, сокращение энергоемкости и ресурсоемкости отраслей. В-третьих, в ряде стратегических документов планируется переход к устойчивому ведению сельского, лесного и рыбного хозяйства в целях сокращения выбросов в этих секторах, а также для сохранения и восстановления лесов и естественных экосистем, способных поглощать углекислый газ из атмосферы. Отдельное внимание в некоторых программах по переходу к углеродной нейтральности уделяется НИОКР, развитию новых низкоуглеродных технологий и внедрению инноваций.

В ближайшие десятилетия перечисленные направления будут активно развиваться в крупнейших экономиках мира, планирующих переход к углеродной нейтральности. Также эти направления, в том числе научно-исследовательское, станут перспективными для международного сотрудничества. За счет своевременного развития низкоуглеродных отраслей и участия в создании новых низкоуглеродных технологий страны, имеющие сильную зависимость от ископаемого топлива, включая Россию, могут снизить риски глобального перехода к нулевым чистым выбросам, диверсифицировать свои экономики и открыть для себя новые экономические возможности.

Судя по национальным планам достижения углеродной нейтральности, некоторые страны намерены осуществлять декарбонизацию энергетического сектора с использованием атомной энергетики, в частности США, Франция и Япония. То есть они как минимум не планируют отказываться от атомной энергетики до 2050 г. Данное намерение ошибочно, поскольку из-за риска аварий атомные электростанции представляют собой опасность для окружающей среды и здоровья населения, побочным результатом их эксплуатации являются опасные радиоактивные отходы, которые не подлежат переработке и для которых в мире отсутствуют постоянные хранилища, а стоимость производства электроэнергии на новых АЭС превышает стоимость производства электроэнергии как за счет ископаемого топлива, так и за счет ВИЭ [Lazard, 2020]. Кроме того, необходимость и целесообразность развития атомной энергетики в настоящее время подвергается сомнениям во многих значимых экономиках мира. В частности, Германия приняла решение отказаться от атомной энергетики до конца 2022 г. В Японии после аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 г. наблюдается существенное сопротивление развитию атомной энергетики со стороны населения и некоммерческих организаций. До аварии 30% японской электроэнергии производилось на АЭС, и эту долю планировалось увеличить до 40%, однако после аварии, в 2012–2015 гг., она сократилась до 0–2%, поскольку все реакторы были закрыты для проведения проверок на безопасность. В 2019 г. за счет АЭС в Японии было произведено всего лишь 6,4% всей электроэнергии [IEA, 2021f]. В США и Франции также существует мощное сопротивление развитию атомной энергетики. Все это будет значительно ограничивать возможности развития отрасли в соответствующих странах.

Еще одним заблуждением является намерение некоторых стран развивать технологии улавливания и хранения углерода (CCUS). Эти технологии не решают проблему загрязнения окружающей среды, уничтожения естественных экосистем в процессе добычи природного газа и угля и выбросов парниковых газов при добыче (в частности, выбросов метана) и транспортировке ископаемого топлива. С учетом выбросов парниковых газов на всем жизненном цикле, технологии CCUS позволяют сократить выбросы от производства электроэнергии лишь на 10,8% в течение 20 лет работы угольной

электростанции [Jacobson, 2019]. Кроме того, технологии CCUS стимулируют добычу и сжигание ископаемого топлива, а сама идея добычи ископаемого топлива, его сжигания, улавливания выброшенного при сжигании углерода, а затем захоронения углерода в целях борьбы с изменением климата выглядит крайне противоречиво. К тому же электроэнергия, произведенная на угольных электростанциях с использованием технологий CCUS, стоит в 1,5–3 раза дороже, чем солнечная и ветровая электроэнергия [Lazard, 2020].

Уровень развития низкоуглеродных отраслей в России

В данном разделе анализируется состояние основных низкоуглеродных отраслей в России, таких как возобновляемые источники энергии и водородная энергетика, зеленые здания, экологичный транспорт и циклическая экономика в промышленности. Как было отмечено выше, в ближайшие десятилетия эти отрасли будут активно развиваться. Следовательно, они обладают высоким потенциалом с точки зрения развития российской экономики и с точки зрения реализации международного сотрудничества и международной торговли с участием России. При этом следует отметить, что перспективные направления развития российской низкоуглеродной экономики и международного экономического сотрудничества, конечно, не исчерпываются только этими четырьмя направлениями, и помимо них включают устойчивое сельское хозяйство, устойчивое управление лесным сектором, управление бытовыми отходами и т.д.

Возобновляемые источники энергии и водородная энергетика

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) представляют собой источники, «запасы которых восполняются естественным образом, прежде всего за счет поступающего на поверхность Земли потока энергии солнечного излучения, и в обозримой перспективе являются практически неисчерпаемыми» [Попель, 2008]. К таким источникам относятся солнечная энергия, энергия ветра, биомассы, водных потоков, а также геотермальная энергия.

Несмотря на то что СССР был одним из лидеров в области возобновляемой энергетики – в частности, в сфере гидро- и ветровой энергетики, в 2010-е годы России пришлось начать развитие возобновляемых источников энергии (не считая больших ГЭС, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду из-за изменения ландшафта, затопления территорий, уничтожения естественных экосистем) практически с нуля. В сфере электроэнергетики в период с 2013 по 2021 г. была сформирована сложная система государственной поддержки, которая охватывает все рыночные ниши: оптовый рынок электроэнергии и мощности (с 2013 г.), розничные рынки электроэнергии (с 2015 г.), микрогенерацию (с 2021 г.). Государственная политика в сфере внедрения ВИЭ в теплоэнергетике и в транспортном секторе отсутствует, хотя в сфере теплоэнергетики в последнее время наблюдается рост спроса на тепловые насосы и пеллетные котлы вследствие их экономической привлекательности.

Современные солнечные и ветровые электростанции (СЭС и ВЭС) начали строиться в России лишь после 2015 г. К настоящему времени в стране построено несколько десятков солнечных электростанций, более десяти ветропарков, создано несколько современных производств оборудования для солнечной и ветровой энергетики, та-

ких как производство лопастей ветроэнергетических установок (ВЭУ) в Ульяновске, сборка гондол для ВЭУ в Дзержинске и в поселке Горелово Ленинградской области, производство башен для ВЭУ в Таганроге, производство статора генератора, ротора и главного подшипника ВЭУ, генератора, ступицы и гондолы в Волгодонске, производство солнечных панелей в Подольске, производство солнечных модулей и ячеек в Новочебоксарске. Осуществлен трансфер иностранных технологий. Созданы образовательные программы для подготовки кадров.

Однако развитие ВИЭ не входит в число приоритетов России в энергетическом секторе. Энергетическая стратегия России на период до 2035 г., принятая в 2020 г., предполагает сохранение традиционных для страны направлений развития топливно-энергетического комплекса: наращивание добычи природного газа и угля при желательном сохранении текущих объемов добычи нефти. ВИЭ без учета крупных ГЭС в документе уделяется незначительная роль и отводится единственная задача – повышение эффективности энергоснабжения удаленных и изолированных территорий. Согласно имеющимся официальным планам в области ВИЭ, к 2025 г. установленная мощность солнечных, ветровых и малых гидроэлектростанций составит около 2,5% от всей установленной мощности, а доля этих источников в производстве электроэнергии – около 1%. К 2035 г. возможен рост этих значений до 5,4 и 2,3% соответственно [Lanshina, 2021]. При этом в мире уже в 2020 г. было произведено 9,4% всей электроэнергии только за счет энергии солнца и ветра. Россия является одной из трех стран «Группы двадцати», наряду с Саудовской Аравией и Индонезией, в которых солнечная и ветровая энергетика пока почти не получили развития [Ember, 2021].

В отличие от ВИЭ, водородная энергетика в последнее время получает в России достаточно много внимания, в том числе в рамках обновленной Энергетической стратегии, где она рассматривается в качестве перспективного направления, в том числе экспортного. В Энергетической стратегии поставлена цель по наращиванию экспорта водорода до 0,2 млн тонн к 2024 г. и 2 млн тонн к 2035 г. Однако при этом речь идет главным образом о водороде, производимом из ископаемого топлива или за счет электроэнергии АЭС, в то время как в мире основное внимание сейчас уделяется развитию зеленого водорода, производимого путем электролиза воды с использованием электроэнергии ВИЭ. Проектом электролиза водорода из воды с использованием атомной энергии уже активно занимается госкорпорация «Росатом». Ей поручены планирование и реализация пилотных проектов в России и за рубежом по производству водорода за счет атомной энергии; развитие собственных технологий производства, хранения и транспортировки водорода и формирование долгосрочных стратегических и технологических партнерств в этой области. Отраслевым интегратором данного направления является АО «Русатом Оверсиз». Его цель заключается в расширении зарубежного портфеля заказов предприятий госкорпорации «Росатом» и сохранении лидирующих позиций России на глобальном атомном рынке.

Таким образом, Россия уже обладает некоторыми компетенциями в области производства оборудования для солнечной и ветровой энергетике, а также опытом строительства и эксплуатации СЭС и ВЭС. Однако этот опыт пока незначителен и требует дальнейшего развития в части углубления локализации производственных операций, замены изношенных тепловых электростанций на современные СЭС и ВЭС, строительства новых генерирующих мощностей ВИЭ для производства зеленого водорода, освоения производства зеленого водорода, формирования государственной политики, направленной на стимулирование внедрения ВИЭ в секторе отопления и охлаждения и в транспортном секторе.

Зеленые здания

Зеленые здания – это здания, которые при проектировании, строительстве или эксплуатации уменьшают или устраняют негативные воздействия и оказывают положительное влияние на климат и окружающую среду [WGBC, n. d.]. Существует несколько международных стандартов зеленого строительства: BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) и DGNB (German Sustainable Building Council). Это наборы методов оценки экологической и энергетической эффективности проектирования зданий.

В России сфера зеленого строительства пока находится в начальной стадии развития. По состоянию на май 2021 г. количество сертифицированных зданий в стране составило всего 211 единиц, из них 46% – офисы, 23% – торговая недвижимость, 15% – складские и промышленные объекты, а остальные 16% распределены между другими типами строений [Knight Frank, 2021]. Для сравнения, в Великобритании количество сертифицированных зеленых зданий составляет около 19 тыс., в США – около 138 тыс. [GBIG, n. d.]. Однако в России активно применяются привычные технологии энерго- и теплосбережения, такие как светодиодные лампы и датчики движения, теплоизоляция окон и дверей, регулирование температурных режимов. Среди причин такого медленного развития отрасли зеленого строительства в России выделяют низкую стоимость энергии, отсутствие значимого финансового стимулирования данной отрасли со стороны государства, отсутствие понимания важности введения зеленых стандартов со стороны бизнеса и государства, а также длительный период окупаемости таких проектов, особенно с использованием экологичных строительных материалов, что в российской нестабильной макроэкономической обстановке является ключевым риском [Король, 2017].

Россия обладает значительным потенциалом дальнейшего внедрения технологий энерго- и теплосбережения, внедрения экологичных строительных материалов, а также стимулирования сертификации зданий по международным стандартам зеленого строительства.

Экологичный автотранспорт

Экологичный, или устойчивый, транспорт – это транспорт, который минимизирует негативное влияние на окружающую среду, при этом не снижая эффективности функционирования транспортной системы. На данный момент к экологичному автотранспорту относят легковые, грузовые, пассажирские автомобили и автобусы, функционирующие на альтернативных источниках энергии: электричестве, водороде, биогазе.

В России экологичный автотранспорт в последнее время набирает популярность. Например, с 1 сентября 2018 г. в рамках проекта «Энергия Москвы» в Москве начали работать первые электробусы, к 2030 г. ГУП «Мосгортранс» планирует полностью перейти на электробусы. Однако успехи в электрификации автотранспорта заметны только в сфере пассажирского транспорта и только в Москве, где в 2020 г. электробусы составили 7,1% (или 600 единиц) от всего автопарка пассажирских автобусов. Кроме того, в Москве электробусами были заменены троллейбусы, что не вполне логично, так как троллейбус – экологичный транспорт. Государственной программой города Москвы «Развитие транспортной системы» предусмотрено повышение доли электробусов

до 14,4% к 2021 г. и до 23% к 2022 г. А к 2030 г. город планирует полностью перейти на электробусы вместо автобусов на ископаемом топливе.

В других городах России переход на электробусы не является популярным трендом в области транспортной политики из-за их дороговизны и необходимости создания зарядной инфраструктуры. В Санкт-Петербурге перевозчик ГУП «Пассажиравтотранс» в 2018 г. закупил несколько электробусов, которые действуют на одном маршруте № 28. Компания активнее развивает транспорт на компримированном природном газе (метане): автопарк автобусов на газе составляет 163 единицы. Другой санкт-петербургский перевозчик ГУП «Горэлектротранс» с 2017 по 2020 г. запустил девять маршрутов электробусов с динамической зарядкой, которые фактически являются модернизированными троллейбусами, так как зависят от контактной сети. В Самаре в 2020 г. запустили один тестовый маршрут электробуса, однако через год его приостановили. В Набережных Челнах эксплуатируются три электробуса для сотрудников НТЦ «КАМАЗ». Вместо электробусов в регионах России развивают трамвайную и троллейбусную сети, так как они менее дорогостоящие.

Число электромобилей в России крайне незначительное. По состоянию на 1 января 2021 г. в России зарегистрировано 10,8 тыс. электромобилей [Тимерханов, 2021], на 71% больше, чем в 2020 г. Для сравнения, в США в 2019 г. было зарегистрировано более 800 тыс. электромобилей и еще около 570 тыс. гибридных автомобилей. В Китае, который является лидером по электрическому автопарку, в 2019 г. было зарегистрировано 2,6 млн электромобилей и 770 тыс. гибридных автомобилей. В ЕС насчитывается 970 тыс. электромобилей и 780 тыс. гибридных автомобилей [IEA, 2020g].

Для стимулирования спроса на электромобили требуется создание современной и широкой инфраструктуры зарядных станций. В России, по разным оценкам, количество работающих зарядных станций составляет около 450 единиц [Степанова, Никитина, 2021]. Это мало даже для существующего количества электрокаров, так как на десять электромобилей должна приходиться хотя бы одна станция зарядки, то есть работающих станций в России должно быть не менее тысячи. К тому же в России не существует единой системы зарядных станций, отсутствует единое требование по мощности и типу подключения. По этой причине сложно оценить их реальное количество и мощность, а также факт подключения этих станций к сети.

Минэкономразвития планирует построить 20 тыс. зарядных станций к 2024 г. и 150 тыс. – к 2030 г. Это связано в том числе с планами по импортозамещению, так как с 2024 г. планируется ограничить импорт в области производства электромобилей путем введения дополнительных налоговых сборов и стимулировать производство российского электромобиля на базе КамАЗ [Котляр, 2021]. КамАЗ – единственный российский автопроизводитель, у которого имеется рабочий прототип электромобиля.

Таким образом, электрификация личного и пассажирского автотранспорта в России находится на начальной стадии развития. Количество электромобилей и зарядных станций незначительно и не позволяет говорить о значительном развитии отрасли. В электрификации пассажирского транспорта заметно лидирует Москва с долей электробусов 7,1%, другие города России не планируют крупномасштабного введения данной технологии из-за ее высокой стоимости и необходимости развития соответствующей инфраструктуры.

России требуется создание единой сети электроразрядных станций, существенное увеличение числа таких станций, а также проведение политики, направленной на поставки возобновляемой электроэнергии для зарядки электротранспорта, развитие производства российских электромобилей, а также стимулирование перехода от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям, например, через запрет на продажу

новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания с определенного года, по примеру ЕС.

Циклическая экономика и зеленые технологии в промышленности

Циклическая экономика определяется как экономическая система, нацеленная на достижение нулевого уровня отходов и выбросов на протяжении всего жизненного цикла продукта, включая добычу сырья, промышленную переработку, потребление и утилизацию отходов [Nobre, Tavares, 2021]. Суть концепции циклической экономики заключается во введении ценности на продукты, материалы и отходы, в отличие от традиционной линейной экономической модели, основанной на схеме «бери – производи – потребляй – выбрасывай», а ее главный принцип состоит в достижении максимальной эффективности производства продуктов и переработки отходов для того, чтобы ограничить утечку ресурсов.

В России внедрение циклической экономики в промышленности находится на стадии теории и не является современным трендом. Существует некоторое количество единичных примеров российских инициатив в данной области, таких как проект GreenTire в кластере «Зеленая Москва». В рамках проекта планируется создать сервисно-производственный комплекс полного цикла по эксплуатации, продлению ресурса и вторичному использованию крупногабаритных шин. Лидерами и пионерами в области внедрения моделей циклической экономики в производстве являются российские представительства транснациональных корпораций. ИКЕА в России последовала модели рекуперации ресурсов и запустила несколько постоянных проектов по переработке и дальнейшему использованию ДСП, картона, картонных уголков, бумажных стаканчиков и стретч-пленки. Компания заявляет, что на данный момент перерабатывается 77% отходов, образованных в ее магазинах, и ставит амбициозную цель в 100% к 2030 г. [ИКЕА, 2021]. Следует отметить, что приведенные примеры являются исключительно инициативой компаний, так как в России экологическое законодательство обязывает компании не перерабатывать, а обрабатывать, утилизировать и обезвреживать отходы производства. В странах ЕС, например, основным бенефициаром в области перехода на циклическую экономику является государство, которое вводит строгие стандарты для промышленных и производственных предприятий в обращении с отходами производства.

Если введение циклической экономики в промышленности представляет собой системный и долгосрочный процесс, то другая сопутствующая сфера экологизации производства – внедрение зеленых технологий – является более доступной российским компаниям. Зеленые технологии в ряде источников определяются как технологии и методы, которые способствуют снижению отрицательного воздействия на окружающую среду за счет выброса меньшего количества вредных веществ, извлечения таких веществ из выбросов перед сбросом или за счет утилизации и переработки производственных остатков [OECD, 1999; UN, 1997]. К таким технологиям относят повышение энергоэффективности на предприятии, снижение топливных потерь за счет внедрения соответствующих технологий, переработку отходов, замену ископаемого топлива на возобновляемые источники энергии и др.

Среди крупнейших российских нефтегазовых и промышленных предприятий можно выделить следующие приоритеты в области внедрения зеленых технологий: повышение энергоэффективности предприятий и снижение потребления энергии («Газпромнефть», «Роснефть», «Лукойл», Группа ГАЗ, «Металлоинвест»), модернизация производственного оборудования. Зелеными технологиями, внедряемыми в ме-

таллургии, являются прямое восстановление железа и выплавка стали в электропечах («Металлоинвест»), технология более экологичных электролизеров («Русал»), переход на установки «сухой» очистки газа («Русал»). В области химической промышленности в России внедряются следующие зеленые технологии: комплекс глубокой переработки углеводородов в полиолефины (полимеры) (завод «ЗапСибНефтехим» СИБУРа), производство полиэфирных полиолов на основе переработанного углекислого газа Covestro. Перечисленные технологии направлены на снижение выбросов парниковых и вредных газов в металлургической и химической промышленности. Отметим, что их внедряют в основном крупнейшие российские экспортеры, чтобы не потерять доступ к международным рынкам и соответствовать законодательству стран-импортеров.

Существенный вклад в экологизацию и декарбонизацию промышленности способно внести внедрение наилучших доступных технологий (НДТ). В России в последние несколько лет ведется масштабная работа по переходу на НДТ – в частности, в 2014 г. приняты поправки к Федеральному закону «Об охране окружающей среды», которые определяют правовые основы государственной политики в области НДТ, разработан 51 отраслевой и межотраслевой справочник НДТ с учетом российского и международного опыта, реализуется федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий» в рамках национального проекта «Экология». В соответствии с обновленным законом «Об охране окружающей среды», НДТ должны иметь наименьший уровень воздействия на окружающую среду в расчете на единицу времени или объем производимой продукции, быть экономически эффективными, использовать методы сбережения ресурсов и энергии и применяться в промышленных масштабах на двух или более объектах в России. Целью внедрения НДТ является отказ от устаревших и неэффективных технологий и замена их на более совершенные и экологичные аналоги. Однако пока работа по переходу на НДТ в России недостаточно прозрачна, промышленные компании оказывают на нее слишком большое влияние, а стратегия внедрения НДТ отсутствует.

Таким образом, в России не существует единого тренда на переход к циклической экономике и внедрению зеленых технологий в промышленности. Лидерами в переходе на новую зеленую экономику являются либо представительства крупных транснациональных корпораций в России, которые применяют уже сложившиеся в других странах операционные модели, либо крупнейшие российские промышленные компании-экспортеры, которые вынуждены внедрять зеленые технологии для сохранения своих позиций в международной торговле. При этом, поскольку во всем мире циклическая экономика пока еще является формирующимся кластером технологий, Россия обладает возможностью занять лидерские позиции в данной сфере при условии своевременного (немедленного) активного подключения к проведению НИОРК в этой области, а также к процессу коммерциализации соответствующих технологий.

Заключение

Приоритетом всех рассмотренных в данной статье стратегических документов, касающихся достижения углеродной нейтральности крупнейшими экономиками мира к середине века, является энергетический переход, заключающийся в максимально амбициозном развитии ВИЭ во всех секторах энергетики (электроэнергетика, отопление и охлаждение, транспорт), повышении энергоэффективности и сокращении объемов использования ископаемого топлива, прежде всего угля. Это объясняется тем, что сжигание ископаемого топлива является основным источником выбросов парниковых га-

зов во многих странах. Также во всех программах внимание уделяется сокращению выбросов в промышленности (внедрение принципов циклической экономики, которое предполагает снижение объемов образования отходов, переработку отходов и замену угля на зеленый водород или иные зеленые энергоносители в промышленных процессах), а также в сельскохозяйственном и лесном секторах за счет внедрения принципов органического земледелия и устойчивого лесопользования. Именно эти технологии и отрасли получают наибольшее развитие в ближайшее время.

Некоторые страны ошибочно планируют осуществление декарбонизации энергетического сектора с использованием атомной энергетики, а также за счет технологий улавливания, хранения и использования углерода. Эти технологии слишком дороги и опасны для окружающей среды, жизни и здоровья населения. Кроме того, некоторые крупные экономики планируют отказаться от атомной энергетики. Например, Германия к концу 2022 г. закрывает все атомные реакторы. В других странах – Японии, США и Франции – наблюдается существенное сопротивление развитию атомной энергетики со стороны населения и некоммерческих организаций, что также будет ограничивать развитие данной отрасли. Несмотря на эти недочеты, все ведущие экономики мира, поставившие перед собой цель достижения углеродной нейтральности и разработавшие соответствующие стратегические документы, в ближайшие десятилетия ожидают масштабную низкоуглеродную трансформацию, которая изменит существующие производственные технологии, цепочки поставок и жизненные циклы товаров. Это неизбежно негативно отразится на российской экономике, которая в значительной степени зависит от поставок углеродоемкой продукции в другие страны.

Для уменьшения негативного влияния глобального перехода к углеродной нейтральности на российскую экономику России следует уделить пристальное внимание развитию тех технологий, которые в ближайшие годы будут наиболее востребованы в мире. Как было выявлено в данной статье, в России эти технологии, в частности ВИЭ, зеленый водород, зеленое строительство, экологичный автотранспорт, элементы циклической экономики в промышленности, находятся на начальном этапе развития, и многим из них, в том числе ключевым для достижения углеродной нейтральности, таким как ВИЭ, до сих пор уделяется недостаточное внимание. Так, современные технологии ВИЭ развиваются в России лишь с 2015 г. и обеспечивают незначительный вклад – например, доля ветровой и солнечной энергетики в производстве электроэнергии составляет лишь 0,3%, в то время как в мире за счет этих источников производится каждый десятый киловатт-час. Количество сертифицированных зеленых зданий в России исчисляется сотнями, в то время как в других крупных экономиках мира их десятки тысяч. Электротранспорт получил значительное развитие только в Москве и только в секторе электробусов, и отчасти за счет вытеснения троллейбусов, в то время как в целом в стране наблюдается крайне низкий уровень развития зарядной инфраструктуры. Примеры внедрения принципов циклической экономики в промышленности малочисленны, некоторые компании, в основном крупнейшие экспортеры, внедряют более доступные зеленые технологии, однако эта практика пока также является недостаточно целенаправленной и массовой.

Ускоренное развитие перечисленных технологий и отраслей и обеспечение международного сотрудничества в них, включая сотрудничество в сфере НИОКР, трансфер иностранных технологий, развитие российских технологий и наукоемкой продукции как для снабжения внутреннего рынка, так и для поставок на экспорт, способно принести выгоды российской экономике, защитить ее от риска снижения глобального спроса на ископаемое топливо, способствовать ее диверсификации, облегчить выход из кризиса после пандемии и обеспечить России высокие темпы экономического роста

в долгосрочном периоде. В частности, России необходимо углублять локализацию производства оборудования для ВИЭ, постепенно замещать выбывающие по причине изношенности мощности тепловых электростанций на современные СЭС и ВЭС, строить новые электростанции на ВИЭ для производства зеленого водорода, осваивать производство зеленого водорода, формировать государственную политику, направленную на стимулирование внедрения ВИЭ в секторе тепловой энергетики и в транспортном секторе, внедрять технологии энерго- и теплосбережения, стимулировать применение экологичных строительных материалов, а также сертификацию зданий по международным стандартам зеленого строительства, создавать единую сеть электростанций, существенно увеличивать число таких станций, проводить политику, направленную на поставки возобновляемой электроэнергии для зарядки электротранспорта, развивать производство российских электромобилей, стимулировать переход от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям (например, через запрет на продажу новых автомобилей с двигателями внутреннего сгорания с определенного года, по примеру ЕС), внедрять наилучшие доступные технологии, развивать зеленые технологии и внедрять принципы циклической экономики в промышленности.

Список источников

Король Т.О. (2017). Роль природно-экологических факторов при внедрении зеленых строительных технологий в России // Вестник РУДН. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности. № 1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-prirodno-ekologicheskikh-faktorov-pri-vnedrenii-zelenyh-stroitelnyh-tehnologiy-v-rossii> (дата обращения: 03.07.2021).

Котляр М. (2021). Минэк запланировал развитие электротранспорта за 418 млрд // РБК. 18 мая. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/18/05/2021/60a2eea79a794792e1387b24> (дата обращения: 01.07.2021).

Ланьшина Т. (2021). Ветроэнергетический рынок России: потенциал развития новой экономики. Режим доступа: https://www.fes-russia.org/fileadmin/user_upload/documents/210316-FESMOS-wind-energy-ru.pdf?fbclid=IwAR3jqNAltsIkuSzGRk-TmkUZTmIb7SBvyBiUfE4OENtgoMOECmlOzoeDZ24 (дата обращения: 11.07.2021).

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) (2019). Глобальное потепление на 1,5 °C. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_ru.pdf (дата обращения: 30.07.2021).

Попель О.С. (2008). Возобновляемые источники энергии: роль и место в современной и перспективной энергетике // Российский химический журнал. № 52 (6). С. 95–106. Режим доступа: <http://chem.msu.ru/rus/jvho/2008-6/95.pdf> (дата обращения: 23.07.2021).

Степанова Ю., Никитина О. (2021). На зарядку становись // Коммерсантъ. 19 мая. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4816869> (дата обращения: 01.07.2021).

Тимерханов А. (2021). Количество электромобилей в России превысило 10 тысяч единиц // Автостат. 7 февраля. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/47243/> (дата обращения: 01.07.2021).

Act on Promotion of Global Warming Countermeasures (2021). 1998 Law No. 117. Режим доступа: <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=410AC000000117> (дата обращения: 16.07.2021) (in Japanese).

Biden-Harris Democrats (2020). The Biden Plan for a Clean Energy Revolution and Environmental Justice. Режим доступа: <https://joebiden.com/climate-plan/> (дата обращения: 17.07.2021).

Biden-Harris Democrats (2021). The Biden Plan to Build a Modern, Sustainable Infrastructure and an Equitable Clean Energy Future. Режим доступа: <https://joebiden.com/clean-energy/> (дата обращения: 11.07.2021).

Black R., Cullen K., Fay B., Hale T., Lang J., Mahmood S., Smith S.M. (2021). Taking Stock: A Global Assessment of Net Zero Targets. Energy & Climate Intelligence Unit (ECIU)-Oxford Net Zero. March. Режим

доступа: https://cal-eci.edcdn.com/reports/ECIU-Oxford_Taking_Stock.pdf?mtime=20210323005817&focal=none (дата обращения: 17.07.2021).

Center for Climate and Energy Solutions (C2ES) (n. d.). Global Emissions. Режим доступа: <https://www.c2es.org/content/international-emissions/> (дата обращения: 11.07.2021).

Chen J.M. (2021) Carbon Neutrality: Toward a Sustainable Future // The Innovation. Vol. 2. No. 3. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100127>

Climate Action Tracker (2020). Brazil. Режим доступа: <https://climateactiontracker.org/countries/brazil/> (дата обращения: 30.06.2021).

Climate Transparency (2020). Brazil. Climate Transparency Report 2020. Режим доступа: <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2020/11/Brazil-CT-2020-WEB2.pdf> (дата обращения: 30.06.2021).

Ember (2021). Global Electricity Review. March. Режим доступа: <https://ember-climate.org/project/global-electricity-review-2021/> (дата обращения: 12.06.2021).

Energy & Climate Intelligence Unit (ECIU) (2021). Net Zero Emissions Race. Режим доступа: <https://eciunet/netzerotracker> (дата обращения: 11.07.2021).

European Commission (EC) (2019). 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, 11 December. Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640> (дата обращения: 15.07.2021).

European Commission (EC) (2021). Delivering the European Green Deal. Режим доступа: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en (дата обращения: 11.07.2021).

European Council (2020). European Council Meeting (10 and 11 December 2020): Conclusions. EUCO 22/20. Brussels, 11 December. Режим доступа: <https://www.consilium.europa.eu/media/47296/1011-12-20-euco-conclusions-en.pdf> (дата обращения: 15.07.2021).

European Council (2021). Council Adopts European Climate Law. Press Release. 28 June. Режим доступа: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/06/28/council-adopts-european-climate-law/> (дата обращения: 09.07.2021).

Eurostat (2021). CO₂ Emissions From Energy Use Clearly Decreased in the EU in 2020. 7 May. Режим доступа: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210507-1> (дата обращения: 11.07.2021).

Farand C. (2021). UK Calls on Indonesia to Set Out Roadmap to Net Zero Emissions // Climate Home News, 3 June. Режим доступа: <https://www.climatechangenews.com/2021/06/03/uk-calls-indonesia-set-roadmap-net-zero-emissions/> (дата обращения: 09.07.2021).

Federal Constitutional Court (2021) Constitutional Complaints Against the Federal Climate Change Act Partially Successful. Press Release No. 31/2021. 29 April. Режим доступа: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2021/bvg21-031.html> (дата обращения: 11.07.2021).

Federal Government (2019). Climate Action Programme 2030. 20 September. Режим доступа: <https://www.bundesregierung.de/breg-en/issues/climate-action/klimaschutzprogramm-2030-1674080> (дата обращения: 21.07.2021).

Federal Government (2021). Generationenvertrag für das Klima [Generational Contract for the Climate]. Режим доступа: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672> (дата обращения: 12.07.2021). (In German)

Federal Ministry of Finance (2021). Sofortprogramm für mehr Klimaschutz [Immediate Programme for More Climate Protection]. Режим доступа: <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Klimaschutz/klimaschutz-sofortprogramm.html> (дата обращения: 11.07.2021). (In German)

- Federal Office of Justice (2019). Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) [Federal Climate Protection Act (KSG)]. 12 December. Режим доступа: <https://www.gesetze-im-internet.de/ksg/BJNR251310019.html> (дата обращения: 17.07.2021). (In German)
- Fraunhofer ISE (2021). Public Net Electricity Generation in Germany 2020: Share From Renewables Exceeds 50 Percent. News. 4 January. Режим доступа: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/news/2020/public-net-electricity-generation-in-germany-2020-share-from-renewables-exceeds-50-percent.html> (дата обращения: 11.07.2021).
- Gov.UK (2021). The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution. Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936567/10_POINT_PLAN_BOOKLET.pdf (дата обращения: 11.07.2021).
- Green Building Information Gateway (GBIG) (n. d.). Places. Режим доступа: <http://www.gbig.org/places/468> (дата обращения: 02.07.2021).
- ИКЕА (2021) Tsiklicheskaya ekonomika [Cyclical Economy]. Режим доступа: <https://www.ikea.com/ru/ru/this-is-ikea/sustainable-everyday/ciklicheskaya-ekonomika-pub70ec0220> (дата обращения: 11.07.2021). (In Russian)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2019). Global Warming of 1.5 °C. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_ru.pdf (дата обращения: 30.07.2021). (In Russian)
- International Energy Agency (IEA) (2020g). Global EV Outlook 2020. IEA Technology Report (June). Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020> (дата обращения: 01.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021a). Country Profile: France. Режим доступа: <https://www.iea.org/countries/france> (дата обращения: 09.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021b). India Energy Outlook 2021. IEA Flagship Report. Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/india-energy-outlook-2021> (дата обращения: 09.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021c). Country Profile: Brazil. Режим доступа: <https://www.iea.org/countries/brazil> (дата обращения: 09.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021d). Country Profile: Indonesia. Режим доступа: <https://www.iea.org/countries/indonesia> (дата обращения: 11.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021e). Country Profile: China. Режим доступа: <https://www.iea.org/countries/china> (дата обращения: 09.07.2021).
- International Energy Agency (IEA) (2021f). Country Profile: Japan. Режим доступа: <https://www.iea.org/countries/japan> (дата обращения: 09.07.2021).
- Iqbal N., Abbasi K.R., Shinwari R., Guangcai W., Ahmad M., Tang K. (2021). Does Exports Diversification and Environmental Innovation Achieve Carbon Neutrality Target of OECD Economies? // *Journal of Environmental Management*. Vol. 291. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112648>
- Jacobson M.Z. (2019). The Health and Climate Impacts of Carbon Capture and Direct Air Capture // *Energy & Environmental Science*. Vol. 12. P. 3567–3574. <https://doi.org/10.1039/c9ee02709b>
- Knight Frank (2021). 37% kompaniy po vsemu miru planiruyut uvelichit' dolyu "zelenykh" ofisov v svoem portfele nedvizhimosti [37% of Companies Around the World Plan to Increase the Proportion of Green Offices in their Real Estate Portfolio]. News. 24 May. Режим доступа: <https://kf.expert/news/37-kompanij-po-vsemu-miru-planiruyut-uvelichit-dolyu-zelenyh-ofisov-v-svoem-portfele-nedvizhimosti> (дата обращения: 02.07.2021). (In Russian).
- Korol T.O. (2017). The Role of Natural and Environmental Factors in the Implementation of Green Building Technologies in Russia // *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. Vol. 25. No. 1. P. 155–168. (In Russian) <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2017-25-1-155-168>
- Kotlyar M. (2021). Ministry of Economic Development Plans to Develop Electric Transport for P418 Billion // *RBC Group*. 18 May. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/18/05/2021/60a2eea79a794792e1387b24> (дата обращения: 01.07.2021). (In Russian).

- Lanshina T. (2021). Russia's Wind Energy Market: Potential for New Economy Development. Friedrich Ebert Stiftung (FES). Режим доступа: https://www.fes-russia.org/fileadmin/user_upload/documents/210316-FESMOS-windenergy-ru.pdf?fbclid=IwAR3jqNAltsIkuSzGRk-TmkUZTmIb7SBvyBiUfE4OENtgoMOECmlOzoeDZ24 (дата обращения: 11.07.2021). (In Russian).
- Lazard (2020). Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis: Version 14.0. Режим доступа: <https://www.lazard.com/media/451419/lazards-levelized-cost-of-energy-version-140.pdf> (дата обращения: 29.07.2021).
- Li Y., Lan S., Ryberg M., Perez-Ramirez J., Wang X. (2021). A Quantitative Roadmap for China Towards Carbon Neutrality in 2060 Using Methanol and Ammonia as Energy Carrier // *iScience*. Vol. 24. Iss. 6. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102513>
- LOI n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat [Law No 2019-1147 of 8 November Relating to Energy and Climate] (2019). Режим доступа: <https://perma.cc/5XYM-8VDA> (дата обращения: 15.07.2021) (in French).
- Ministry of Ecological Transition (2020). National Low Carbon Strategy. Режим доступа: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/en_SNBC-2_summary_4-pages.pdf (дата обращения: 09.07.2021).
- Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) (n. d.). Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality. Режим доступа: https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/ggs2050/index.html (дата обращения: 04.11.2021).
- Ministry of Foreign Affairs of the People's Republic of China (FMPRC) (2020). Statement by H. E. Xi Jinping President of the People's Republic of China at the General Debate of the 75th Session of the United Nations General Assembly. 22 September. Режим доступа: https://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/zxxx_662805/t1817098.shtml (дата обращения: 05.07.2021).
- Nakano J. (2020). Japan Seeks Carbon Neutrality by 2050. CSIS Commentary. 2 November. Center for Strategic and International Studies. Режим доступа: <https://www.csis.org/analysis/japan-seeks-carbon-neutrality-2050> (дата обращения: 30.06.2021).
- Neier H., Neyer J., Radunsky K. (2018). International Climate Negotiations. Issues at Stake in View of the COP 24 UN Climate Change Conference in Katowice and Beyond. Режим доступа: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/626092/IPOL_STU\(2018\)626092_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/626092/IPOL_STU(2018)626092_EN.pdf) (дата обращения: 11.07.2021).
- Nobre G.C., Tavares E. (2021). The Quest for a Circular Economy Final Definition: A Scientific Perspective // *Journal of Cleaner Production*. Vol. 314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127973>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999) The Environmental Goods and Services Industry: Manual for Data Collection and Analysis. <https://doi.org/10.1787/9789264173651-en>
- Popel O.S. (2008). Vozobnovlyayemye istochniki energii: rol' i mesto v sovremennoy i perspektivnoy energet [Renewable Energy Sources: Role and Place in Modern and Future Energy System] // *Russian Chemical Journal*. Vol. 52. No. 6. P. 95–106. Режим доступа: <http://chem.msu.ru/rus/jvho/2008-6/95.pdf> (дата обращения: 23.07.2021). (In Russian)
- Safi A., Chen Y., Wahab S., Zheng L., Rjoub H. (2021). Does Environmental Taxes Achieve the Carbon Neutrality Target of G7 Economies? Evaluating the Importance of Environmental R&D // *Journal of Environmental Management*. Vol. 293. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112908>
- Spring J., Paraguassu L. (2021). Brazil's Bolsonaro, Under U.S. Pressure, Vows Climate Neutrality by 2050 // *Reuters*. 22 April. Режим доступа: <https://www.reuters.com/business/environment/bolsonaro-says-brazil-will-reach-climate-neutrality-by-2050-2021-04-22/> (дата обращения: 11.07.2021).
- Stepanova J., Nikitina O. (2021). Get Ready to Charge. *Kommersant*, 19 May. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4816869> (дата обращения: 01.07.2021). (In Russian).
- Stern N., Valero A. (2021). Innovation, Growth and the Transition to Net-Zero Emissions // *Research Policy*. Vol. 50. Iss. 9. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104293>
- The Climate Change Act 2008 (2050 Target Amendment) Order 2019. Statutory Instrument 2019. No. 1056. Режим доступа: <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2019/1056/contents/made> (дата обращения: 11.07.2021).

The White House (2021). Executive Order on Tackling the Climate Crisis at Home and Abroad. Presidential Act, 27 January. Режим доступа: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/01/27/executive-order-on-tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad/> (дата обращения: 09.07.2021).

Timerkhanov A. (2021). The Number of Electric Vehicles in Russia Has Exceeded 10 Thousand Units // Autostat. 7 February. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/47243/> (дата обращения: 01.11.2021). (In Russian).

United Nations (UN) (1997). Glossary of Environment Statistics: Studies in Methods. Series F. No. 67. Режим доступа: https://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_67E.pdf (дата обращения: 04.11.2021).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2020). Russian Federation: 2020 National Inventory Report (NIR). Режим доступа: <https://unfccc.int/documents/226417> (дата обращения: 12.07.2021).

Wan B., Tian L., Fu M., Zhang G. (2021). Green Development Growth Momentum Under Carbon Neutrality Scenario // Journal of Cleaner Production. Vol. 316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128327>

World Bank (WB) (2021). Gross Domestic Product 2020, PPP. World Development Indicators Database. Режим доступа: https://databank.worldbank.org/data/download/GDP_PPP.pdf (дата обращения: 16.07.2021).

World Green Building Council (WGBC) (n. d.). About Green Building. Режим доступа: <https://www.worldgbc.org/what-green-building> (дата обращения: 02.07.2021).

Xu M., Singh S. (2021). China to Cut Coal Use Share Below 56% in 2021. 22 April. Режим доступа: <https://www.reuters.com/world/china/china-cut-coal-use-share-below-56-2021-2021-04-22/> (дата обращения: 11.07.2021).

The Transition of the World's Largest Economies to Carbon Neutrality: Areas of Potential Cooperation With Russia^{1, 2}

T. Lanshina, A. Loginova, D. Stoyanov

Tatiana Lanshina – PhD in Economics, Senior Researcher at the International Laboratory for Sustainable Development Studies of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); 82 Prospekt Vernadskogo, bldg. 1, Moscow, 119571, Russian Federation; lanshina@ranepa.ru

Arina Loginova – Student, the Faculty of Foreign Regional Studies and Regional Administration, the Institute of Public Administration and Civil Service, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); Junior Researcher at the Centre for Economic Modelling of Energy and Environment of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); Ambassador of SDSN Youth in Russia; 82 Prospekt Vernadskogo, bldg. 1, Moscow, 119571, Russian Federation; loginova-ad@ranepa.ru

Dmitry Stoyanov – Junior Researcher at the Centre for Economic Modelling of Energy and Environment of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); 82 Prospekt Vernadskogo, bldg. 1, Moscow, 119571, Russian Federation; stoyanov-de@ranepa.ru

Abstract

In 2020, despite the global economic crisis caused by the COVID-19 pandemic, it became clear that decarbonization and energy transition had become strategic goals rather than market trends. Moreover, they have become part of the broader and more ambitious plans of the world's largest economies to move toward carbon neutrality by the middle of the 21st century. These economies include the European Union, the U.S., China, Japan and Korea.

In Russia, these trends are typically viewed through the prism of risk: carbon neutrality implies a dramatic decrease in demand for fossil fuels, the production and export of which still play a key role in the Russian economy. However, apart from the risk to traditional sources of income, the global transition to carbon neutrality creates new opportunities for the development and diversification of the Russian economy, as well as for international cooperation in new areas. This article is devoted to the general identification of such opportunities.

The authors perform a content analysis of the official plans of the largest economies related to achieving carbon neutrality by 2050–60. The main areas in which actions will be taken are identified. The current state of the corresponding industries in Russia and the possibilities for improvement are investigated. On the basis of this analysis, promising directions for the development of the Russian economy are proposed in which the implementation of large-scale international economic cooperation is possible in the coming decades.

Keywords: sustainable development goals (SDGs), Agenda 2030, renewable energy sources (RES), carbon neutrality, net zero emissions

For citation: Lanshina T., Loginova A., Stoyanov D. (2021). The Transition of the World's Largest Economies to Carbon Neutrality: Areas of Potential Cooperation With Russia. *International Organisations Research Journal*, vol. 16, no 4, pp. 98–125 (in English). doi:10.17323/1996-7845-2021-03-05

References

Accenture (2017). The Digital Oil Company: Getting ahead of the Energy Transition. Available at: https://www.accenture.com/us-en/_acnmedia/pdf-58/accenture-the-digital-oil-company-getting-ahead-of-the-energy-transition.pdf (accessed 13 May 2021).

¹ The article was written on the basis of the RANEPA state assignment research programme.

² This article was submitted 07.08.2021.

- Ahl A., Yarime M., Goto M., Chopra S.S., Kumar N.M., Tanaka K., Sagawa D. (2020). Exploring blockchain for the energy transition: Opportunities and challenges based on a case study in Japan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 117. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109488>
- Ahmad T., Zhang D., Huang C., Zhang H., Dai N., Song Y., Chen H. (2021). Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, vol. 289. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834>
- Booth A., Patel N., Smith M. (2020). Digital Transformation in Energy: Achieving Escape Velocity. McKinsey&Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/digital-transformation-in-energy-achieving-escape-velocity> (accessed 11.05.2021).
- Boza P., Evgeniou T. (2021). Artificial intelligence to support the integration of variable renewable energy sources to the power system. *Applied Energy*, vol. 290. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116754>
- Buterin V. (2014). Ethereum White Paper – a next generation smart contract & decentralized application platform Ethereum.org. Available at: https://cryptorating.eu/whitepapers/Ethereum/Ethereum_white_paper.pdf (accessed 1 May 2021).
- Cao Y. (2019). Energy Internet blockchain technology. *The energy internet – an open energy platform to transform legacy power systems into open innovation and global economic engines* (W. Su, A.Q. Huang (eds). Duxford United Kingdom: Woodhead Publishing, pp. 45–64.
- Gazpromneft' (2019). Cifrovaja transformacija [Digital Transformation]. Available at: <https://ar2019.gazpromneft.ru/strategic-report/digital-transformation> (accessed 18 May 2021). (In Russian)
- Global Carbon Project (2020). Global Carbon Budget 2020. Available at: https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/20/files/GCP_CarbonBudget_2020.pdf (accessed 1 May 2021).
- Government of the Russian Federation (2017). Ob utverzhdenii programmy “Cifrovaja jekonomika Rossijskoj Federacii [On the approval of the program “Digital Economy of the Russian Federation”]. Available at: <http://government.ru/docs/28653/> (accessed 22 May 2021). (In Russian)
- IEA (2017). Digitalisation and Energy. Available at: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy> (accessed 8 May 2021).
- IRENA (2017). Building innovation networks to transform the energy landscape. Available at: <https://irena.org/newsroom/articles/2017/Dec/Building-innovation-networks-to-transform-the-energy-landscape> (accessed 6 May 2021).
- IRENA (2018). A Digitalised, Decentralised Future is Around the Corner. Available at: <https://www.irena.org/newsroom/articles/2018/Sep/A-Digitalised-Decentralised-Future-is-Around-the-Corner> (accessed 6 May 2021).
- IRENA (2019a). A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/Global_commission_geopolitics_new_world_2019.pdf (accessed 1 April 2021).
- IRENA (2019b). Enabling Technologies: Innovation Landscape. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Enabling-Technologies_Collection_2019.pdf (accessed 7 April 2021).
- IRENA (2019c). Innovation Landscape for a Renewable-Powered Future: Solutions to Integrate Variable Renewables. Available at: file:///Users/tatiana/Downloads/IRENA_Innovation_Landscape_2019_report.pdf (accessed 7 April 2021).
- Jha S.K., Bilalovic J., Jha A., Patel N., Zhang H. (2017). Renewable energy: present research and future scope of Artificial Intelligence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 77, pp. 297–317. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.018>
- Kivimaa P., Sivonen M.H. (2021). Interplay between low-carbon energy transitions and national security: An analysis of policy integration and coherence in Estonia, Finland and Scotland. *Energy Research & Social Science*, vol. 75. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102024>
- Kloppenburg S., Boekelo M. (2019). Digital platforms and the future of energy provisioning: Promises and perils for the next phase of the energy transition. *Energy Research & Social Science*, vol. 49, pp. 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.10.016>

- Klubkov S., Mosojan M. (2020). Programma “Cifrovoj LUKOIL 4.0” [Digital LUKOIL 4.0 Program] / Vygon Consulting. Available at: https://vygon.consulting/upload/iblock/266/vygon_consulting_smart_upstream.pdf (accessed 14 May 2021). (In Russian)
- Kozlova D.V., Pigarev D.Yu. (2020). Cifrovaya transformaciya neftegazovoj otrasli: bar'ery i puti ih preodoleniya [Digital transformation of the oil and gas industry: barriers and ways to overcome them]. *Gazovaya promyshlennost'*, no 7 (803), pp. 34–38. (In Russian)
- Loock M. (2020). Unlocking the value of digitalization for the European energy transition: A typology of innovative business models. *Energy Research & Social Science*, vol. 69. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101740>
- Martinez-Anido C.B., Botor B., Florita A.R., Draxl C., Lu S., Hamann H.F., Hodge B.M. (2016). The value of day-ahead solar power forecasting improvement. *Solar Energy*, vol. 129, pp. 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.01.049>
- Ministry of Energy of the Russian Federation (2020). Jenergeticheskaja strategija Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda [Energy Strategy of the Russian Federation until 2035]. Available at: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (accessed 13 May 2021). (In Russian)
- Mitrova T., Melnikov Y. (2019). Energy transition in Russia. *Energy Transitions*, vol. 3, pp. 73–80. <https://doi.org/10.1007/s41825-019-00016-8>
- Portulans Institute (2020). The Network Readiness Index 2020. Available at: https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/11/NRI-2020-V8_28-11-2020.pdf (accessed 14.05.2021).
- President of the Russian Federation (2018). Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.05.2018 g. № 204 O nacional'nyh celjah i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda [Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2018 No. 204 On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024]. Available at: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed 22 May 2021). (In Russian)
- REN21 (2010). Renewables 2010 Global Status Report. Available at: https://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/REN21_GSR_2010_full_revised%20Sept2010.pdf (accessed 11 May 2021).
- REN21 (2020). Renewables 2020 Global Status Report. Available at: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf (accessed 11 May 2021).
- Rifkin J. (2013). *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World.* – Palgrave MacMillan.
- Rosneft' (2021). Novaja strategija “Rosneft'-2022” [Rosneft'-2022 new strategy]. Available at: <https://www.rosneft.ru/docs/report/2017/ru/strategy.html> (accessed 23 May 2021). (In Russian)
- Rosseti (2018). Koncepcija “Cifrovaja transformacija 2030” [Concept “Digital Transformation 2030”]. Available at: https://www.rosseti.ru/investment/Kontseptsiya_Tsifrovaya_transformacija_2030.pdf (accessed 22 May 2021). (In Russian)
- Smil V. (2010). *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects.* Praeger.
- Smil V. (2018). *Energy and civilization: a history.* MIT Press.
- Sovacool B.K., Hess D.J., Cantoni R. (2021). Energy transitions from the cradle to the grave: A meta-theoretical framework integrating responsible innovation, social practices, and energy justice. *Energy Research & Social Science*, vol. 75. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102027>
- Tatneft' (2018). Strategija razvitiya Gruppy “Tatneft” do 2030 goda [Development strategy of TATNEFT Group until 2030]. Available at: https://www.tatneft.ru/storage/block_editor/files/02427faf51999c3fc3fb83572b07c3e242f7ec3e.pdf (accessed 23 May 2021). (In Russian)
- Verma P., Savickas R., Buettner S.M., Strücker J., Kjeldsen O., Wang X. Digitalization: enabling the new phase of energy efficiency. *Group of Experts on Energy Efficiency*. Seventh session. Available at: https://unece.org/sites/default/files/2020-12/GEEE-7.2020.INF_.3.pdf (accessed 11 May 2021).
- Wang Q., Su M. (2020). Integrating blockchain technology into the energy sector – from theory of blockchain to research and application of energy blockchain. *Computer Science Review*, vol. 37. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100275> (accessed 16 April 2021).

Wu J., Tran N. (2018). Application of blockchain technology in sustainable energy systems: An overview. *Sustainability*, vol. 10 (9). <https://doi.org/10.3390/su10093067>.

Wu Y., Wu Y., Guerrero J.M., Vasquez J.C. (2021). Digitalization and decentralization driving transactive energy Internet: Key technologies and infrastructures. *Electrical Power and Energy Systems*, vol. 126. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2020.106593>

Zhang J. (2021). Distributed network security framework of energy internet based on internet of things. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 44. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101051>

Zhou K., Fu C., Yang S. (2016). Big data driven smart energy management: From big data to big insights. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 56, pp. 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.050>