

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЫНКА

УДК: 330.34
JEL: Q32, Q42, Q48

**Традиционные и зеленые источники энергии:
проблемы и перспективы развития в условиях
глобальной декарбонизации**

А.Ф. Мудрецов, д.э.н.

<https://orcid.org/0000-0002-4683-177X>; SPIN-код (РИНЦ): 8877-5365

Scopus author ID: 57195678332

e-mail: afmudretsov@yandex.ru

А.А. Прудникова, к.э.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0002-5595-2303>; SPIN-код (РИНЦ): 4604-5239

Scopus author ID: 21934813800

e-mail: AAPrudnikova@fa.ru

Для цитирования

Мудрецов А.Ф., Прудникова А.А. Традиционные и зеленые источники энергии: проблемы и перспективы развития в условиях глобальной декарбонизации // Проблемы рыночной экономики. – 2022. – № 1. – С. 159-168.

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-1-159-168>

Аннотация

Предмет/тема. В статье рассматриваются проблемы развития традиционных и зеленых источников энергии в условиях глобального перехода, основанного на снижении выбросов парниковых газов, негативно влияющих на климат планеты.

Цели/задачи. Цель исследования заключается в выявлении факторов, определяющих тенденции выбросов парниковых газов, определении направлений адаптации как традиционных, так и экологически чистых источников энергии к изменению климата. **Методология.** Исследование поставленной проблемы проводилось на основе использования таких методов как сравнительный и статистический анализ, синтез, экономический анализ, включая эколого-экономический, метод сравнения и группировки, а также информационное моделирование. **Результаты.** Использование традиционных источников энергии увеличивает локальные и глобальные экологические проблемы современного общества, в то время как зеленая энергия позволяет смягчить или нейтрализовать негативное влияние на окружающую среду. Развитые страны – импортеры нефти и газа, проводящие политику декарбонизации, получают значительные выгоды за счет снижения импорта углеводородов и повысят свою энергобезопасность. В то же время для стран, которые обладают достаточным количеством ископаемых органических видов топлива, кардинальный переход от традиционных к возобновляемым и другим зеленым источникам энергии возможен только при применении значительных административных и финансовых ресурсов, и создает серьезные риски для устойчивого долгосрочного социально-экономического развития. **Выводы/значимость.** Переход к углеродной нейтральности в глобальном масштабе станет неотъемлемым решением проблемы климатического кризиса и может принести существенные выгоды как для развитых, так и для развивающихся стран. Однако необходимы немедленные и масштабные действия для сокращения выбросов парниковых газов во всех отраслях экономики, используя при этом инициативы и инструменты, как на международном, так и на национальном уровне.

Ключевые слова: изменение климата, парниковые газы, сокращение выбросов, традиционные источники энергии, зеленые источники энергии, возобновляемые источники энергии.

Traditional Energy Sources and Green Power Sources: problems and development prospects in the context of global decarbonization

Anatoly F. Mudretsov, Dr. of Sci. (Econ.)

<https://orcid.org/0000-0002-4683-177X>; SPIN-code (RSCI): 8877-5365

Scopus author ID: 57195678332

e-mail: afmudretsov@yandex.ru

Anna A. Prudnikova, Cand. of Sci. (Econ.), Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-5595-2303>; SPIN-код (ПИИЦ): 4604-5239

Scopus author ID: 21934813800

e-mail: AAPrudnikova@fa.ru

For citation

Mudretsov A.F., Prudnikova A.A. Traditional Energy Sources and Green Power Sources: problems and development prospects in the context of global decarbonization // Market economy problems. – 2022. – No. 1. – Pp. 159-168 (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2022-1-159-168>

Abstract

Subject/Topic. The article deals with the problems of developing traditional energy sources and green power sources in the context of a global transition based on reducing greenhouse gas emissions that negatively affect the planet's climate. **Goals/Objectives.** The purpose of the study is to identify factors that determine trends in greenhouse gas emissions, identify directions for adapting both traditional and environmentally friendly energy sources to climate change. **Methodology.** The study of the problem posed was carried out on the basis of using such methods as comparative and statistical analysis, synthesis, economic analysis, including ecological and economic, comparison and grouping method, as well as information modeling. **Results.** The use of traditional energy sources increases the local and global environmental problems of modern society, while green energy allows you to mitigate or neutralize the negative impact on the environment. A number of developed countries, and primarily European ones, will receive significant benefits by reducing hydrocarbon imports and shifting their economies to a low-carbon path, as well as increasing their energy security. At the same time, for countries that have enough fossil fuels, a radical transition from traditional to renewable and other green energy sources is possible only with the use of significant administrative and financial resources, and creates serious risks for sustainable long-term socio-economic development. **Conclusions/Significance.** Moving towards global carbon neutrality will be an integral solution to the climate crisis and could bring significant benefits to both developed and developing countries. However, immediate and large-scale action is needed to reduce greenhouse gas emissions in all sectors of the economy, using initiatives and tools, both at the international and national levels.

Keywords: *climate change, greenhouse gases, emission reduction, traditional energy sources, green power sources, renewable energy sources.*

Введение

Продолжающееся глобальное потепление, изменение климата и окружающей среды на Земле обостряют проблемы развития современного общества. В отчете Межправительственной

группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), опубликованном в 2021 году, отмечается, что повышение глобальной средней температуры в период с 1850 по 2019 год уже составило 1,07°C, и делается вывод о том, что в ближайшие двадцать лет будет достигнуто или превышено потепление на 1,5°C (IPCC, 2021). В настоящее время целый ряд секторов и процессов вносят свой вклад в глобальные выбросы. Понимание видов топлива, секторов и макроэкономических факторов, определяющих тенденции выбросов, адаптация существующей системы энергообеспечения к низкоуглеродному развитию имеют решающее значение для устойчивого развития общества.

В последнее время изменение климата и сценарии низкоуглеродного развития получили самое пристальное внимание во всем мире и явились предметом дискуссий и предложений на разных уровнях: научных, деловых и правительственных. Развитые страны активно продвигают идею декарбонизации, подразумевающую перестройку производства и потребления энергии для достижения резкого снижения выбросов CO₂, что в будущем позволит уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Планы решения глобальных климатических проблем, развития мировой энергетики и финансирования ее секторов зафиксированы в ряде международных документов в рамках ООН, ОЭСР, G7 и G20, ЕБРР, ЕС, МЭА, ОПЕК, МБ, IRENA и др.

Проблемы экономики изменения климата, а также вопросы низкоуглеродного развития мировой и российской экономики являются областью научных интересов как отечественных, так и зарубежных ученых. Разрабатываемые в мире сценарии перехода стран к низкоуглеродному развитию кроме достижения энергоэффективности, ставят задачи по структурной энергетической трансформации, основанной на использовании нетрадиционных возобновляемых источников энергии, электрификации (в том числе электротранспорта) и водородных технологий.

Методы исследования

Исследование поставленной проблемы проводилось с применением комплекса методов и методик, системного подхода, которые обеспечили объективность выводов. Основными используемыми научными инструментами исследования являются: сравнительный анализ, статистический анализ, синтез, экономический анализ, включая эколого-экономический, метод сравнения и группировки, а также информационное моделирование.

Результаты

Вызываемые глобальным потеплением рост экстремальных погодных условий, глобальное отступление ледников, потепление океанов затронули различные регионы земного шара. По оценкам последних исследований Комиссии по энергетическому переходу (Energy Transitions Commission, 2020) с 2000 года потепление уже стоило как США, так и ЕС не менее 4 трлн. долларов потерянной продукции, а тропические страны стали на 5% беднее, чем были бы без потепления (ETC, 2020). Стремительно сокращаются территории, на которых сохранились нетронутыми экосистемы, к таким территориям относятся: территория Канады, большая часть Австралии и Новая Зеландия, леса Амазонки, Мировой океан, север и азиатская часть России. Прогнозируется, что уровень моря во всем мире поднимется на 2-3 метра в течение следующих 2000 лет при потеплении на 1,5°C, даже если температура будет удерживаться под контролем, и до 6 метров при потеплении на 2°C, что изменит всю береговую линию, населенную в настоящее время сотнями миллионов людей (IPCC, 2021).

Основной причиной потепления климата в настоящее время является усиление парникового эффекта, вызванного парниковыми газами (диоксид углерода, метан, закись азота, гексафторид серы, трифторид азота и др.). Антропогенные выбросы парниковых газов можно условно разделить на четыре основные категории: энергетика, сельское хозяйство, промышленность и отходы. В подавляющем большинстве случаев 72,3% выбросов парниковых газов связаны с потреблением энергии. Второй по величине категорией является сельское и лесное хозяйство, землепользование – 18,4%. Выбросы от промышленных процессов, связанных с производством цемента, химической и нефтехимической продукции составляют

около 5,2%; выбросы, образующиеся из отходов, составляют около 3,2% (Hannah Ritchie and Max Roser, 2020).

Прошедший в ноябре 2021 года в Глазго (Великобритания) международный климатический саммит (COP26) с участием представителей 197 стран, показал глубокую озабоченность ростом глобального потепления и выявил различные подходы стран к решению связанных с этим проблем и определению факторов, влияющих на климатические изменения, а также к использованию традиционных и зеленых источников энергии.

Очевидно, что учитывать надо все факторы, которые вызывают глобальное потепление, а не только проблему выбросов углекислого газа. В современном мире не существует единого или простого решения для борьбы с изменением климата, и сосредоточиться только на энергетическом секторе или вырубке лесов недостаточно. Например, с 2007 года происходит быстрый рост выбросов метана, который представляет собой серьезную угрозу для мировой цели по ограничению глобального потепления на 1,5-2°C по сравнению с доиндустриальными температурами. Причинами метановых тенденций являются: расширяющаяся добыча нефти и природного газа, рост выбросов, связанных с отходами, увеличение поголовья скота, увеличение активности микробов на водно-болотных угодьях (Turner, Frankenberg and Kort, 2019).

Согласно докладу ООН в 2020 году, выбросы парниковых газов в 2019 году установили новый рекорд (UNEP-CCC, 2020), поставив мир на путь повышения средней температуры на 3 градуса по Цельсию. По оценкам экспертов рост выбросов парниковых газов составил 1,4% в год с 2010-2018 гг., а в 2019 году – 2,6%, что во многом было обусловлено пожарами, вызванными длительной засухой и аномально жаркой погодой. Следует отметить, что в условиях пандемии COVID-19 снижение выбросов парниковых газов было значительно больше, чем сокращение на 1,2% во время мирового финансового кризиса. Например, выбросы ископаемого углекислого газа сократились на 5,4% (UNEP-CCC, 2021). Исследования показывают, что самые большие изменения произошли на транспорте, поскольку ограничения COVID-19 были нацелены на ограничение мобильности, хотя также произошло сокращение в других секторах. При этом общая тенденция снижения выбросов не отразилась на выбросах основных парниковых газов, таких как CO₂, метан и закись азота, рост которых продолжился в 2020-2021 году.

На топливно-энергетический и транспортный сектор приходилось более двух третей общих выбросов CO₂ от сжигания топлива в 2019 году (табл. 1). При этом тенденции роста этих парниковых выбросов остаются, несмотря на проводимую климатическую политику многими странами.

Таблица 1 / Table 1

**Глобальные выбросы CO₂ от сжигания топлива, 1990-2019 гг. /
Global CO₂ emissions from fuel combustion, 1990-2019**

	1990	2000	2010	2019
Производство электроэнергии и тепла	39,0%	42,5%	43,2%	44,1%
Транспорт	23,6%	26,2%	24,2%	25,8%
Промышленность	20,2%	17,6%	21,0%	19,6%
Строительный сектор	13,3%	11,5%	9,4%	8,8%
Прочие	3,9%	2,3%	2,2%	1,8%

Источник: / Source: расчеты авторов по материалам Международного энергетического агентства (МЭА) / authors' calculations based on the materials of the International Energy Agency (IEA).

Доля традиционных источников энергии в мировом электроснабжении по-прежнему является основной и составляет около 75%, они обеспечивают бесперебойную работу многих секторов экономики, и особенно важны для промышленности, сельского хозяйства, транспорта, коммунального хозяйства. Таким образом, стабильный рост экономики невозможен без развития традиционной энергетики, но необходимо учитывать, что добыча полезных

ископаемых становится все сложнее и дороже, так как новые месторождения открываются во все более труднодоступных географических регионах.

Кроме этого, существенный вред окружающей среде приносит использование угля для получения электроэнергии, из-за его высокой углеродоемкости, по сравнению с природным газом и нефтью. По данным Международного энергетического агентства в 2019 году на использование угля приходилось около 42% выбросов CO₂, в то время как на этот сектор приходилось только 23% полученной электроэнергии в мире. На использование нефти приходилось 34% выбросов CO₂ и 31% объема электроснабжения. На использование природного газа приходилось 22% выбросов CO₂ и 27% объема электроснабжения (IEA, 2021). Оставшаяся генерация в 2019 году поступила из источников неископаемого топлива, включая ядерную и нетрадиционные источники энергии, в том числе гидроэлектроэнергию, биомассу, ветер и солнце.

Формирование типа хозяйственной деятельности, где максимально учитывались бы экологические аспекты экономического развития, привело к созданию концепции «зеленой» экономики, основной задачей которой является разумное потребление, а производство необходимых товаров и услуг основано на соблюдении экологических норм для сохранения окружающей среды, не создавая рисков и дефицитов будущим поколениям. Одним из основных условий реализации данной концепции является использование источников энергии, благоприятно влияющих на окружающую среду и получивших название «зеленая» энергетика, важной составляющей которой являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Усиление экологической повестки и снижение стоимости технологий повлияло на развитие ВИЭ, которое ускорилося с 2010 года. Это позволило опередить ежегодные вводы в эксплуатацию мощностей на традиционных источниках энергии во многих регионах. Начиная с 2012 г. более 50% роста генерирующих мощностей в мире занимает ВИЭ-энергетика. В 2020 году производство ВИЭ составило 3147 ТВтч, что на 358 ТВтч (12,5%) больше, по сравнению с 2019 годом. При этом наибольший вклад в рост выработки электроэнергии из возобновляемых источников внесло использование энергии ветра (50,1%) и солнца (27,3%) (Statistical Review of World Energy, 2021).

Основными странами – лидерами по производству, вводу мощностей ВИЭ и инвестированию в новые энерготехнологии на протяжении последних трех лет являются Китай, США, Бразилия, Индия и Германия. Россия в 2019 году занимала в международном рейтинге по данному показателю 59 место (<https://www.eprussia.ru/market-and-analytics/268224.htm>).

Развивающиеся страны благодаря резкому снижению уровня затрат на строительство ветровых и солнечных электростанций получили возможность увеличивать использование зеленых источников энергии. В то же время стремительное развитие ВИЭ, сталкивается с рядом административных и других видов барьеров при их производстве и использовании, особенно в таких странах как Аргентина, Индонезия, Новая Зеландия, Россия, Сингапур, Республика Корея и Тайвань. Главными препятствиями в этих странах выступают: ограниченная доступность альтернативных источников энергии, высокие капитальные и операционные затраты для использования технологий в этой отрасли, а также нормативные барьеры.

Ожидается, что мировой рынок возобновляемых источников энергии продолжит расти в ближайшие годы, достигнув 1,1 трлн. долларов США к 2027 году (STATISTA, 2021). Экологические проблемы, связанные с ископаемым топливом, быстрая урбанизация и экономический рост в развивающихся регионах – все это основные факторы, способствующие прогнозируемому росту рынка.

По оценкам Bloomberg, к 2050 году на долю ветра и солнца в совокупности будет приходиться более 50% мирового производства электроэнергии, а вместе с батареями – 80%. Непосредственно применение нефти достигнет пика в 2035 году, а затем упадет на 0,7% в годовом исчислении и вернется к уровню 2018 года в 2050 году. Пик электроэнергии на угле прогнозируют в Китае в 2027 году и в Индии в 2030 году, однако затем доля его использования будет падать и достигнет 18% к 2050 году (в 2020 году – 26%). Газ останется единственным ископаемым топливом, рост которого в течение этого периода продолжится, на 0,5% в годовом

исчислении до 2050 г., рост на 33% в зданиях и на 23% в промышленности, где мало экономичных заменителей с низким содержанием углерода (BloombergNEF, 2020).

В странах, богатых природными ресурсами, зеленая энергетика пока что проигрывает конкуренцию традиционным видам генерации. Повышение доли ВИЭ в объеме генерирующих мощностей неизбежно влечет за собой проблему стабильности и надежности в выработке энергии, повышается риск возникновения аварий и снижается возможность маневрирования энергетическими ресурсами. Трудности возникают и с выводом из эксплуатации изношенных мощностей, использующих традиционные источники энергии. Нежелательна резкая смена сложившейся структуры топливно-энергетического комплекса. Такую трансформацию энергосистемы необходимо осуществлять плавно, путем эволюции, опираясь на концепцию промышленной гибридации ВИЭ и традиционных источников генерации.

Многие страны активно внедряют механизмы декарбонизации в экономике. Основными из таких механизмов являются: введение углеродного налога и создание системы торговли квотами на выбросы CO₂. В Европейском Союзе внедренная с 2005 года система торговли квотами уже привела к снижению углеродного следа компаний Европы. Однако применение этих механизмов приводит к росту затрат на единицу выпуска продукции, что ставит компании Европы в неравное положение, с точки зрения конкуренции, с компаниями из стран, где не применяются жесткие требования к выбросам CO₂. Чтобы уровнять условия работы европейских компаний и компаний-экспортеров из стран с менее жесткими экологическими требованиями, в марте 2021 года Евросоюз на заседании Парламента принял решение о введении механизма таможенной углеродной корректировки (carbon border adjustment mechanism – CBAM). Он связан с взиманием углеродного налога на импортируемую в страны ЕС продукцию, мотивируя переход компаний-экспортеров и их стран к углеродной нейтральности.

Страны, импортирующие и экспортирующие углеводороды, следуют разными путями перехода к «зеленой» экономике (Мудрецов и Прудникова, 2020). Энергетический сектор в России претерпевает значительные структурные изменения, связанные с решением глобальных задач, стоящих перед мировым сообществом по обеспечению экономик и населения доступными энергоресурсами, укреплению энергобезопасности и снижению антропогенного воздействия ТЭК на окружающую среду. При этом следует принимать во внимание чрезвычайное разнообразие изменяющихся климатических условий на обширной территории страны, что вносит специфические особенности в адаптационную политику Российской Федерации как на федеральном, так и на региональном уровнях, и что существенно отличает Российскую Федерацию от большинства стран мира. По оценке первого вице-преьера Андрея Белоусова, стоимость глобального энергоперехода для России составит примерно 90 трлн. руб. До 2060 года Россия должна тратить на эти цели ежегодно около 3,2 трлн. руб., или менее 3% ВВП (Белоусов, 2021).

В России сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся хозяйственная деятельность, основана на традиционных источниках, поскольку страна богата углеводородами, и ввиду этого производство электроэнергии за счет газа и угля на ее территории является развитым и дешевым. По расчетам экономистов традиционные источники энергии потенциально могут добавлять до 1 п.п. к среднегодовым темпам роста РФ в период до 2035 г. (Широв, 2019). В то время как сокращение их использования на основе агрессивных сценариев низкоуглеродного развития, может не только негативно влиять на внешний спрос на российские топливно-энергетические ресурсы, но и ограничивать эффективность цепочек создания добавленной стоимости в топливно-энергетическом секторе, привести к негативным ценовым и налоговым последствиям, сдерживающим модернизацию российской экономики, поставив под угрозу возможности устойчивого роста в средне- и долгосрочной перспективе (Порфирьев, Широв и Колпаков, 2020).

Процесс внедрения ВИЭ в странах импортерах природного газа и угля создает риски для российской экономики. Развитие водородных и электрических автомобилей несут риски для экспорта нефти и нефтепродуктов России. Более того, для решения проблемы вредных выбросов от автомобильного транспорта Норвегия, Франция и другие страны декларирует запрет на продажу новых автомобилей с бензиновым двигателем в ближайшем будущем.

Зеленый пакт для Европы (EU Green deal) – план по достижению нулевых выбросов к 2050 году еще один негативный фактор для российского энергетического экспорта, и углеродоемких отраслей, включая черную металлургию. С другой стороны, Россия имеет существенный потенциал для экспорта электроэнергии за счет ВИЭ, а в перспективе и экспорта водорода, что хотя бы частично компенсирует потери от экспорта углеводородного топлива. Кроме того, освоение ветровой и солнечной энергии создает условия для диверсификации российской экономики, в том числе за счет развития малых и средних предприятий. Все это требует тщательного анализа как с точки зрения оценки потенциала изменения российского экспорта, так и с точки зрения влияния шоков экспорта на экономику РФ.

Отмечая положительные моменты развития возобновляемой энергетики как в мире, так и в России, стоит отметить и ряд существенных причин, тормозящих это развитие, к ним можно отнести:

- высокий порог администрирования;
- трудности по переводу земель или земельных участков из сельхозназначения в промышленную категорию;
- недостаточно разработанные меры поддержки государства;
- отсутствие необходимой инфраструктуры и соответствующего оборудования.

Отношение к использованию альтернативной энергетики в разных странах неравнозначно, каждая страна имеет свой подход, так на сегодняшний день в России разработан ряд технологических платформ, непосредственно связанных с ВИЭ, в которых определены основные цели на перспективу, позволяющие обеспечить к 2030 году конкурентоспособность российских технологий на международном рынке. На ближайшую перспективу расширение использования возобновляемых источников энергии в России предполагается по следующим направлениям:

- развитие современных технологий переработки отходов агропромышленного комплекса и коммунальных пищевых отходов с получением биогаза;
- трансформация энергетики в больших городах, страдающих от угольной генерации;
- использование сетевой микрогенерации в домохозяйствах.

В настоящее время источники зеленой энергии составляют всего 0,3% энергопотребления в стране, однако уже к 2024 году планируется повысить данный показатель до 1%. В то же время, следует отметить, что инвестиции и объемы строительства альтернативной энергетической инфраструктуры в России значительно меньше по сравнению с лидерами по развитию «зеленой» энергетики (Китай, страны Европы, США, Япония и т.д.).

В России, также как и в других странах, альтернативная энергетика уже является значимым вектором в развитии экономики. Согласно оценкам экспертов программа поддержки зеленой энергетики в России вызовет рост инвестиций, которые уже к 2024 году превысят 650 млрд. руб., что даст возможность обеспечить прирост ВВП в размере более 1 трлн. руб., сгенерирует налоговые поступления в размере более 350 млрд. руб., создаст ежегодный спрос в отрасли на новые прямые рабочие места (Мудрецов, 2021).

В России четко определены цели и задачи долгосрочного развития энергетического сектора Российской Федерации на предстоящий период, приоритеты и ориентиры, а также механизмы государственной энергетической политики на отдельных этапах ее реализации, обеспечивающие достижение намеченных целей в «Энергетической стратегии России до 2035 года». Реализацией данной энергетической политики является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономических позиций. Для решения столь важных и амбициозных задач требуется существенная государственная поддержка. Как показал анализ зарубежного опыта государственной поддержки «зеленой» энергетики, действенными инструментами при этом являются: инвестиции, займы, гранты, субсидии, скидки на покрытие капитальных затрат на инвестиции в сфере ВИЭ, налоговые льготы при использовании технологий ВИЭ (Мудрецов, 2021).

В Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года (ЭС-2035) водородная энергетика обозначена в качестве одного из перспективных направлений развития

энергетики. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 г. № 2634-р также утвержден план мероприятий («дорожная карта») по развитию водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 года. № 2634-р «Об утверждении плана мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года»).

Главные направления использования водорода сегодня – в нефтепереработке и в химической промышленности (для производства различных товаров, в первую очередь – аммиака и метанола). Энергетическое использование водорода оценивается всего в 1-2% от общих объемов его потребления (DelProf_Analitika_Vodorodnaya-energetika.pdf). Перспективы развития водородной энергетики в России главным образом связываются с экспортом водорода, что отражено в ЭС-2035, в которой поставлена задача по закреплению России в составе мировых лидеров по экспорту водорода и установлены соответствующие целевые показатели: 0,2 млн. тонн (2,2 млрд. куб. м) в 2024 году и 2 млн. тонн (22,2 млрд. куб. м) в 2035 году (см. <https://news.myseldon.com/ru/news/index/244230984>).

Отмечая все положительное присущее «зеленой» энергетике, в то же время надо признать, что она имеет и ряд недостатков (Мудрецов, 2021):

Во-первых, недостаточно проработанная законодательная база в России, в то время как сегодня во всем мире именно государственные программы и решения являются главными факторами развития альтернативной энергетики;

Во-вторых, для развития инфраструктуры альтернативной энергетики требуются значительные долгосрочные инвестиционные вложения, которые требуют наличия крупного капитала;

В-третьих, в условиях использования современных технологий тарифы на энергию из ВИЭ значительно выше (в 3-3,5 раза) при сравнении с традиционными источниками энергии;

В-четвертых, низкий уровень концентрации возобновляемых источников энергии является важной особенностью отрасли, кроме этого ВИЭ имеют нестабильный характер, так как многие их виды зависят от сезонных и погодных условий, что влияет как на регулярность их поставки, так и на обеспечение потребностей в требуемом объеме.

Выводы

В заключение необходимо отметить, что для адаптации как традиционных, так и нетрадиционных источников к проблемам глобального потепления, стремление к бережному использованию нетрадиционных ВИЭ, а также развитие водородной энергетики нуждается в эффективных мерах, связанных с внедрением и разработкой новых технологий, использованием технологических «зеленых» стандартов, разрешений и штрафов, развитием контроля за выбросами CO₂ с помощью торговли квотами, разработкой новой системы налогообложения в топливно-энергетическом секторе в увязке с применением «зеленых» технологий.

Однако сегодня стимулы, которые создает рынок для глобальной декарбонизации, нацелены в первую очередь на исследования и разработки в «области совершенствования существующих технологий (таких, как оптимизация двигателей с использованием ископаемых видов энергии), а не на перспективное развитие совершенно новых технологий. Эти рыночные сбои в значительной степени обусловлены низким уровнем учета социальных издержек для общества, связанных с выбросами парниковых газов» (Michallet, 2016). У государства есть инструменты для корректировки этих провалов рынка и инициации новых путей развития как за счет инвестирования в фундаментальные исследования, так за счет использования экономических методов стимулирования в соответствии с проводимой государством климатической политикой.

Глобальная и чрезмерная зависимость от традиционных источников энергии должна уменьшиться, тем более их запасы не бесконечны и сокращаются, а стоимость добычи резко увеличивается. Грядущее глобальное потепление делает ископаемое топливо в отдаленном будущем малопривлекательным, что приводит к необходимости поиска альтернативных средств. Однако, чтобы добиться уменьшения выбросов парниковых газов, нужны

энергоэффективные и низкоуглеродные технологии во многих секторах экономики, в том числе разработка зеленых технологий в энергетике, транспортном секторе и переработке отходов.

Литература / References

1. Белоусов, А. (2021), “Другого ответа на изменение климата человечество пока не придумало”, *Коммерсантъ*, доступно по адресу: <https://www.kommersant.ru/doc/5038967> (Дата обращения 04.01.2022). [Belousov, A. (2021), “Humanity has not yet come up with another answer to climate change”, *Kommersant*, available at: <https://www.kommersant.ru/doc/5038967> (Accessed 04.01.2022)].

2. Мудрецов, А.Ф. (2021), “Переход к возобновляемым источникам энергии: проблемы и перспективы”, *Проблемы рыночной экономики*, № 3, с. 238-243, доступно по адресу: <http://www.market-economy.ru/> (Дата обращения 04.01.2022). [Mudretsov, A.F. (2021), “Transition to renewable energy sources: problems and prospects”, *Market economy problems*, no. 3, pp. 238-243, available at: <http://www.market-economy.ru/> (Accessed 04.01.2022)].

3. Мудрецов, А.Ф. и Прудникова, А.А. (2020), “Зеленая экономика как драйвер устойчивого развития”, *Экономика и математические методы*, т. 56, № 2, с. 32-39. [Mudretsov, A.F. and Prudnikova, A.A. (2020), “Green Economy as a driver of sustainable development”, *Economy and mathematical methods*, vol. 56, no. 2, pp. 32-39].

4. Порфирьев, Б., Широ, А. и Колпаков, А. (2020), “Стратегия низкоуглеродного развития: перспективы для экономики России”, *Мировая экономика и международные отношения*, том 64, № 9, с. 15-25. [Porfiriev, B., Shirov, A. and Kolpakov, A. (2020), “Low-Carbon Development Strategy: Prospects for the Russian Economy”, *World Economy and International Relations*, vol. 64, no. 9, pp. 15-25].

5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 октября 2020 года. № 2634-р «Об утверждении плана мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года», доступно по адресу <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108100014> (Дата обращения 09.01.2022). [Decree of the Government of the Russian Federation of October 12, 2020. No. 2634-r «On approval of the action plan «Development of hydrogen energy in the Russian Federation until 2024», available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108100014> (Accessed 09.01.2022)].

6. Широ, А.А. (2019), “Энергетическая стратегия в контексте достижения целей развития экономики России”, *Энергетическая политика*, № 1, с. 11-17. [Shirov, A.A. (2019) “Energy strategy in the context of achieving goals of Russian economy development”, *Energy Policy*, no. 1, pp. 11-17.]

7. *Energy Transitions Commission*, (2020), “Making Mission Possible: Delivering a Net-Zero Economy”, available at: <https://www.energy-transitions.org/publications/making-mission-possible/> (Accessed 12.01.2022).

8. *IPCC*, (2021), “Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers”, available at: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf (Accessed 09.01.2022).

9. Hannah Ritchie and Max Roser (2020), “CO₂ and Greenhouse Gas Emissions”, *Published online at OurWorldInData.org*, available at: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions> (Accessed 11.01.2022).

10. Turner, A.J., Frankenberg, C., and Kort, E.A. (2019), “Interpreting contemporary trends in atmospheric methane”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116 (8), pp. 2805-2813, available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1814297116> (Accessed 04.01.2022).

11. *UNEP-CCC*, (2020), “Emissions Gap Report 2020”, available at: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020> (Accessed 04.01.2022).

12. *UNEP-CCC*, (2021), “Emissions Gap Report 2021”, available at: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021> (Accessed 07.01.2022).

13. IEA, (2021), “Greenhouse Gas Emissions from Energy Data Explorer”, available at: <https://www.iea.org/articles/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer> (Accessed 09.01.2022).

14. “Statistical Review of World Energy”, (2021), *bp*, available at: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review> (Accessed 11.01.2022).

15. STATISTA, (2022), “Renewable energy market size worldwide in 2020, with a forecast for 2027”, available at: <https://www.statista.com/statistics/1094309/renewable-energy-market-size-global/> (Accessed 11.01. 2022).

16. *BloombergNEF*, (2020), “Emissions and Coal Have Peaked as Covid-19 Saves 2.5 Years of Emissions, Accelerates Energy Transition”, available at: <https://about.bnef.com/blog/emissions-and-coal-have-peaked-as-covid-19-saves-2-5-years-of-emissions-accelerates-energy-transition> (Accessed 11.01.2022).

17. Michallet, B. (2016), “Innovations et changement climatique: quel rôle pour les États?” (“Innovations and climate change: what role for States?”), *BSI economics*, available at: <http://www.bsi-economics.org/606-innovations-et-changement-climatique-quel-role-pour-les-etats> (Accessed 04.01.2022).

Об авторах

Мудрецов Анатолий Филиппович, доктор экономических наук, главный научный сотрудник, Институт проблем рынка РАН, Москва.

Прудникова Анна Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва

About authors

Anatoly F. Mudretsov, Doctor of Sci. (Econ.), Principal Researcher, Market Economy Institute of RAS, Moscow.

Anna A. Prudnikova, Cand. of Sci. (Econ.), Associate Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow.