

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

DOI: 10.15838/ptd.2022.2.118.5

УДК 338.24 | ББК 65.050

© Лебедева М.А.

ПРОБЛЕМЫ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ



МАРИНА АНАТОЛЬЕВНА ЛЕБЕДЕВА

Вологодский научный центр Российской академии наук

Вологда, Российская Федерация

e-mail: lebedevamarina1@mail.ru

ORCID: [0000-0002-7310-6143](https://orcid.org/0000-0002-7310-6143); ResearcherID: [R-8097-2018](https://orcid.org/R-8097-2018)

В последние годы проблема изменения климата является одной из самых актуальных. Наиболее сильно его негативные последствия проявятся в северных странах с углеродоемкой экономикой, таких как Российская Федерация, для которых повышение среднегодовой температуры чревато разрушением инфраструктуры, ростом заболеваемости и смертности населения, а введение мер по климатическому регулированию зарубежными партнерами может привести к снижению объемов экспорта, потере внешних рынков. Соответственно, обеспечение декарбонизации экономики для России выступает важной задачей. В связи с этим цель работы – определение проблем декарбонизации экономики России. В ходе анализа зарубежного опыта выявлено, что в странах с наибольшими объемами выбросов парниковых газов активно применяются инструменты декарбонизации, главным образом системы квотирования выбросов, углеродные налоги, технические стандарты, запреты на продажу углеродоемкой продукции. Отличительной чертой разрабатываемой в России системы климатического регулирования можно назвать стремление к учету ассимиляционного потенциала экосистем. Проанализированы наиболее перспективные инструменты декарбонизации экономики России: системы квотирования, карбоновые полигоны, применение технологий по улавливанию и закачке в недра углекислого газа, развитие электротранспорта. Определено, что основной проблемой применения этих инструментов является их недостаточная согласованность: начало их работы запланировано практически на одно и то же время, при этом их эффективность зависит от результатов работы друг друга. Так, работа системы квотирования выбросов парниковых газов зависит от результатов работы системы государственного учета углеродных единиц и карбоновых полигонов. Кроме того, названы потенциальные проблемы применения отдельно взятых инструментов: недостаточная регламентированность отчетности для карбоновых полигонов, неучет зарубежного не-

Для цитирования: Лебедева М.А. (2022). Проблемы декарбонизации экономики России // Проблемы развития территории. Т. 26. № 2. С. 57–72. DOI: 10.15838/ptd.2022.1.118.5

For citation: Lebedeva M.A. (2022). Decarbonization problems of the Russian economy. *Problems of Territory's Development*, 26 (2), 57–72. DOI: 10.15838/ptd.2022.2.118.5

удачного опыта при введении системы квотирования, ориентированность на экспорт работы водородной энергетики, слабая связанность инфраструктуры для обслуживания электротранспорта.

Декарбонизация, Россия, устойчивое развитие, территориальное развитие, Парижское соглашение, трансграничный углеродный налог, парниковые газы.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Статья подготовлена в соответствии с государственным заданием для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР № FMGZ-2022-0012 «Факторы и методы устойчивого социально-экономического развития территориальных систем в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды».

Глобальное изменение климата является острой эколого-экономической проблемой, и все большее число стран сталкивается с ее неблагоприятными последствиями: опасными метеорологическими явлениями, увеличением заболеваемости и смертности населения, нарушением экосистем (Катцов и др., 2011). Международные институты подчеркивают необходимость неотложного реагирования для ограничения темпов изменения климата с целью сокращения возможных рисков¹.

Особенно опасны последствия глобального потепления для северных территорий, таких как Россия. Здесь изменение климата может проявиться в разрушении инфраструктуры и фундаментальных строений, возникновении эпидемии сибирской язвы вследствие таяния многолетней мерзлоты и размещенных в ней скотомогильников (Катцов и др., 2011; Ревич и др., 2019; Ревич, Шапошников, 2021; Ревич и др., 2021). Кроме того, есть основания полагать, что за изменением климатических условий последует рост заболеваемости и смертности населения по причине увеличения частоты волн жары и недостаточности реализации адаптационных мер.

Несмотря на необходимость адаптации среды проживания к климатическим изменениям, ключевым способом снижения климатических рисков, по мнению ряда исследователей (Катцов и др., 2011; Ревич и др., 2019; Ревич, Шапошников, 2021; Ревич и др., 2021), является декарбонизация экономики, предполагающая снижение уровня выбросов парниковых газов (ПГ), главным образом диоксида углерода. Учитывая масштаб текущей климатической повестки, к декарбонизации хозяйственной деятельности призывают все страны мира вне зависимости от уровня их экономического развития и специализации². Однако для государств, основу экономики которых составляют ресурсо- и энергоемкие отрасли, осуществление декарбонизации будет более затруднительным, чем для развитых стран с постиндустриальной экономической системой (Ускова и др., 2013). Соответственно, для России снижение углеродоемкости экономики является весьма важной задачей, в связи с чем целью работы стало определение проблем декарбонизации экономики РФ. Научная новизна исследования состоит в анализе ключевых инструментов декарбонизации экономики России и выявлении особенностей их использования.

¹ Смягчение последствий изменения климата. Политические меры и прогресс. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/df8a72b4-ru/index.html?itemId=/content/component/df8a72b4-ru>; Цель 13: Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями / ООН. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/climate-change> (дата обращения 12.12.2021); Действия в области изменения климата: приоритеты Группы Всемирного банка в климатической сфере. URL: <https://blogs.worldbank.org/ru/voices/deystviya-v-oblasti-izmeneniya-klimata-prioritety-gruppy-vsemirnogo-banka-v-klimaticheskoy>

² Рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата / ООН. 1992. 31 с.; Принятие Парижского соглашения. Рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата / ООН. 2015. 42 с.

Теоретические основы исследования

Проблема изменения климата является одной из наиболее актуальных в мире. Для снижения его негативного воздействия на социально-экономические системы выделяют две группы мер: декарбонизация и адаптация. Под адаптацией понимается «приспособление природных, социальных или экономических систем в ответ на фактические или ожидаемые климатические изменения, а также их последствия»³. Среди адаптационных мер рассматривают создание защитных систем от наводнений, систем раннего метеорологического предупреждения, зон прохлады, совершенствование лесопожарной охраны⁴. Данные меры не универсальны и в большей степени зависят от специфики конкретной территории. Важность такой адаптации является общепризнанной, но в то же время для ее реализации не используются внешние инструменты стимулирования или давления, чего нельзя сказать о декарбонизации экономики. В настоящее время изменение климата признано необратимым, но для минимизации негативных последствий необходимо ограничить рост температуры до 1,5–2 °С. Для этого важно снизить выбросы ПГ и их концентрацию в атмосферном воздухе, поэтому во многих странах приоритет отдается именно декарбонизации.

Так, Рамочной конвенцией ООН об изменении климата ставилась цель стабилизации уровня выбросов парниковых газов в атмосферный воздух, а об адаптации упоминается лишь вскользь. Киотский протокол уже больше внимания уделяет адаптации, в том числе международному сотрудничеству при подготовке адаптационных мер отдельных территорий⁵. В Парижском соглашении (ст. 9) для достижения цели «повышение способности адаптироваться к неблагоприятным последствиям изменения климата» имеется призыв к развитым

странам оказывать поддержку (в основном финансовую) развивающимся государствам в отношении как снижения выбросов парниковых газов, так и адаптации к последствиям изменения климата. В то же время другой целью Парижского соглашения выступает «изменение траектории финансовых потоков в сторону низкоуглеродной экономики» (соответственно, их изъятие из экономики, основанной на использовании ископаемого топлива), что уже наблюдается не только во внутренней, но и во внешней экономической политике ряда стран.

Например, Европейский союз (ЕС) около 30 лет практикует внутреннее углеродное регулирование посредством углеродных налогов. Средний размер такого налога в Европе порядка 50 евро на тонну CO₂-экв.⁶ Вследствие жесткого внутреннего регулирования Европейский союз столкнулся с явлением «утечки углерода» – переноса углеродоемких производств в страны с лояльным экологическим регулированием и более благоприятными условиями для ведения бизнеса, что уменьшает поступления определенного объема доходов в экономику ЕС, а также сокращает количество рабочих мест. Более того, товары, произведенные в странах с более низкими экологическими требованиями, являются более дешевыми и соответственно более конкурентоспособными, вытесняя европейских производителей с рынка. Поэтому для нейтрализации данных рисков ЕС был принят «Зеленый Европейский курс» (Fleming, Mauger, 2021; Pietzcker et al., 2021; Порфирьев, 2021; Порфирьев и др., 2021). В качестве ключевого инструмента для защиты от «утечки углерода» предлагается трансграничный углеродный налог (ТУН), которым будет облагаться углеродоемкая продукция в соответствии с количеством выбросов парниковых газов, сопутствующих ее производству. В настоящее время размер ТУН не установлен, по предварительным оценкам он составит от 25 до 75 евро за тон-

³ Что означают адаптация и климатическая устойчивость? URL: <https://unfccc.int/ru/temy/adaptaciya-i-soprotivlyaemost-k-izmeneniyu-klimata/the-big-picture/chto-oznachayut-adaptaciya-i-klimaticheskaya-ustoychivost>

⁴ Дризе Ю. Жаркое дыхание Севера // Поиск. URL: <https://poisknews.ru/magazine/zharkoe-dyhanie-severa>

⁵ Киотский протокол / ООН. 1998. 26 с.

⁶ Козлова Д. Захоронить нельзя выбрасывать // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4848115>



Рис. 1. Доля выбросов парниковых газов странами мира в общем объеме мировой эмиссии, %

Источник: Окружающая среда / Росстат.
 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

ну CO₂-экв. Кроме того, Европейской комиссией был разработан план по выводу экономики ЕС из кризиса, вызванного пандемией коронавируса, где ТУН выступит существенной статьёй доходов (5–14 млрд евро в год в 2021–2027 гг.). Также есть определенная вероятность введения аналогичных ТУН со стороны США и некоторых азиатских стран, в том числе Китая⁷.

Осенью 2021 года прошла 26-я конференция сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата. По ее итогам был подписан ряд соглашений. Так, 40 стран подписали Соглашение об угле, в рамках которого обязались отказаться от угольной энергетики в течение 2024–2040 гг. (Россия, США, Австралия не подписали данный документ). Также было подписано Соглашение по транспорту, согласно которому стороны к 2040 году должны запретить автомобили с двигателями внутреннего сгорания (это соглашение не подписано Китаем, Германией и США). Кроме того, подписаны Соглашение о сокращении выбросов метана (не подписали Китай, Индия и Россия), обязующее стороны сократить выбросы метана на 54%, и Соглашение о прекращении обезлесения, в рамках которого на за-

щиту леса 12 государств (в том числе Россия) выделяют 12 млрд долл. США, а частные компании – 7 млрд долл. США.

Существенным достижением климатических диалогов 2021 года стало увеличение числа стран, обязавшихся достигнуть углеродной нейтральности: в 2019 году об этом заявили только 17 государств, в 2021 году – уже 152. Кроме того, отмечается, что все большее участие в таких переговорах принимает бизнес. Стоит подчеркнуть, что в рамках климатических диалогов Китай и США – мировые лидеры по выбросам парниковых газов в атмосферу (рис. 1) – подписали совместную декларацию о расширении климатических действий в 2020 году на основе результатов проведенных ими закрытых переговоров. Стороны обязались удержать рост температуры «значительно ниже» 2 °C⁸.

Несмотря на то, что в США объемы выбросов парниковых газов все еще весьма высоки, со вступлением в должность президента Дж. Байдена страна очень активно занялась «озеленением» экономики. Так, США снова стали участниками Парижского соглашения, были подписаны два указа, отменяющих строительство нефтепровода Keyston XL и вводящих временный мораторий на аренду участков недр для добычи нефти и газа. В Администрации президента также были произведены изменения: появилось Управление внутренней климатической политики, всем федеральным органам и учреждениям вменено в обязанность сотрудничать с Управлением и предоставлять ему ту информацию, поддержку и помощь, которую оно может запросить. Кроме того, в США разрабатываются план климатического финансирования и меры по прекращению международного финансирования углеродоемкой экономики (Рогинко, 2021a; Рогинко, 2021b); утверждена программа софинансирования проектов по улавливанию и закачке в недра Земли углекислого газа общим объемом финансирования в 270 млн долл. США, разработана система налоговых

⁷ Климатическая повестка России: реагируя на международные вызовы (2021) / Фонд ЦСР, Аналитический центр ТЭК РЭА Минэнерго России, ООО «Ситуационный центр». М. 95 с.

⁸ Диллендорф Е. Лучше, чем было, но меньше, чем надо // Новая газета. URL: <https://novayagazeta.ru/articles/2021/11/15/luchshe-chem-bylo-no-menshe-chem-nado>

субсидий, компенсирующих уплату углеродного налога на 50 долл. США на каждую тонну захороненных CO₂-экв.⁹

К активной декарбонизации экономики приступили и в Китае (He et al., 2010; Huang, Liu, 2017; Ye et al., 2020). Страна намерена достичь углеродной нейтральности к 2060 году, а к 2030 году – сократить выбросы CO₂ минимум на 65% по сравнению с 2005 годом¹⁰. Так, по данным Международного энергетического агентства, Китай является и будет оставаться как минимум на протяжении 5 лет лидером по введению мощностей возобновляемой энергетики. В настоящее время в стране установлено 43% всей мощности возобновляемой энергетики в мире¹¹. Также в июле 2021 года Китай запустил систему торговли углеродными квотами. Китайский механизм квотирования станет крупнейшим в мире и удвоит охват выбросов парниковых газов. В то же время китайские квоты довольно дешевы (6–7 долл. за тонну CO₂-экв.), что потенциально снижает их эффективность. В настоящее время система торговли квотами в Китае покрывает около 26% выбросов парниковых газов в стране и 6,3% в мире. Кроме того, в 2021 году в Китае запущен проект по улавливанию и захоронению углекислого газа на морском шельфе¹², исследования о целесообразности внедрения таких технологий ведутся с 2015 года (Burandt et al., 2019). При этом Китай выступает против введения углеродного налога как внутри страны, так и для внешнего регулирования.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что страны с высокой углеродоемкостью активно планируют и реализуют мероприятия по декарбонизации. Основными формами углеродного регулирования выступают система торговли квотами на выбросы парниковых газов, угле-

родные налоги и сборы, запреты на выпуск углеродоемких товаров.

В России в настоящее время тоже наблюдается повышение активности относительно разработки своей системы климатического регулирования. Первым шагом для этого стал Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов»¹³, целью которого является «создание условий для устойчивого и сбалансированного развития экономики Российской Федерации при снижении уровня выбросов парниковых газов». В качестве мер по ограничению выбросов ПГ в законе указаны государственный учет выбросов ПГ, целевые показатели и поддержка деятельности по их сокращению. Закон обязует юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, чья деятельность сопровождается выбросами ПГ 150 тыс. т и выше, предоставлять отчетность в Минприроды. Также вышеуказанным субъектам разрешается осуществлять климатические проекты, положительный эффект которых будет учтен при составлении реестра углеродных единиц.

Ключевым стратегическим документом для обеспечения декарбонизации национальной экономики стала Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов¹⁴. Согласно данному документу, в рамках целевого (интенсивного) сценария необходимо ввести углеродное ценообразование, механизмы квотирования, технологии, увеличивающие поглощающую способность экосистем, системы публичной нефинансовой отчетности для бизнеса. В случае удачной реализации этого сценария к 2050 году прогнозируется достижение следующих результатов: увеличение доли «постиндустриальных» отраслей в структуре экономики на 11,8 п. п. и сниже-

⁹ Козлова Д. Захоронить нельзя выбрасывать // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4848115>

¹⁰ Международные подходы к углеродному ценообразованию (2021) / Департамент многостороннего экономического сотрудничества Минэкономразвития России. 19 с.

¹¹ Renewables 2021. Analysis and forecast to 2026 (2021). IEA. 175 p.

¹² Китай запускает первый морской проект по улавливанию и хранению углерода. URL: <https://seanews.ru/2021/09/02/ru-kitaj-zapuskayet-pervyj-morskoj-proekt-po-ulavlivaniju-i-hraneniju-ugleroda>

¹³ Об ограничении выбросов парниковых газов: Федеральный закон от 2 июля 2021 г. № 296-ФЗ. URL: <https://rg.ru/2021/07/07/fz-ob-ograni4enii-vybrosov-parnikovyh-gazov-dok.html>

¹⁴ Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052.

ние доли «традиционных» отраслей на 9,4 п. п. по сравнению с 2020 годом; ежегодные темпы роста неэнергетического экспорта – 4,4%; темп ежегодного экономического роста – 3%; снижение выбросов ПГ на 910 млн т CO₂-экв., увеличение поглощающей способности до 665 млн т CO₂-экв.

В то же время процессы декарбонизации в России только начинаются, а зарубежный опыт нельзя назвать универсальным, поэтому считаем целесообразным проанализировать отдельные меры декарбонизации и возможность их применения в РФ.

Результаты исследования

Объем выбросов парниковых газов в России в 2020 году составил 1577,1 млн т CO₂-экв. (66% от уровня 1990 года), что удовлетворяет обязательствам, указанным в Парижском соглашении: достигнуть уровня выбросов парниковых газов не более 70% от уровня 1990 года (рис. 2).

Однако можно заметить, что цели Парижского соглашения были достигнуты еще в 1995 году, а уровень выбросов парниковых газов начал расти в период восстановления после кризисного периода в 1990-х гг. Снижение данного показателя в 2020 году произошло вследствие предпринятых карантинных мер по сокращению распространения эпидемии коронавируса.

Отличительной чертой климатического регулирования в России является учет экосистемной емкости, что в полной мере соответствует принципам концепций устойчивого развития и зеленой экономики. Особые надежды для обеспечения процесса декарбонизации в России возлагаются на поглощающую способность экосистем. В настоящее время поглощающая способность экосистем учитывается посредством сектора землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ, рис. 3). В то же время стоит отметить, что поглощающая способность ЗИЗЛХ может стать и отрицательной в случае, например, лесного пожара. Тогда весь поглощенный данной экосистемой углерод будет выброшен в атмосферу.

Россия намерена декарбонизировать экономику по двум причинам. Во-первых, из-за негативных последствий глобального потепления: таяния скотомогильников, разрушения имеющейся инфраструктуры, находящейся в зоне распространения многолетней мерзлоты, повышения заболеваемости и смертности населения. Во-вторых, по причине внешнего давления под предлогом необходимости снижения выбросов парниковых газов. Примером такого давления может послужить планируемый к введению ЕС трансграничный углеродный налог. Некоторые

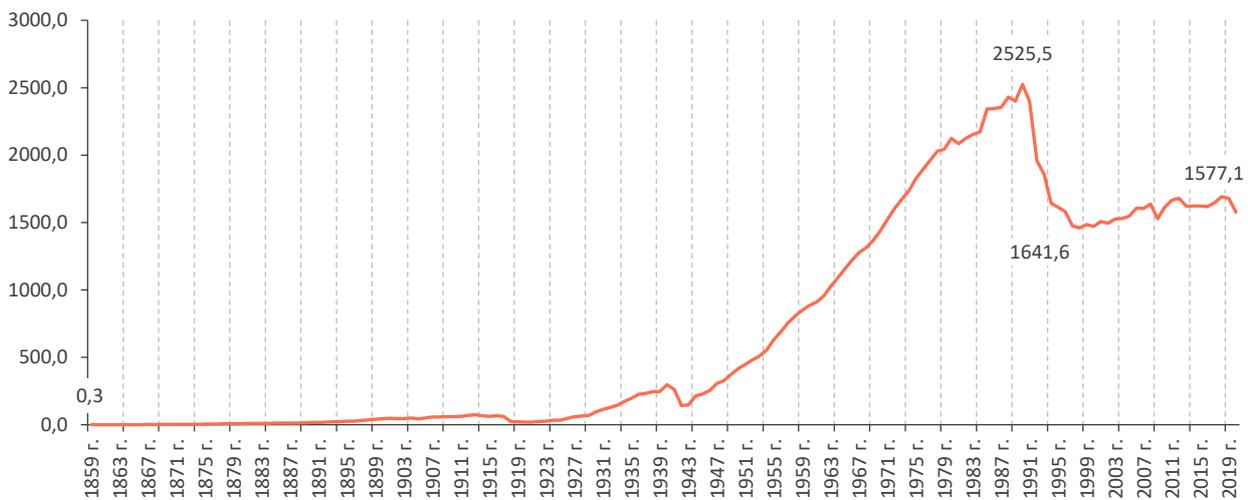


Рис. 2. Объем выбросов парниковых газов в Российской Федерации, млн т CO₂-экв.

Источник: CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Our World in Data.

URL: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions> (accessed 27.11.2021).

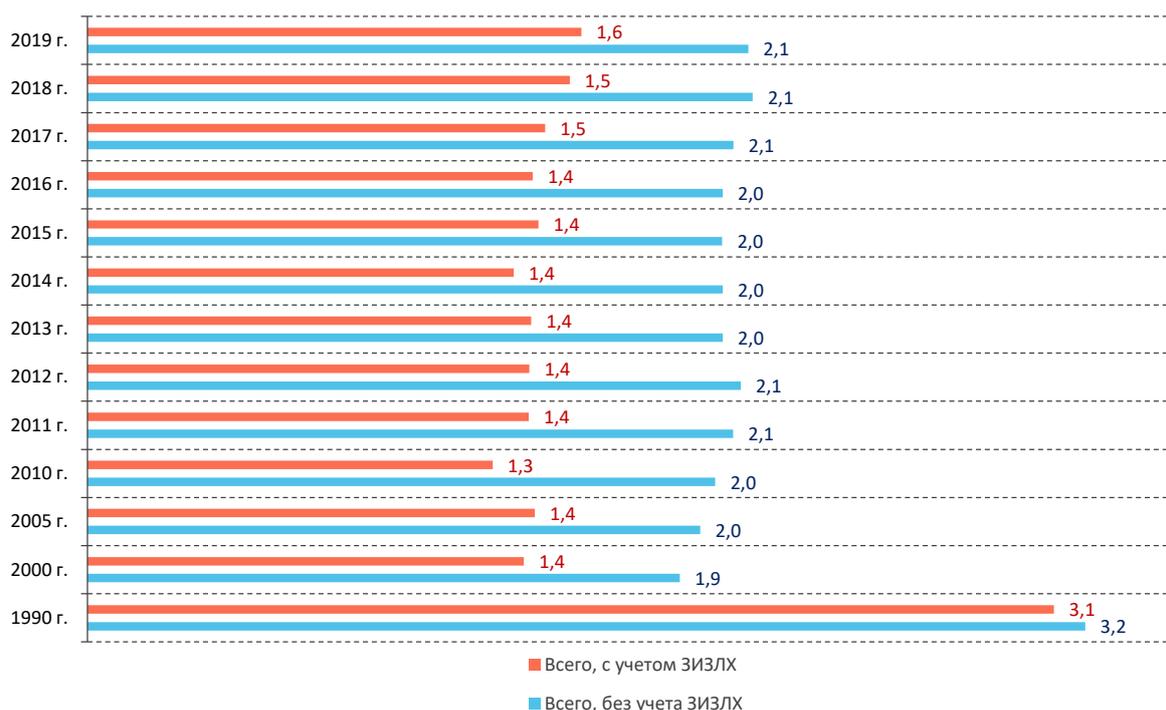


Рис. 3. Объем выбросов парниковых газов с учетом их поглощения экосистемами и без него, млрд т
 Источник: Окружающая среда / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

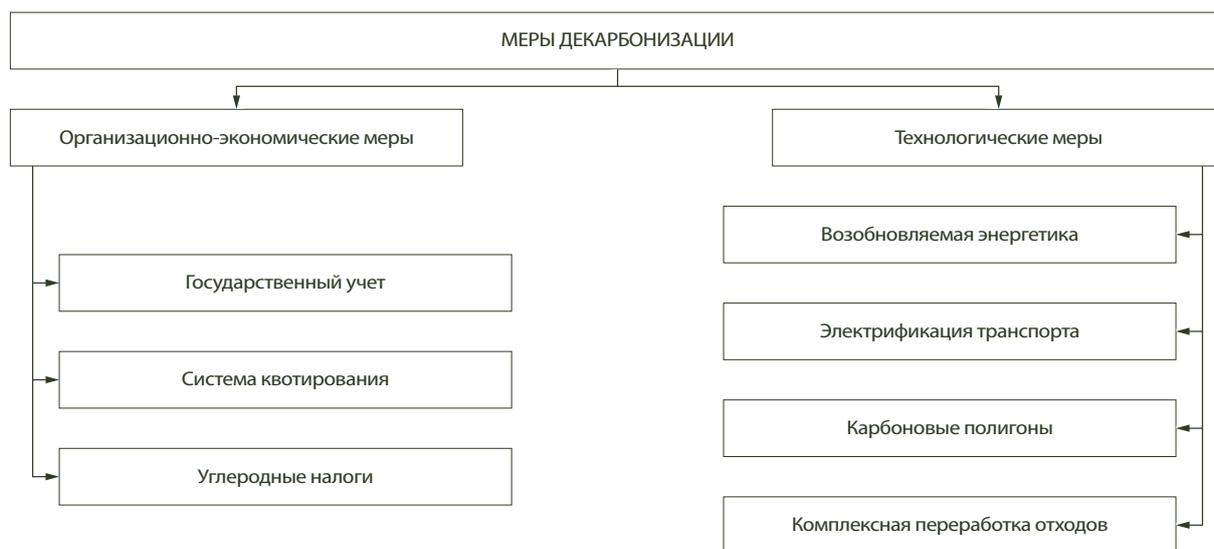


Рис. 4. Меры декарбонизации экономики России

Составлено по: Емельянов К., Зотов Н. (2021). Экономия на декарбонизации // Энергетическая политика. № 10. С. 26–37. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_10164_26; Порфирьев Б., Широков А., Колпаков А. (2021). Как пройти тур // Эксперт. № 4. С. 66–69; Ялов Д. (2021). Девять шагов региона к реальной декарбонизации // Эксперт. № 44. С. 48–49.

эксперты отмечают, что потери российского экспорта в ЕС могут достигнуть 34 млрд евро¹⁵.

Согласно Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых га-

зов, а также результатам работ некоторых исследователей (Емельянов, Зотов, 2021; Порфирьев и др., 2021; Ялов, 2021), наиболее перспективными будут меры декарбонизации, представленные на рис. 4.

¹⁵ Эксперты изменили оценку потерь для России от углеродного налога ЕС. Дополнительные издержки за десять лет могут достичь €34 млрд. URL: <https://www.rbc.ru/economics/06/08/2021/610beca39a79474b026be65fhtps://www.rbc.ru/economics/06/08/2021/610beca39a79474b026be65f> (дата обращения 06.11.2021).

Электрификация транспорта

В 2021 году была принята Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года¹⁶. Ее реализация подразумевает два этапа. На первом этапе (2021–2024 гг.) планируется обеспечить производство 25 тыс. электротранспортных средств и запуск в эксплуатацию не менее 9,4 тыс. зарядных станций, из которых 2,9 тыс. единиц – быстрые зарядные станции. На втором этапе – обеспечение доли электрического автомобильного транспорта не менее 10% в объеме производства электротранспортных средств; запуск производства катодных и анодных материалов и ячеек для тяговых аккумуляторных батарей; ввод в эксплуатацию 72 тыс. единиц зарядных станций (в том числе 28 тыс. быстрых зарядных станций¹⁷) и тысячи водородных заправок; создание дополнительно не менее 39 тыс. высокопроизводительных рабочих мест по всей технологической цепочке производства электрохимии, электромеханики, электроники и производства электротранспортных средств. В настоящее время в России реализуется несколько проектов: так, электробусы производятся тремя компаниями – ПАО «КамАЗ», ПАО «ГАЗ» и ООО «Волгабас». Их ежегодный выпуск насчитывает около 300 единиц, используется такой транспорт только в нескольких городах России, главным образом в Москве.

Однако, на наш взгляд, ключевой проблемой в электрификации транспорта является низкая связанность зарядной инфраструктуры, что ограничивает его мобильность. Наибольшая плотность электрозаправочных станций (ЭЗС) наблюдается на юге России и в Центральном федеральном округе, наименьшая – на Севере и Дальнем Востоке. Так, в Республике Коми всего две, в Архангельской области – одна ЭЗС. В Камчатском крае есть только шесть ЭЗС, три из которых распо-

ложены в административном центре, еще три – в небольших близлежащих населенных пунктах, а ближайшая от них ЭЗС находится в Якутске (3361 км). Таким образом, в ряде регионов движение посредством электротранспорта довольно сильно ограничено как внутри самого административно-территориального субъекта, так и между ними.

В целом в сфере электрификации транспорта возможны три сценария: инерционный (полное отсутствие стимулирования развития транспорта и инфраструктуры – в 2030 году в РФ общее количество электротранспортных средств не превысит 540 тыс. единиц, или 5% общего объема рынка автомобилей); сбалансированный (в случае оказываемой в первые три года поддержки развития инфраструктуры и спроса общее количество электротранспортных средств превысит 1400 тыс. штук, или 15% общего объема рынка автотранспортных средств) и ускоренного развития (проактивная поддержка инфраструктуры, ограничение на использование автомобильного транспорта с двигателем внутреннего сгорания (по такому сценарию двигаются страны Западной Европы, США и Китай) – общий парк электротранспортных средств составит 3,23 млн электромобилей, 30% рынка).

В рамках сбалансированного сценария к 2030 году потребуется около 144 тыс. зарядных станций для 1,4 млн электромобилей, при условии наличия 10 электромобилей на одну электроразрядную станцию, 60% которых – медленные электроразрядные станции. В концепции отмечается, что основным источником финансирования работы электрозаправочных станций будут средства частного бизнеса (операционные расходы на эксплуатацию составляют 80–120 тыс. рублей на медленную электроразрядную станцию и 150–300 тыс. рублей на быструю электроразрядную станцию, окупаемость – порядка 7–10 лет).

¹⁶ Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р.

¹⁷ Быстрые электроразрядные станции – станции, позволяющие получить 90% заряда батареи за 20 минут (150 кВт/ч).

По нашему мнению, для привлечения частных инвестиций в развитие инфраструктуры необходимо создать определенный уровень спроса на электротранспорт, обеспечив ценовой паритет у электромобилей и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания.

Учет выбросов парниковых газов и последующее квотирование предприятий-эмитентов

При обсуждении проекта ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» и требования о необходимости предоставления углеродной отчетности для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, наблюдался консенсус во мнениях относительно целесообразности отчетности о количестве выбросов при одновременном неприменении экономических санкций для эмитентов¹⁸. Министерство экономического развития разработало систему штрафов за нарушения в сфере климатического регулирования. Такие штрафы предусматриваются в случае непредоставления или нарушения сроков подачи отчетности о выбросах парниковых газов и за искажение информации в документах. Проектом предусматривается, что штрафы будут увеличиваться в два раза при повторном нарушении. Для должностных лиц размер штрафа за первичное нарушение составит от 50000 до 75000 рублей, для индивидуальных предпринимателей – от 100000 до 250000 рублей, для юридических лиц – от 100000 до 500000 рублей¹⁹.

Несмотря на обещание не вводить в действие экономические санкции для предприятий – эмитентов парниковых газов, в настоящее время планируется ввести систему квотирования в пилотном регионе – Сахалинской области в период с марта 2022 по декабрь 2028 года. В дальнейшем эти требования будут распространены на другие регионы. Тем не менее данная система подразумевает плату за выбросы парниковых газов в случае превышения определенной величины квоты, а норматив допусти-

мого выброса невозможно рассчитать без точного учета поглощающей способности экосистем, которая будет установлена после получения результатов работы карбоновых полигонов. Таким образом, в перспективе углеродное регулирование в России, так же как и за рубежом, будет подразумевать платежи от бизнеса.

До принятия закона выдвигались предложения о введении в России углеродного сбора для предприятий, общий объем которого, по оценкам ИНП РАН (Порфирьев и др., 2021), составил бы около 1 трлн рублей. Это означало бы увеличение налоговой нагрузки на бизнес и падение его инвестиционной активности, что в значительной степени снизило бы экономический эффект от данного инструмента.

Развитие возобновляемой энергетики, в первую очередь водородной

В России актуальность перехода к альтернативной энергетике обусловлена как необходимостью предотвращения последствий изменения климата, так и решением проблем энергообеспечения (Лебедева, 2021a; Лебедева, 2021b). В настоящее время доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергобалансе России составляет около 1%. Наиболее перспективно развитие ВИЭ в качестве источника распределенной генерации на территориях, изолированных от единой энергосистемы страны (Арктика, отдаленные районы Сибири и Дальнего Востока). Здесь ВИЭ должны быть более конкурентоспособными и эффективными, чем используемые дизельные генераторы (Лебедева, 2021a; Порфирьев и др., 2021).

В качестве централизованной низкоуглеродной генерации все чаще рассматриваются гидроэлектростанции, атомные и водородные электростанции. Что касается водородной энергетики, то при реализации проектов производства водорода ключевыми факторами конкурентоспособности будут являться стоимость водорода и его

¹⁸ Маврина Л. Регулирование выбросов парниковых газов в России начнется со следующего года // Ведомости. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/04/13/865842-regulirovanie-vibrosoy>

¹⁹ Бойко А. Минэк предлагает ввести штрафы за нарушения в сфере климатического регулирования // Ведомости. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2021/08/22/883045-minek-shtrafi>

углеродный след²⁰. В настоящее время разработана «цветная» классификация водорода в зависимости от его углеродного следа (Механик, 2020). Например, «зеленым» считается водород, полученный через электролиз воды на основе энергии от возобновляемых источников, «оранжевым» – на основе энергии атомных электростанций, «бирюзовым» – водород, полученный посредством пиролиза природного газа, «голубым» – посредством паровой конверсии природного газа с попутным улавливанием углекислого газа. Концепцией развития водородной энергетики предусматривается возможность экспорта водорода. Евросоюз считает возможным, по каким-то причинам, импорт только «зеленого» или «голубого» водорода, в то время как в России наиболее перспективным видят «бирюзовый» водород, так как технология его производства наименее затратна (Механик, 2020).

Комплексная переработка отходов и их повторное использование

В 2018 году была утверждена Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года²¹. В приведенном в ней анализе действующих мер государственной политики в сфере обращения с отходами отмечаются следующие проблемы: неоднозначность понятийного аппарата в законодательных актах относительно обработки, утилизации и обезвреживания отходов, отсутствие обязательного требования обработки отходов перед последующими этапами переработки, отсутствие информации об ответственности за нарушение требований по раздельному сбору мусора, нерегулирование обращения с отходами V класса опасности (которые составляют большую часть всех образующихся отходов), недостаток информации об отходах, их составе и возможностях повторного использования.

В 2019 году отходы стали источником 100 млн т CO₂-экв. (около 5% общей нацио-

нальной эмиссии). Тогда же не перерабатывалось порядка 50% от всех образовавшихся отходов производства и потребления при целевом показателе по утилизации и обезвреживанию в 63,3%, что свидетельствует о значительном отставании от темпов, заданных стратегией. К 2030 году планируется обеспечить обезвреживание и утилизацию 86% образованных отходов на оборудовании, 90% которого произведено в России. Это весьма амбициозная задача. Стоимость реализации стратегии оценивается в 5 трлн рублей, ключевым источником финансирования выступят ассигнования из федерального бюджета, в качестве дополнительных планируется привлекать иностранные инвестиции, средства региональных программ по обращению с отходами, средства программ крупных корпораций и предприятий по совершенствованию системы обращения с отходами.

Создание карбоновых ферм и полигонов

Указанные объекты должны усовершенствовать системы мониторинга парниковых газов через возможность учета их секвестрации экосистемами. В настоящее время в разрезе регионов учет углеродпоглощающей способности экосистем и их отдельных составляющих и планирование ее увеличения происходит посредством лесных планов, разработанных к началу 2019 года. Наиболее вероятно, что после получения результатов работы карбоновых полигонов методики расчета будут скорректированы и данные в лесных планах станут отличаться от текущих. Это позволит точнее оценить углеродный баланс страны и ее регионов, а в дальнейшем отстаивать свои позиции в отношении внешней климатической политики других стран и более точно использовать механизм торговли квотами на выбросы ПГ.

В настоящее время действуют 10 полигонов общей площадью 19,6 тыс. га²², из них два полигона с карбоновыми фермами (табл.). В 2022 году планируется ввести в действие четыре карбоновых полигона в Тюменской и

²⁰ Концепция развития водородной энергетики в Российской Федерации: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р.

²¹ Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р.

²² Карбоновые полигоны: офиц. сайт. URL: <https://carbon-polygons.ru>

Таблица. Действующие карбоновые полигоны

Название карбонового полигона	Регион размещения	Оператор	Индустриальный партнер
Росянка	Калининградская область	Балтийский федеральный университет им. И. Канта	ИП Кукушкин (выращивание ягод)
Карбоновый полигон в Калужской области	Калужская область	ООО «КонтролТуго.Ру» (разработка цифровых решений)	АО «ТрансМашХолдинг» (производство подвижного состава)
Чашниково	Московская область	Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова	На этапе согласования
Геленджик	Краснодарский край	Институт океанологии Российской академии наук	Группа компаний Ctrl2GO
Way Carbon	Чеченская Республика	Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова	ООО «Инфометеос», ОАО «Агровин-Султан», ООО «Тепличный Комплекс ЮАгроХолдинг», ОАО «Грознефтегаз», АО «Чеченнефтехимпром», ООО «РИМ-Групп», АО «Чеченгазпром», ООО «Успех», ООО «КИРУС»
Карбон-Поволжье	Республика Татарстан	Казанский (Приволжский) федеральный университет	ОАО «Татнефтехиминвест-холдинг»
Урал-Карбон	Свердловская область	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	АО «Синара-Транспортные машины», ПАО «Трубная металлургическая компания»
Карбоновый полигон в Тюменской области	Тюменская область	Тюменский государственный университет	ПАО «СИБУР» (производство нефтехимической продукции)
Биокарбон	Новосибирская область	Новосибирский государственный университет	ООО «Новая Школа», Газпром Маркетинг & Трейдинг, АНО «Биокарбон»
Карбон-Сахалин	Сахалинская область	Сахалинский государственный университет	Сахалин Энерджи Инвестмент Компани

Источник: Карбоновые полигоны Российской Федерации: официальный сайт. URL: <https://carbon-polygons.ru>

Волгоградской областях, а в 2023 году – еще десять единиц.

Возникает вопрос относительно полигона, находящегося в Калужской области. Регламентом для утверждения инициированных проектов карбоновых полигонов установлено, что оператором могут выступать только вуз или научная организация, в то время как для калужского полигона

оператором является компания Ctrl2GO, будучи индустриальным партнером другого объекта – карбонового полигона «Геленджик». Более того, индустриальный партнер не может быть исполнителем работ, финансируемых из федерального бюджета на реализацию программы создания и функционирования карбоновых полигонов, а статус оператора подразумевает выполне-

ние работ на полигоне и непосредственный доступ к нему²³.

На наш взгляд, данный инструмент полезен с точки зрения разработки системы внутреннего углеродного регулирования и составления углеродного баланса страны и ее регионов. Однако в то же время непонятно, насколько он будет полезен при снижении негативного влияния вводимого в 2025 году трансграничного углеродного налога, так как в настоящее время Евросоюзом учитываются выбросы парниковых газов, а их поглощение европейской статистикой не регистрируется. Более того, еще одним слабым местом для обоснования огромной углеродпоглощающей способности российских лесных экосистем является недостаточно эффективная система лесопожарной охраны. Сгоревший участок леса характеризуется уже отрицательной поглощающей способностью. Соответственно, это будет препятствовать и декарбонизации национальной экономики, и отстаиванию позиции России как страны поглотителя парниковых газов (Гузий, Лейбин, 2021).

Кроме того, возникает вопрос о требованиях к отчетности по работе данных объектов. Так как карбоновые полигоны создаются на базе образовательных и научных организаций при участии промышленных и технологических партнеров, непонятно, каким образом будет предоставляться отчетность о результатах работы полигона, а также о научных результатах за определенный период: в форме отчетов в органы власти, научных публикаций или в какой-либо другой. Также не регламентировано, будет ли считаться такой полигон для промышленного или технологического партнера климатическим проектом, который может быть учтен в реестре углеродных единиц, так как иницирующим субъектом и оператором карбонового

полигона должна выступать образовательная или научная организация.

Стимулирование проектов по улавливанию углекислого газа и его транспортировка в регионы с подходящими геологическими условиями для закачки в соответствующий пласт недр (Ялов, 2021)

Основная проблема развития таких проектов – их экономическая нерентабельность при отсутствии дополнительного стимулирования. Стоимость захоронения зависит от характера деятельности. Так, для энергетики стоимость улавливания будет варьироваться от 40 до 80 долл. США за тонну, в металлургии – от 40 до 100 долл. США за тонну. Транспортировка до места закачки – 10 долл. США за тонну. В связи с этим в настоящее время такие проекты реализуются только в странах с жестким государственным углеродным регулированием²⁴. Пока в России не реализуется ни одного проекта по закачке в пласты недр углекислого газа, хотя потенциал захоронения диоксида углерода оценивается в 305 млрд т, чего будет достаточно для захоронения полной ежегодной эмиссии России на 180 лет вперед. В случае России отводить парниковые газы целесообразно в месторождения нефти и газа, что потенциально будет способствовать увеличению нефтеотдачи и интенсификации разработки месторождений²⁵. О намерении строительства таких мощностей к 2030 году заявили только НОВАТЭК и «Роснефть». Кроме того, стоит отметить, что помимо мощностей улавливания нужна и соответствующая инфраструктура, масштаб строительства которой сопоставим с необходимостью строительства недостающих газопроводов в регионах. Поэтому в ближайшее время в отсутствие углеродного регулирования эмитентам-экспортерам в Европу выгоднее заплатить ТУН, чем вкладываться в

²³ Регламент рассмотрения Экспертным советом при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по вопросам научного обеспечения развития технологий контроля углеродного баланса инициативных предложений от заинтересованных организаций по созданию на базе научных организаций и образовательных организаций высшего образования карбоновых полигонов в рамках пилотного проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 5 февраля 2021 г. № 74.

²⁴ Козлова Д. Захоронить нельзя выбрасывать // Коммерсантъ. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4848115>

²⁵ Емельянов К., Зотов Н. (2021). Экономия на декарбонизации // Энергетическая политика. № 10. С. 26–37.

строительство улавливающих мощностей и инфраструктуры, а внутри страны реализовывать проекты по озеленению территории.

Заключение

В целом по всем направлениям декарбонизации можно заметить некоторую несогласованность мер между собой, как часто бывает в российской практике. Наблюдается недостаточная согласованность введения углеродной отчетности, строительства карбоновых полигонов, системы квот по торговле выбросами ПГ. На наш взгляд, все меры предпринимаются одновременно, хотя они в определенной степени зависят друг от друга. Так, первоочередными являются составление реестра углеродных единиц и организация государственного учета выбросов ПГ, что необходимо для понимания реальной эмиссии ПГ крупными предприятиями. В то же время целесообразно осуществлять строительство карбоновых полигонов и ферм, чтобы уже за первый год сбора информации о выбросах ПГ от предприятий получить данные о поглощающей способности типичных экосистем конкретных территорий. Только после учета данных о секвестрации углерода следует вводить механизмы квотирования, так как лишь в этом случае можно установить точный объем квот для соблюдения экосистемной емкости территории и обеспечить наиболее корректное распределение квот между предприятиями.

Более того, перед вводом квотирования, на наш взгляд, стоит изучить и зарубежный опыт во избежание аналогичных ошибок, так как за все время применения указанного механизма были зафиксированы случаи его абсолютной неэффективности. Например,

торговля квотами на выбросы применялась в рамках механизма чистого развития, определенного Киотским протоколом. В 2012 году система показала себя неэффективной в силу увеличения предложения квот, когда их цена упала до 0,39 евро за тонну CO₂-экв.²⁶

Что касается проблемы, касающейся переработки отходов, то она наиболее остра в отношении необходимости решать задачи накопленного и текущего вреда окружающей среде и его неблагоприятного влияния на здоровье населения, нерационального использования природных ресурсов, нежели относительно увеличения выбросов парниковых газов.

В целом можно сделать вывод о том, что цели декарбонизации России являются реально достижимыми. Труднее достичь целей по обеспечению развития экономики в условиях декарбонизации. Отличительным моментом в климатическом регулировании России выступает учет ассимиляционного потенциала экосистем, однако недостаточная согласованность мер декарбонизации и малая эффективность экологической политики, в том числе в сферах лесопользования, лесопожарной охраны и обращения с отходами производства и потребления, являются основными рисками недостижения стратегических результатов в рамках целевых сценариев. Не устранив эти риски, Россия, на наш взгляд, не сможет ни отстоять свой статус страны – поглотителя парниковых газов, ни обеспечить эффективную работу системы мер национальной декарбонизации.

Дальнейшие этапы исследования будут посвящены разработке инструментов для адаптации экономики регионов России в контексте глобальной декарбонизации.

²⁶ Global carbon trading system has 'essentially collapsed'. The Guardian. 2012. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2012/sep/10/global-carbon-trading-system>; Clean development mechanism set for revamps in 2013. Bloomberg. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-10-30/clean-development-mechanism-set-for-revamps-in-2013-unfccc-says>

ЛИТЕРАТУРА

- Гузий В., Лейбин В. (2021). Планетарные риски русских пожаров // Эксперт. № 38 (1221). С. 59–63.
- Емельянов К., Зотов Н. (2021). Экономия на декарбонизации // Энергетическая политика. № 10. С. 26–37. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_10164_26
- Катцов В.М., Кобышева Н.В., Мелешко В.П. [и др.] (2011). Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. М.: РИФ Д`АРТ. 252 с.
- Лебедева М.А. (2021а). Предпосылки и проблемы развития альтернативной энергетики в субъектах Европейского Севера России // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер.: Экономика и экологический менеджмент. № 3. DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-3-58-74. URL: http://economics.ihtb.ifmo.ru/ru/article/20673/predposylki_i_problemy_razvitiya_alternativnoy_energetiki_v_subektah_evropeyskogo_severa_rossii.htm (дата обращения 13.12.2021).
- Лебедева М.А. (2021b). Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики в северном регионе // Проблемы развития территории. № 4. С. 139–155. DOI: 10.15838/ptd.2021.4.114.8
- Механик А. (2020). На водороде в будущее // Эксперт. № 51. С. 34–38.
- Порфирьев Б., Широков А., Колпаков А. (2021). Как пройти тур // Эксперт. № 4. С. 66–69.
- Порфирьев Б.Н. (2021). Зеленая повестка: асимметричный ответ // Эксперт. № 18–19. С. 19–21.
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А. (2021). Пандемия COVID-19: новые знания о влиянии качества воздуха на распространение коронавирусной инфекции в городах // Проблемы прогнозирования. № 4. С. 28–37. DOI: 10.47711/0868-6351-187-28-37
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. (2019). Влияние температурных волн на здоровье населения в городах Северо-Западного региона России // Проблемы прогнозирования. № 3. С. 127–134.
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Раичич С.Р., Сабурова С.А., Симонова Е.Г. (2021). Зонирование административных районов Российской Арктики по степени опасности разрушения скотомогильников в результате деградации многолетней мерзлоты // Анализ риска здоровью. № 1. С. 115–125. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.12
- Рогинко С. (2021а). «Климатический кабинет» Байдена и Парижское соглашение // Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. № 1. С. 7–16.
- Рогинко С.А. (2021b). Климатический поворот США: цели и средства // Общественные науки и современность. № 2. С. 53–65.
- Ускова Т.В., Лукин Е.В., Воронцова Т.В., Смирнова Т.Г. (2013). Проблемы экономического роста территории. Вологда: ИСЭРТ РАН. 170 с.
- Ялов Д. (2021). Девять шагов региона к реальной декарбонизации // Эксперт. № 44. С. 48–49.
- Burandt T., Xiong B., Löffler K., Oei P. (2019). Decarbonizing China's energy system – Modeling the transformation of the electricity, transportation, heat, and industrial sectors. *Applied Energy*, 255, June, 113820. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113820
- Fleming R.C., Mauger R. (2021). Green and just? An update on the 'European Green Deal'. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 18, 164–180. DOI: 10.1163/18760104-18010010
- He G., Lin J., Sifuentes F., Liu X., Abhyakar N., Phadke A. (2010). Rapid cost decrease of renewables and storage accelerates the decarbonization of China TMs power system. *Nature Communications*, 11, 1–9. DOI: 10.1038/s41467-020-16184-x
- Huang P., Liu Y. (2017). Renewable energy development in China: Spatial clustering and socio-spatial embeddedness. *Current Sustainable Renewable Energy Reports*, 4, 38–43. DOI: 10.1007/s40518-017-0070-8

- Pietzcker R.C., Osorio S., Rodrigues R. (2021). Tightening EU ETS targets in line with the European Green Deal: Impacts on the decarbonization of the EU power sector. *Applied Energy*, 293, February, 116914. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.116914
- Ye Q.I., Stern N., Jian-kun H.E., Jia-qi L.U., Tian-le L. I.U., King D. (2020). The policy-driven peak and reduction of China's carbon emissions. *Climate Change Research*, 11, 65–71.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Марина Анатольевна Лебедева – инженер-исследователь, Вологодский научный центр Российской академии наук (Российская Федерация, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а; e-mail: lebedevamarina1@mail.ru)

Lebedeva M.A.

DECARBONIZATION PROBLEMS OF THE RUSSIAN ECONOMY

In recent years, the climate change problem has been one of the most urgent. Its negative consequences will be most pronounced in the northern countries with carbon-intensive economies, such as the Russian Federation, for which an increase in the average annual temperature is fraught with the destruction of infrastructure, an increase in morbidity and mortality, and introduction of climate control measures by foreign partners may lead to a decrease in exports, loss of foreign markets. Accordingly, ensuring the economic decarbonization for Russia is an important task. In this regard, the purpose of the work is to identify the decarbonization problems of the Russian economy. During the analysis of foreign experience, we have revealed that decarbonization tools are actively used in countries with the largest greenhouse gas emissions, mainly emission quota systems, carbon taxes, technical standards, and bans on the sale of carbon-intensive products. A distinctive feature of the climate regulation system being developed in Russia is the desire to take into account the assimilation potential of ecosystems. We analyze the most promising decarbonization tools of the Russian economy: quota systems, carbon landfills, use of technologies for capturing and injecting carbon dioxide into the bowels, electric transport development. We have determined that the main problem of using these tools is their lack of consistency: the start of their work is scheduled for almost the same time, while their effectiveness depends on the results of each other's work. For instance, the work of the greenhouse gas emissions quota system depends on the results of the work of the state accounting system of carbon units and carbon polygons. In addition, we have mentioned potential problems of using individual tools: insufficient regulation of reporting for carbon landfills, failure to take into account foreign unsuccessful experience in introducing a quota system, export-oriented work of hydrogen energy, weak connectivity of infrastructure for electric transport maintenance.

Decarbonization, Russia, sustainable development, territorial development, Paris Agreement, carbon border tax, greenhouse gases.

REFERENCES

- Burandt T., Xiong B., Löffler K., Oei P. (2019). Decarbonizing China's energy system – Modeling the transformation of the electricity, transportation, heat, and industrial sectors. *Applied Energy*, 255, June, 113820. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113820
- Emelyanov K., Zotov N. (2021). Savings on decarbonization. *Energeticheskaya politika=Energy policy*, 10, 26–37. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_10164_26 (in Russian).
- Fleming R.C., Mauger R. (2021). Green and just? An update on the 'European Green Deal'. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 18, 164–180. DOI: 10.1163/18760104-18010010

- Guzii V., Leibin V. (2021). Planetary risks of Russian fires. *Ekspert=Expert*, 38(1221), 59–63 (in Russian).
- He G., Lin J., Sifuentes F. et al. (2010). Rapid cost decrease of renewables and storage accelerates the decarbonization of China TMs power system. *Nature Communications*, 11, 1–9. DOI: 10.1038/s41467-020-16184-x
- Huang P., Liu Y. (2017). Renewable energy development in China: Spatial clustering and socio-spatial embeddedness. *Current Sustainable Renewable Energy Reports*, 4, 38–43. DOI: 10.1007/s40518-017-0070-8
- Kattsov V.M., Kobysheva N.V., Meleshko V.P. et al. (2011). *Otsenka makroekonomicheskikh posledstviy izmenenii klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda i dal'neishuyu perspektivu* [Assessment of the Macroeconomic Consequences of Climate Change on the Territory of the Russian Federation for the Period through to 2030 and Beyond]. Moscow: RIF D`ART.
- Lebedeva M.A. (2021a). Prerequisites and problems of alternative energy development in the subjects of the European North of Russia. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Ser.: Ekonomika i ekologicheskii menedzhment=Scientific Journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management"*, 3. DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-3-58-74. Available at: http://economics.ihbt.ifmo.ru/ru/article/20673/predposylki_i_problemy_razvitiya_alternativnoy_energetiki_v_subektah_evropeyskogo_severa_rossii.htm (accessed: December 13, 2021; in Russian).
- Lebedeva M.A. (2021b). The state and prospects of renewable energy development in the regions of the Far North of Russia. *Problemy razvitiya territorii=Problems of Territory's Development*, 4, 139–155. DOI: 10.15838/ptd.2021.4.114.8 (in Russian).
- Mekhanik A. (2020). On hydrogen into the future. *Ekspert=Expert*, 51, 34–38 (in Russian).
- Pietzcker R.C., Osorio S., Rodrigues R. (2021). Tightening EU ETS targets in line with the European Green Deal: Impacts on the decarbonization of the EU power sector. *Applied Energy*, 293, February, 116914. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.116914
- Porfir'ev B., Shirov A., Kolpakov A. (2021). How to complete the tour. *Ekspert=Expert*, 4, 66–69 (in Russian).
- Porfir'ev B.N. (2021). Green Agenda: An asymmetric response, *Ekspert=Expert*, 18–19, 19–21 (in Russian).
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A. (2021). The COVID-19 pandemic: New knowledge on the impact of air quality on the spread of coronavirus infection in cities. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 4, 28–37. DOI: 10.47711/0868-6351-187-28-37 (in Russian).
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutsкая M.A. (2019). The influence of temperature waves on the health of the population in the cities of the North-Western region of Russia. *Problemy prognozirovaniya=Studies on Russian Economic Development*, 3, 127–134 (in Russian).
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Raichich S.R., Saburova S.A., Simonova E.G. (2021). Creating zones in administrative districts located in the Russian Arctic region specific as per threats of cattle burials decay due to permafrost degradation. *Analiz riska zdorov'yu=Health Risk Analysis*, 1, 115–125. DOI: 10.21668/health.risk/2021.1.12 (in Russian).
- Roginko S. (2021a). Biden's climate office and Paris agreement. *Nauchno-analiticheskii vestnik IE RAN=Scientific and Analytical Herald of the Institute of Europe RAS*, 1, 7–16 (in Russian).
- Roginko S.A. (2021b). America's climate turn: Ends and means. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'=Social Sciences and Contemporary World*, 2, 53–65 (in Russian).
- Uskova T.V., Lukin E.V., Vorontsova T.V., Smirnova T.G. (2013). *Problemy ekonomicheskogo rosta territorii* [Problems of Territory's Economic Growth]. Vologda: ISERT RAN.
- Yalov D. (2021). Nine steps of the region toward real decarbonization. *Ekspert=Expert*, 44, 48–49 (in Russian).
- Ye Q.I., Stern N., Jian-kun H.E. et al. (2020). The policy-driven peak and reduction of China's carbon emissions. *Climate Change Research*, 11, 65–71.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marina A. Lebedeva – Research Engineer, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences (56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russian Federation; e-mail: lebedevamarina1@mail.ru)