

УДК 338:620.9  
DOI: 10.31249/espr/2022.01.04

**Б.Г. Ивановский\***

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К «ЗЕЛеноЙ» ЭНЕРГЕТИКЕ: ОПЫТ РАЗНЫХ СТРАН МИРА (Обзор)**

*Аннотация.* В обзоре рассматривается понятие и виды «зеленой» энергетики. Исследуются закономерности и тенденции развития «зеленой» энергетики, технологические и социально-экономические особенности ее распространения на примере стран Центральной и Восточной Европы, входящих в ЕС, а также Российской Федерации. Анализируются причины энергетического кризиса в странах Западной Европы и роль «зеленой» энергетики в его возникновении.

*Ключевые слова:* «зеленая» энергетика; Евросоюз; страны Центральной и Восточной Европы; Россия; энергетический кризис.

*Для цитирования:* Ивановский Б.Г. Проблемы и перспективы перехода к «зеленой» энергетике: опыт разных стран мира (Обзор) // Экономические и социальные проблемы России. – 2022. – № 1. – С. 58–78.

**B.G. Ivanovskiy**

### **Problems and prospects of transition to green energy: experience of different countries of the world (Review)**

*Abstract.* The review examines the concept and types of green energy. Regularities and trends in the development of green energy, technological and socio-economic features of its distribution are investigated on the example of the countries of Central and Eastern Europe, members of the EU, as well as the Russian Federation. The reasons for the energy crisis in Western Europe and the role of green energy in its occurrence are analyzed.

---

\* **Ивановский Борис Георгиевич**, канд. экон. наук, ведущий научный сотрудник Отдела экономики Института научной информации по общественным наукам РАН (ИНИОН РАН). E-mail: bgivanovsk@mail.ru

**Ivanovskiy Boris**, PhD (Econ. Sci.), Leading Researcher of the Department of Economics, Institute of Scientific Information for Social Sciences, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia).

**Keywords:** green energy; European Union; Central and Eastern Europe countries; Russia; energy crisis.

**For citation:** Ivanovskiy B.G. Problems and prospects of transition to green energy: experience of different countries of the world (Review) // Economic and Social Problems of Russia. – 2022. – N 1. – P. 58–78.

## **Введение**

Новым технологиям производства электроэнергии из возобновляемых источников (ВИЭ) насчитывается менее 50 лет. Основанная на их использовании «зеленая» энергетика приобрела популярность в 70-х годах XX в. как часть растущего экологического движения. Но только в начале XXI в. в этой области был сделан настоящий прорыв, который, возможно, со временем позволит ВИЭ вытеснить ископаемое топливо (уголь, нефть и природный газ) как основного энергоносителя [The 5 different kinds ... , 2020].

Производство электроэнергии из ВИЭ растет в разных странах мира, и эта тенденция в обозримой перспективе сохранится.

Так, по расчетам Управления энергетической информации США (U.S. Energy Information Administration, EIA), в 2020 г. уже 40% энергии в стране вырабатывалось на основе не ископаемых источников топлива. В 2015 г. ВИЭ обеспечивали менее 20% энергопотребления в США [Renewable energy sources: energy trends ... , 2021]. В Европе производство солнечной электроэнергии в 2020 г. увеличилось на 60% по сравнению с 2019 г. В результате использования ветряных электростанций Великобритании уже имеет 67-дневный период без использования угля и планирует к 2025 г. постепенно отказаться от ископаемого топлива, а к 2030 г. запретить производство новых автомобилей с бензиновым и дизельным двигателем [Eckhous, Mathis, Mutaugh, 2021].

Считается, что «зеленая» энергетика способна решить проблемы глобального изменения климата и является одним из основных направлений снижения негативного воздействия человека на природу. Экономические выгоды включают создание новых рабочих мест при строительстве объектов «зеленой» энергетике и для их обслуживания. «Зеленая» энергетика также может стабилизировать стоимость энергии, поскольку ее источники локализованы на местном уровне и мало подвержены колебаниям цен на биржах или сбоям в цепочке поставок [What is green energy?... , 2021]. Уже сейчас в ряде стран они способны конкурировать с традиционными видами производства энергии [Projected costs of generating ... , 2020].

Однако на пути распространения «зеленой» энергетике возникает много проблем, иногда самых неожиданных. Например, массовое размещение жителями Австралии солнечных панелей на крыше домов нанесло серьезный ущерб поставщикам коммунальных услуг [Eckhous, Mathis, Mutaugh, 2021]. В связи с этим встают задачи согласования экологических и

экономических аспектов развития «зеленой» энергетики, а также выбора оптимальной модели энергоснабжения. И для их решения необходимо представлять, что такое «зеленая» экономика и что за ней стоит.

### Понятие и виды «зеленой» энергетики

«Зеленая» энергетика – это технологии выработки энергии, при которой минимизировано загрязнение окружающей среды, в том числе отсутствуют выбросы парниковых газов в атмосферу. При этом «зеленая» энергетика использует неисчерпаемые и возобновляемые источники, прежде всего энергию ветра, солнечную энергию и гидроэлектроэнергию (включая энергию морских приливов и отливов). К ним также отнесена ядерная энергия (условно – из-за опасности катастроф).

По определению ЕИА, возобновляемая энергия поступает из естественных источников, которые практически неисчерпаемы [Renewable energy sources: energy trends ... , 2021]. Однако это определение нуждается в уточнении. Во-первых, возобновляемые и неисчерпаемые источники энергии – это не одно и то же. Во-вторых, хотя, например, энергия солнца неисчерпаема (в пределах Земли), но редкоземельные металлы, используемые для создания солнечных панелей, представляют собой ограниченные ресурсы, которые необходимо добывать [Orlando, 2019]. Кроме того, здесь не учитывается загрязнение окружающей среды от использования ВИЭ. А с этой точки зрения далеко не все они соответствуют принципам «зеленой» энергетики. Например, сжигаемые для получения энергии традиционные возобновляемые органические материалы (дрова, торф и т.д.) не являются экологически чистыми («зелеными») источниками из-за образования углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в этом процессе [What is green energy?... , 2021]. К «зеленым» энергетическим технологиям относят переработку органических отходов, так как в этом случае ущерб окружающей среде минимизируется. Таким образом, «зеленая» энергетика опирается на использование альтернативных по сравнению с ископаемым топливом источников – неисчерпаемых или возобновляемых, – при производстве энергии из которых наносится гораздо меньший ущерб окружающей среде (выделяется меньше парниковых газов и других вредных веществ).

Различие между «зеленой» и традиционной энергетикой наиболее отчетливо проявляется за пределами домохозяйств, считает С. Орландо. Ориентируясь на ископаемое топливо, компании должны постоянно искать новые месторождения, так как старые истощаются. Установки, сжигающие ископаемое топливо для производства электроэнергии и тепла, а также на разных видах транспорта, суммарно являются крупнейшим источником выбросов парниковых газов в атмосферу [Orlando, 2019]. При сжигании угля также выделяются токсичные газы, такие как окись углерода. Другие негативные формы воздействия на окружающую среду включают загрязнение почвы и воды, в том числе разливы нефти, вредные

для живых организмов. Добыча природного газа (особенно методом гидро-разрыва) вызывает небольшие землетрясения и т.д.

Тем не менее в настоящее время традиционные (ископаемые) источники энергии играют доминирующую роль как в мировом энергобалансе, так и отдельных стран [Pichai, 2018]. Ископаемое топливо можно легко транспортировать из одной страны в другую, а сам этот рынок является высоко прибыльным. Однако по мере того, как легкодоступные ресурсы начинают иссякать, стоимость производства этого типа энергии возрастает. Напротив, стоимость более экологически чистых (или альтернативных) источников энергии падает в связи с масштабными инвестициями в инновационные технологии.

В пользу «зеленой» энергетики свидетельствуют и другие факторы, в том числе возможность осуществлять относительно недорогие локализованные энергетические решения, такие как солнечные «фермы». Кроме того, «зеленые» энергоустановки не требуют значительных дополнительных затрат энергоресурсов после введения в эксплуатацию, поскольку используют ВИЭ. В результате «зеленая» энергия становится не только экономически жизнеспособной, но и предпочтительным вариантом развития. Хотя ее эффективность во многом предопределяется географическим местоположением. Например, в регионах с интенсивным солнечным излучением легче и быстрее создать эффективное энергетическое предприятие на основе солнечных батарей.

Самыми распространенными и быстро развивающимися видами «зеленой» энергетики в настоящее время являются следующие [Top 5 Fastest-Growing ... , 2021]:

– *гидроэнергетика* – основывается на наиболее широко используемом виде ВИЭ, на долю которого приходится 54% от всех генерирующих мощностей в мире, работающих на этих источниках. На сегодняшний день в производстве гидроэлектроэнергии лидирует Китай;

– *ветроэнергетика* – занимает второе место по масштабам производства. Технологические достижения и применение новых композитных материалов способствовали увеличению сроков службы и снижению стоимости ветряных турбин. В результате, например, береговая ветроэнергетика обеспечивает выработку около 10% всей энергии в Великобритании и является для нее наиболее экономичным вариантом альтернативной энергетики. Морские ветряные электростанции снабжают электроэнергией около 4,5 миллионов домохозяйств в этой стране;

– *солнечная энергетика* – самый быстрорастущий вид «зеленой» энергетики и третий по объему производства на основе ВИЭ в мире в 2021 г. [The world's most used ... , 2020]. Самая большая солнечная электростанция находится в Объединенных Арабских Эмиратах и производит электроэнергию в количестве, достаточном для того, чтобы уменьшить углеродный след, эквивалентный эффекту от устранения 200 тыс. автомобилей [Top 5 Fastest-Growing ... , 2021];

– *биоэнергетика* – четвертый по величине вид «зеленой» энергетики. Производство электроэнергии и тепла основывается на инновационном использовании традиционных источников биомассы, таких как побочные продукты сельского хозяйства и бытовые отходы. Китай, Великобритания и Индия в настоящее время являются лидерами в производстве биоэнергии. Бразилия, Германия, США и Швеция тоже активно развивают эти технологии [The world's most used ... , 2020];

– *геотермальная энергия* также входит в список ВИЭ, использование которых растет быстрыми темпами. Крупнейшим производителем геотермальной электроэнергии в мире является Исландия. Заметные позиции в данной сфере занимают Индонезия, Италия, Мексика, Филиппины и США.

### Тенденции развития «зеленой» энергетики

Не только производители, но и потребители энергии (предприятия и домохозяйства) могут существенно влиять на направления социально-экономического развития путем использования ВИЭ. По мнению экспертов американской энергетической компании Just Energy, эти возможности сводятся к следующему [Just the facts ... , 2021]:

- *сохранение ископаемого топлива*: переход к ВИЭ позволяет продлить или сохранить срок использования невозобновляемых ископаемых видов топлива, которые находятся в опасной близости от истощения;

- *сведение к минимуму зависимости от импорта ископаемых видов топлива* благодаря диверсификации поставок энергии;

- *замедленное и обратимое изменение климата*: использование ВИЭ создает гораздо меньший углеродный след по сравнению с традиционными видами топлива, что позволяет надеяться на замедление изменения климата, включая глобальное потепление, и уменьшение числа связанных с этим неблагоприятных природных явлений (таких как засухи, штормы и наводнения);

- *сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни людей*: переход на новые ВИЭ может спасти до семи млн жизней ежегодно за счет сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;

- *развитие экономики и создание рабочих мест*: увеличение количества и мощности энергетических систем стимулирует экономический рост и создает новые рабочие места в самой энергетике и связанных отраслях промышленности.

Для перехода к полностью устойчивому глобальному энергетическому ландшафту может потребоваться более 30 лет. По мере того как на рынке продолжают появляться новые инновационные решения в области ВИЭ, технологии их использования будут становиться все более доступными в разных сферах деятельности – от потребительского маркетинга до инфраструктуры [Folk, 2021]. Некоторые исследователи полагают,

что к 2030 г. возможно достижение не менее 80% мирового производства энергии из ВИЭ. Однако это, наверное, слишком оптимистичный прогноз. Пандемия коронавируса замедлила развитие «зеленой» энергетике – большинство проектов в области ВИЭ, запланированных на 2020 г., пришлось отложить на 2021 г. Основные из них – расширение установки фотоэлектрических солнечных панелей и береговых ветряных электростанций, а также ввод в эксплуатацию двух энергоблоков на одной из крупнейших гидроэлектростанций в Китае [Renewable energy sources ... , 2021]. Ожидается, что прогресс, достигнутый в этой области в 2021 г., позволит вернуться на уровень использования альтернативных источников энергии в 2019 г.

Основные тенденции в области развития экологически чистой энергетики в текущем году сводятся к следующему:

1) *активизация разработок в области «зеленого» водорода*. «Зеленый» водород – топливо, получаемое путем электролиза воды и использования таких ВИЭ, как солнечная энергия или энергия ветра. Единственным побочным продуктом данной реакции является кислород. Переход к этому виду топлива позволяет обеспечить наиболее экологически чистую цепочку выработки энергии [Why we need green ... , 2021]. Однако технологии добычи и хранения водорода еще не до конца отработаны, а их значимым недостатком является большая потребность в чистой пресной воде. Сама же продукция получается очень дорогой (от 4 до 6 долл. за кг). Хотя по мере совершенствования технологий конкурентоспособность экологически чистого водорода по стоимости возрастает. Австралия, Чили, Европейский союз, Германия, Япония, Саудовская Аравия и США уже обязались сделать значительные инвестиции в его производство [Why we need green ... , 2021].

Рост интереса к «зеленому» водороду в противовес традиционной энергетике ставит вопрос о целесообразности использования разветвленной газовой инфраструктуры. Например, по оценке агентства Bloomberg, переход на водородное топливо может сделать ненужными американские газопроводы, общей протяженностью 3 млн миль (или 4,8 млн км). Новая администрация США уже демонстрирует критическое отношение к проектам строительства больших трубопроводов. Водородные технологии также угрожают интересам «Газпрома», крупнейшего поставщика природного газа в ЕС. Некоторые компании уже задумываются о том, чтобы рядом с ветропарками организовывать производство водорода и аммиака [Справка ... , 2011];

2) совершенствование современных технологий *биоэнергетики*, использующей в качестве источника энергии органические отходы свалок и из водоемов, отходы сельскохозяйственного производства и т.д. Посредством термохимических или биохимических реакций переработки биомассы получается тепло, жидкое или газообразное биотопливо (этанол, биогаз, биодизель и др.). Благодаря расширению масштабов таких

производств сокращаются объемы выбросов 3-й категории<sup>1</sup> вредности [Score 3 ... , 2021];

3) повышение интереса к *геотермальной энергии*, которая может стать самым надежным ВИЭ. На глубине ниже уровня промерзания почвы (два-три метра от поверхности земли) температура остается постоянной в течение года и примерно равна среднегодовой температуре наружного воздуха. Это можно использовать в качестве источника энергии для выработки электричества или тепла, обогрева или охлаждения здания. Считается, это один из самых эффективных источников энергии [Ground source heat pumps, 2013];

В настоящее время на бизнес все больше возлагается ответственность за последствия воздействия производственных процессов на окружающую среду. Одновременно распространяются способы стимулирования его движения в сторону энергосбережения и сокращения углеродного следа.

Например, для малых предприятий, использующих технологии устойчивого развития, предусматриваются налоговые льготы. Так, в целях снижения воздействия на окружающую среду федеральное правительство США предлагает инвестиционный налоговый кредит (ИТС) в размере 30% всем компаниям, которые солнечную энергию предпочтут ископаемому топливу [Guide to the federal ... , 2021].

Компании, решившие перейти на устойчивую энергетику, с большей вероятностью завоюют доверие потребителей благодаря своей приверженности относительно экологичного будущего [Guide to the federal ... , 2021]. Для поддержания конкурентоспособности традиционные энергетические компании, ориентированные на использование ископаемого топлива, предпринимают шаги по диверсификации и расширению деятельности, включая в нее технологии производства ВИЭ. Корпоративные гиганты, стремящиеся к успеху, разрабатывают и приступают к реализации конкретных планов в области устойчивого развития. Например, компания Google не только пообещала достичь состояния, «свободного от углерода», к 2030 г., но и изложила, как это предполагается сделать [24/7 by 2030: Realizing ... , 2020].

---

<sup>1</sup> Это бытовые отходы: свалки и сточные воды, – на которые приходится около 18% общего объема отходов. Отходы растениеводства, включая производство продуктов питания и биомассы, составляют четвертую группу вредности, – и на них приходится около 15% соответственно. Причем наибольший вклад в создание отходов растениеводства вносит производство риса.

### **«Зеленая» энергетика в странах Центральной и Восточной Европы, входящих в ЕС**

Страны Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) из-за большой социально-экономической дифференциации демонстрируют значительные различия в масштабах и структуре обеспечения энергией. Лидерами по объему общего производства первичной энергии являются Польша, Чехия, Румыния и Венгрия (соответственно от 4374,3 тыс. ТДж до 1115,6 тыс. ТДж в 2017 г.). Самые низкие значения зафиксированы в странах Балтии и Словении (менее 300,1 тыс. ТДж).

В 2019 г. в ЕС была принята «Европейская зеленая сделка» (The European Green Deal), которая направлена на решение многочисленных экономических и социальных проблем, связанных с изменением климата. Декларируется, что высокая и растущая энергоэффективность должна сопровождаться увеличением доли ВИЭ в общем энергопотреблении [The European green deal ... , 2019, p. 24]. Этот, а также другие документы в области устойчивого («зеленого») развития существенно ускорили процесс трансформации энергетики в странах ЦВЕ, вошедших в ЕС.

Развитие «зеленой» энергетики в регионе активно поддерживается государственными программами. Эти действия уже принесли ощутимые результаты.

В 2019 г. доля ВИЭ в общем производстве электрической мощности в странах ЦВЕ колебалась от примерно 62% (в Латвии) до 48,5% (в Румынии) и 39,4% (в Болгарии). Страны ЦВЕ различаются специализацией в структуре производства электроэнергии, генерируемой из ВИЭ. В Латвии, Словении, Словакии, Румынии и Болгарии преобладает гидроэнергетика (от 87% до 56% в производстве энергии из ВИЭ). Ветряная энергетика доминирует в Литве и Польше (64% и 63% соответственно). В Венгрии и Чехии отмечается довольно высокая доля солнечной генерации (59% и 48% соответственно). Наиболее высоким потенциалом для развития «зеленой» энергетики характеризуется Румыния (11,2 тыс. МВт), Польша и Болгария (примерно 4,5 тыс. МВт) [Renewable energy statistics ... , 2020].

Специалисты подчеркивают, что переход к экономике с нулевым уровнем вредных выбросов – это самый сложный процесс с социально-экономической (издержки и риск), а также технологической точки зрения. Использование источников солнечной и ветровой энергии не лишено недостатков. Во-первых, оно сильно зависит от погоды и изменения климата. Хотя по мере развития технологий эти ограничения можно свести к минимуму. Примером служит прогноз солнечной экспозиции на основе информации космических спутников. Во-вторых, в отличие от производства электроэнергии на ископаемом топливе, потоки солнечной и ветровой энергии не являются постоянными. Это означает, что фотоэлектрические и ветряные турбины не могут производить электроэнергию по запросу [A review of large-scale ... , 2015].



Нестабильность основных ВИЭ создает проблемы в процессе накопления энергии. Поэтому энергетические системы, которые используют энергию ветра и солнца, должны быть более гибкими. Тем более что на их долю приходится уже больше 20% от общей электрической генерации в ЕС [Huber, Dimkova, Yamasher, 2014].

Новые цифровые решения открывают возможности для интеграции энергии, получаемой из разных видов и типов источников. Развитие интегрированной генерации энергии предполагает применение интеллектуальных технологий, позволяющих передавать информацию и использовать различные источники энергии. Цифровые энергетические платформы, координирующие и управляющие спросом и предложением в режиме реального времени, уже созданы в энергосистеме стран ЕС. В странах ЦВЕ две такие платформы находятся в Литве и по одной в Болгарии, Эстонии и Венгрии [Duch-Brown, Rossetti, 2020].

Принимая во внимание роль цифровых инструментов, энергетические системы нуждаются в цифровой безопасности. Большие возможности здесь открывает Интернет вещей (IoT)<sup>1</sup> и технология блокчейн. Однако на рынке датчиков и оборудования для устройств мониторинга в сфере «зеленой» энергетики доминируют транснациональные компании (например, Hitachi, ABB, IBM), которых нет в странах ЦВЕ [Brouthers, Geisser, Rothlauf, 2016]. Кроме того, темпы увеличения расходов на цифровые технологии в регионе непропорционально низки по сравнению с динамикой роста солнечной и ветряной генерации (что особенно заметно в Польше и Румынии) [Report from the Commission ... , 2020].

В 2019 г. мировое производство солнечных панелей оценивалось примерно в сумме 57,8 млрд евро, из которых только 12,8% приходится на страны ЕС. Большинство из 10 крупнейших производителей фотоэлементов и модулей располагается в Азии. Производство техники для ветряной генерации освоили три компании в Германии (Siemens, Senvion и Gamesa Renewable Energy с испанским участием). В странах ЦВЕ такие производства отсутствуют. Поэтому в перспективе возможна замена поставок топлива для традиционной энергетики региона (российской нефти и газа) технологическим оборудованием для «зеленой» энергетики из Китая и других стран мира [Report from the Commission ... , 2020].

В настоящее время крупнейшим покупателем компонентов для развития «зеленой» энергетики среди стран ЦВЕ является Польша. В 2018 г. стоимость ее импорта этого оборудования составила около 33,1 млн долларов. Основными поставщиками данной продукции в Польшу являются

---

<sup>1</sup> Интернет вещей (Internet of things, IoT) – концепция сети передачи данных между физическими объектами («вещами»), оснащенными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, исключить из части действий и операций необходимость участия человека.

Германия (28% от общего объема поставок в 2018 г.) и Китай (18,2%) [Report from the Commission ... , 2020].

Помимо вопросов производства оборудования и сложности эксплуатации использование ВИЭ создает дополнительные проблемы, связанные с утилизацией техники, выработавшей свой срок эксплуатации. 20-летний средний срок службы фотоэлементов означает, что утилизация солнечных панелей, устанавливаемых с 2010 г., начнется в 2030 г. При этом потребность и затраты на утилизацию с каждым годом будут только возрастать.

Сформированная в прошлом энергетическая структура, наличие энергоресурсов, политические решения и технологические возможности приводят к разным решениям в области устойчивого энергоснабжения в странах ЦВЕ. Традиционные источники энергии по-прежнему играют важную роль в Польше, Словакии, Чехии, Болгарии и Венгрии. Эти страны в настоящее время находятся на этапе перехода к «зеленой» энергетике. Гораздо дальше продвинулись на этом пути Латвия и Литва, в энергобалансе которых доля генерации электроэнергии на основе ВИЭ превысила 60% [Renewable energy statistics ... , 2020].

Сводный индикатор преобразования энергии (energy transformation indicator) позволяет характеризовать развитие «зеленой» энергетике в странах ЦВЕ в более широком аспекте. Индикатор включает данные по трем основным компонентам: энергоэффективность, доля ВИЭ в общем объеме потребления энергии и интенсивность вредных выбросов. Значения сводного индекса трансформации энергии позволяют разделить страны ЦВЕ на три группы по масштабам использования ВИЭ. В первую группу входят лидеры – Латвия и Румыния. Болгария является безусловным аутсайдером и входит в третью группу вместе с Эстонией и Польшей. Остальные страны ЦВЕ составляют вторую группу [Pakulska, 2021].

Страны с ощутимым прогрессом в области преобразования энергетики сталкиваются с проблемами использования ВИЭ в первую очередь. Они затрагивают технологии, финансы и вопросы интеграции с энерго-распределительными сетями. Другая группа проблем касается целей «зеленой» трансформации, т.е. экологических выгод от сырьевой независимости, а также улучшения конкурентоспособности энергетического сектора в связи с использованием ВИЭ. Существенное значение также имеют возможные энергетические потери, например, вследствие непредвиденных климатических и природных катаклизмов [Pakulska, 2021].

Решение перечисленных вопросов требует новых инвестиций в энергетические технологии, а также создание в регионе производств для выпуска оборудования, ориентированного на использование ВИЭ. Эти инвестиции должны сопровождаться вложениями в утилизацию отходов в соответствии с увеличением доли ВИЭ в энергетическом балансе стран ЦВЕ. Последнее особенно важно, поскольку «зеленая» энергетика развивается здесь на основе импортных технологий. В этом контексте целе-

сообразна определенная корректировка «Европейской зеленой сделки» [Pakulska, 2021].

По мнению специалистов, ограничение развития энергетики строго технологическими условиями может привести к социальным и экономическим потрясениям в долгосрочной перспективе. Это является вызовом для экономической политики стран ЦВЕ, неотъемлемой частью которой является переход к использованию ВИЭ [Pakulska, 2021].

### «Зеленая» энергетика в России

По выбросам парниковых газов Россия с объемом эмиссии CO<sub>2</sub> примерно 1,5 млрд т в год занимает сейчас 4-е место в мире (лидирует в этом списке Китай) [Виноградов, Волобуев, 2021]. Цели сокращения углеродных выбросов, а также экономическая целесообразность подталкивают к более активному развитию в стране «зеленой» энергетики [О системных эффектах ... , 2020].

По оценке Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), в России на начало 2021 г. общий объем генерирующих мощностей, работающих на ВИЭ, составлял 2,9 ГВт. Это составляет всего 0,5% от уровня мирового лидера в области использования альтернативных источников энергии – Китая. В России солнечными электростанциями (СЭС) вырабатывается 1734 МВт, ветровыми (ВЭС) – 1030 МВт, малыми ГЭС – 58 МВт, геотермальными (ГТЭС) – 74 МВт, на основе биотоплива – 12 МВт. Доля всех «зеленых» мощностей в общем энергобалансе России пока достигает только 0,3% (против 15% в Китае). К 2035 г. ставится цель довести ее до 4% (в Китае к тому времени она должна превысить 25%) [Виноградов, Волобуев, 2021]. В рамках программы Договора о предоставлении мощностей (ДМП) ВИЭ 2.0 (2025–2035 гг.)<sup>1</sup> планируется введение порядка 6,7 ГВт мощностей на этой основе. В эти объемы войдут более 2 ГВт солнечной и 4 ГВт ветряной генерации, а также 200 МВт малой гидрогенерации [Тихонов, 2021 с].

В соответствии с ДМП, средства на развитие генерации на основе ВИЭ должны выделяться не из государственного бюджета, а за счет дополнительной тарифной нагрузки на оптовых покупателей электроэнергии. В результате потребители вынуждены платить не столько за фактически полученные мегаватт-часы, сколько за готовность электростанции выработать необходимый объем энергии [Договор о предоставлении мощностей, 2021].

Вместе с тем участие в программе ДМП ВИЭ позволяет энергетическим компаниям снизить инвестиционные риски генерирующих компаний. Мощность по этим договорам оплачивается по повышенному установленному тарифу в течение ранее оговоренного периода времени.

<sup>1</sup> С 2013 по 2024 г. в России действует программа ДМП ВИЭ 1.0.

Проекты отбираются на конкурсной основе. Им гарантируется окупаемость инвестиций в течение 15 лет с базовой доходностью 12% годовых (с возможностью ее корректировки) [Тихонов, 2021 с]. Плата за мощность гарантирует инвесторам окупаемость вложений не только в строительство новых станций, но и подготовку их персонала, создание отечественных производств ветряков и солнечных панелей [Договор о предоставлении мощностей, 2021].

В результате реализации программы ДПМ 1.0 уже произошло существенное сокращение капитальных затрат на установку солнечной и ветряной генерации, что и было учтено при формировании новых параметров на 2025–2035 гг.

По оценкам «Роснано», нормированная стоимость энергии, вырабатываемой ветровыми установками, к 2030 г. сравняется с аналогичным показателем угольных электростанций. Уже сейчас дешевле построить ВЭС, чем новую теплостанцию, работающую на угле [Александров, 2021]. В отличие от крупных ГЭС и АЭС, строительство которых занимает десятилетия и требует огромных финансовых вложений, возводить ВЭС и СЭС можно сравнительно быстро и дешево [Строящиеся АЭС, 2020]. Однако они зависят от переменчивых погодных условий и нуждаются в инфраструктуре накопления и хранения энергии, что снижает их экономическую эффективность.

Инвестиции в использование ВИЭ увеличивают конечную цену на электроэнергию. С другой стороны, генерации на основе ВИЭ уменьшают объем «дорогого» ценового предложения на оптовом рынке электроэнергии, что ведет к снижению цен на рынке «на сутки вперед» (РСВ) в среднем на 1,1–1,6% и экономит потребителям до 17 млрд руб. в год, – в сумме это может составить до 300 млрд руб. к 2035 г. [Сафиуллина, 2020]. Средняя цена киловатт-часа электроэнергии, выработанной из ВИЭ, в период с 2014 по 2020 гг. в России уже снизилась в 2,5 раза. В ближайшие двадцать лет она может сократиться в шестнадцать раз, сделав ветер, солнце и воду самыми доступными источниками энергии на оптовом рынке [О системных эффектах ... , 2020]. Кроме того, снижаются удельные выбросы парниковых газов [Сафиуллина, 2020].

В то же время существуют и оппоненты, и скептики в отношении данных планов развития «зеленой» энергетики в России.

Против поддержки ВИЭ за счет потребителей выступает коалиция энергосбытовых компаний (в основном связанных с крупными нефтегазовыми корпорациями) и энергоемких (главным образом, металлургических) производств. Созданное ими Сообщество потребителей энергии не первый год лоббирует прекращение или как минимум урезание программы ДПМ ВИЭ. Присутствие в коалиции таких гигантов, как «Роснефть», «Русал», «Транснефть», «Газпром», «Мечел», вероятно, не позволяет правительству игнорировать это мнение [Потребители выступили против ... , 2020].

Еще одной проблемой, заставляющей государство проявлять сдержанность в отношении развития энергетики на основе ВИЭ, является защита интересов предприятий энергетического машиностроения, производящих оборудование для традиционных ТЭС. С одной стороны, государство поддерживает угольщиков и газовиков, а с другой – машиностроителей, которые вот уже много десятилетий не могут наладить выпуск современной конкурентоспособной продукции (например, в стране отсутствуют заводы, производящие более эффективные и экологичные газовые турбины) [Паровые и газовые турбины ... , 2021].

Придерживаясь курса на импортозамещение, правительство добивается стопроцентной локализации производства оборудования для электростанций, работающих на ВИЭ. Также под угрозой штрафов требуют, чтобы отечественные производители техники для ветряных и солнечных электростанций начали экспортировать ее за рубеж. По мнению «Гринпис России», все это замедляет развитие «зеленой» энергетики в стране [Зеленый курс России, 2020].

Ряд исследователей считают, что снижение стоимости «зеленой» энергии до уровня ниже традиционной в ближайшие 15 лет нереалистично. В целях выполнения требований по локализации инвесторы вынуждены создавать новые машиностроительные предприятия. Это требует дополнительных капитальных затрат в расчете на 1 кВт•ч электроэнергии. Таким образом использование ВИЭ должно окупать не только сам объект генерации, но создание сопутствующих производств. «Если в проектах ДПМ ВИЭ 2.0 будет отсутствовать возможность компенсации таких расходов, то инвесторам они будут попросту не интересны» [Сафиуллина, 2020].

Некоторые эксперты полагают, что запрограммированные масштабы господдержки отрасли вряд ли позволят набрать темпы, которые намечены в рамках ДПМ ВИЭ 2.0. По мнению директора АРВЭ А. Жихарева, в случае если финансирование использования ВИЭ опустится ниже 400 млрд руб., ввод новых мощностей составит менее 500 МВт в год. В результате «озеленение» энергетики замедлится, и после 2025 г. Россия будет вводить меньше генерации на ВИЭ, чем в 2019 и 2020 гг. (531 МВт и 1 ГВт соответственно) [Программа поддержки ВИЭ ... , 2021].

ВИЭ можно использовать не только для производства энергии. Некоторые из них могут выступать непосредственно в качестве энергоносителя для транспортных средств. Не случайно одной из наиболее популярных в Европе стратегий декарбонизации экономики является переход с ископаемого топлива на «зеленый» водород, который может заменить не только природный газ (метан), но и нефть и ее производные (бензин, авиационный керосин и т.д.).

В России придерживаются другой точки зрения. По мнению заместителя председателя правления ПАО «Газпром» Е.В. Бурмистровой, принудительный выбор лишь одного способа производства из всего спектра доступных стал бы просто неэффективным решением. Кроме того, «зеле-

ный» водород слишком дорог и энергозатратен, а масштабирование его производства потребует колоссального напряжения ресурсов всей европейской экономики. Альтернативой «зеленому» водороду является так называемый голубой водород, источником которого служит природный газ. Выделяющийся при его переработке углекислый газ не выбрасывается в атмосферу, а улавливается для последующего использования. Существуют и «серые» технологии производства водорода, которые предполагают выбросы парниковых газов в атмосферу. Правда, себестоимость «серого» водорода является рекордно низкой – около 1,85 долл. за кг [Соловьева, 2021]. Для России технологии производства «голубого» и «серого» водорода привычнее и поэтому кажутся предпочтительными.

Дискуссии о том, какой путь развития «зеленой» энергетики выбрать России, продолжаются. Наибольшее беспокойство экспертов вызывает следующий момент. Как подчеркивает директор «КарбонЛаб» М. Юлкин, «мы поддерживаем архаичные отрасли; очень боимся потерять существующие рабочие места и мощности. Хотя это нормальный процесс в экономике, когда новые технологические уклады заменяют старые. И лучше поддерживать новые, чем изо всех сил удерживать на месте старые, не давая новым развиваться. Поддерживая старые производственные мощности, мы сами себе вредим, отодвигаясь назад по технологической шкале и упуская время» [Александров, 2021].

### **«Зеленая» энергетика и энергетический кризис в Европе**

Возрождение спроса на энергию после смягчения ограничений, обусловленных борьбой с пандемией коронавируса, экстремальные погодные условия (беспрецедентные волны тепла и затяжная зима), сбои в цепочке поставок, недостаточные масштабы регионального и глобального накопления энергоносителей – все это способствовало возникновению энергетического кризиса в Европе осенью 2021 г.

Нефть марки Brent находится на 5-летнем пике и достигает более 80 долл. за баррель. В то же время спотовые цены на природный газ выросли более чем на 500% по сравнению с аналогичным периодом 2020 г. [Forbes назвал главную причину ... , 2021]. Министр энергетики Катара Саад Аль-Кааби заявил по этому поводу: «У нас огромный спрос со стороны всех наших клиентов, и, к сожалению, мы не можем удовлетворить всех». Катар предпочитает клиентов из Восточной Азии, которые платят за природный газ больше. ЕС больше не является для него ведущим рынком. Эта же тенденция наблюдается у экспортеров энергоносителей по всему миру [Белов, 2021].

Сложившиеся обстоятельства вынуждают европейские страны восстанавливать и расширять угольную генерацию, выбросы которой сильно загрязняют окружающую среду, что в целом тормозит переход ЕС к «зеленой» энергетике. Некоторые аналитики полагают, что экономические,

социальные и политические последствия данного кризиса могут быть сопоставимы с арабским нефтяным эмбарго 1970-х годов [Forbes назвал главную причину ... , 2021].

Из-за резкого скачка цен на природный газ, уголь и электричество, например, в Испании начались акции протеста несогласных со счетами за электроэнергию, тогда как в Великобритании можно было наблюдать невиданную с 1970-х годов картину длинных очередей за бензином. В целом же ситуация с крайне низкими запасами природного газа сложилась на большей части континента, и это на фоне того, что наступающая зима может оказаться очень суровой [Cohen, 2021].

Одной из ключевых причин наблюдаемого энергетического кризиса, по мнению обозревателя газеты Forbes А. Коэн, является «высокомерная» политика стран ЕС и желание любой ценой перейти на «зеленую» энергетику. Этот и многие другие эксперты выражают обеспокоенность по поводу поспешного перехода Европы от традиционных источников энергии (прежде всего, газа и угля) к ВИЭ [Cohen, 2021].

Несмотря на то что в непосредственной близости от Европейского континента (в Восточном Средиземноморье) были обнаружены новые крупные месторождения природного газа, европейские лидеры уступили давлению активистов природоохранных движений и не стали серьезно рассматривать возможность их разработки. Из-за закрытия атомных электростанций во многих европейских странах после аварии на АЭС «Фукусима» (например, в ФРГ – почти полностью) доля в энергобалансе ЕС этого надежного и стабильного источника чистой энергии резко сократилась [Белов, 2021].

Генеральный план Европы по углеродной нейтральности подтолкнул государства – члены ЕС не заключать долгосрочных соглашений о поставках энергоносителей и перейти к краткосрочному ценообразованию. В результате нефть и газ стали более дорогостоящими для энергокомпаний и других потребителей, которые теперь ищут источники топлива [Cohen, 2021].

Особенно сильно противоречия между требованиями экологичности и эффективности энергетики сказываются на функционировании предприятий коммунальной сферы. Поскольку европейские правительства требуют увеличения доли «зеленой» энергии в структуре энергопотребления, коммунальным предприятиям не разрешается выбирать наиболее экономически выгодные виды топлива. Кроме того, они должны поддерживать сеть всегда находящегося наготове резервных мощностей, работающих на ископаемом топливе, – для обеспечения стабильного электроснабжения и предотвращения отключений электроэнергии. Поддержание этой резервной системы, которая простаивает, когда светит солнце и дует ветер, естественно, стоит больших денег. При этом большинство правительств стран ЕС ограничивают (отказавшись даже от видимости рынка) цены на электроэнергию и природный газ, которые коммунальным компаниям раз-

решено устанавливать для потребителей. Таким образом, коммунальные предприятия не могут влиять ни на цену топлива, ни на цену энергии, отпускаемой потребителям [FP: Европу настиг ... , 2021].

Энергетический кризис 2021 г. стал шоком для многих стран, которые забыли, что энергетическая безопасность касается всех важнейших сфер общественной жизни (экономики, национальной безопасности, охраны окружающей среды и общественного здравоохранения). Энергоносители являются также самым востребованным товаром в мире, а их стоимость сказывается на ценах на все остальное. Стабильные цены и поставки энергоресурсов играют ключевую роль в глобальной экономической конкурентоспособности. От динамики цен на энергоресурсы и их наличия или дефицита существенно зависит рост национальных экономик [Shaffer, 2021].

Пример ЕС поучителен для других стран мира. Ни один другой регион не инвестировал столько средств и не предпринимал таких политических усилий для перестройки своих энергетических рынков. Какие уроки можно извлечь из европейского энергетического кризиса 2021 г.?

Неисчерпаемые источники энергии (ветер и солнце) весьма нестабильны – и для надежного энергоснабжения нужно компенсировать этот их недостаток. Стабильное снабжение электроэнергией и природным газом обеспечивается сложной инфраструктурой, включающей системы хранения и резервные мощности. Создавать подобное для ВИЭ частному бизнесу не по силам. Правительствам необходимо либо стимулировать поставщиков энергии поддерживать соответствующие системы, либо предоставлять их самим.

Главным уроком энергетического кризиса в Европе 2021 г. А. Коэн считает невозможность «осуществить преобразования в энергетике, не создав в достаточном количестве надежные и рентабельные базисные генерирующие мощности». Что касается России, то, по его мнению, она реализует свой «энергетический покер». Несмотря на то что журнал Forbes признал эффективность энергетических проектов Москвы (в том числе и «Северного потока – 2»), издание не смогло отойти от популярной среди западных СМИ точки зрения о влиянии России, якобы спровоцировавшем рост цен на газ в Европе [Cohen, 2021].

### **Заключение**

Пандемия коронавируса обострила споры о необходимости и целесообразности скорейшей замены ископаемого топлива ВИЭ, а падение в первой половине 2020 г. спроса на нефть и газ породило множество прогнозов о том, что эра углеводородов заканчивается. Например, в прогнозе французской компании Total утверждается, что потребление нефти начнет падать уже в конце текущего десятилетия, а британская BP ожидает сокращения спроса после 2040 г. [Тихонов, 2021 b]. Однако каким образом человечество сможет в обозримой перспективе отказаться от нефти и газа,



если до сих пор не решены технические и социально-экономические вопросы, связанные с таким переходом? Многие технологии «зеленой» энергетики находятся на стадии опытных образцов, до сих пор не созданы мощные и недорогие накопители энергии. Изыскания в этой области ведутся, но решения пока не найдены.

Переход к «зеленой» энергетике активно лоббируется Евросоюзом и США. Вместе с тем в настоящее время 85% мирового энергобаланса и 75% в странах ЕС приходится на углеводороды. А для одного миллиарда человек на земле основным источником тепла и топливом для приготовления пищи остаются дрова [Тихонов, 2021 а].

В этой ситуации представляется сомнительным утверждение, что человечество за 20 лет полностью перейдет к более дорогой возобновляемой энергетике. Тенденцией развития энергетики пока является ускоренный рост электроэнергетики на основе использования ископаемого топлива.

Согласно докладу ОПЕК «World Oil Outlook», опубликованному в 2021 г., нефть остается основным видом топлива в мировом энергобалансе до 2045 г., несмотря на развитие ВИЭ. В 2020 г. на ее долю приходилось около 30% от общего объема энергоносителей. К 2025 г., на фоне восстановления мировой экономики после пандемии коронавируса, эта цифра может вырасти до 31%. По состоянию на 2020 г. доля ВИЭ составляла 2,5% от общего энергобаланса. К 2045 г. она может увеличиться до 10%. Спрос же на нефть за тот же период возрастет на 12% [Катков, 2021].

Минэнерго России прогнозирует, что к 2040–2045 гг. мировой рынок сжиженного природного газа (СПГ) вырастет почти на 100%. В настоящее время производство СПГ находится на уровне 360–370 млн т в год, к 2045 г. оно может достичь 750–800 млн т [Дан прогноз ... , 2021].

Отмеченная тенденция, возможно, когда-нибудь и поменяется, но рассчитывать на то, что «зеленая энергетическая волна» в ближайшие годы вытеснит всех производителей нефти и газа, не приходится. Некоторый спад спроса на ископаемые энергоресурсы в 2020 «ковидном» году является результатом форс-мажорных обстоятельств и рассматривать его как тенденцию некорректно. Более того, пандемия неожиданно показала мировому сообществу вероятное будущее без углеводородов – без полетов на самолетах и поездок на автомобилях. Как оказалось, жить без нефти и газа человечество пока не может.

### Список литературы

1. Александров И. Почему Россия ослабляет поддержку «зеленой» энергетики // Eurasionet. – 2021. – 23.04. – URL: <https://russian.eurasianet.org/%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%BC%D1%83-%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D1%8F-%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D1%8F%D0%B5%D1%82-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%BA%D1%83->

- %C2%AB%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B9%C2%BB-%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8 (дата обращения: 02.11.2021).
2. Белов А. Чем вызван энергетический кризис в ЕС и чего ждать США // Regnum. Foreign Policy. – 2021. – 08.11. – URL: <https://regnum.ru/news/3390603.html> (дата обращения: 06.10.2021).
  3. Виноградов И., Волобуев А. Китай поставил рекорд по вводу ветровых электростанций // Ведомости. – 2021. – 21.01. – URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/01/21/855023-kitai-rekord> (дата обращения: 18.10.2021).
  4. Гурков А. Электроэнергетика России в будущем: ветер и солнце вместо газа и атома? // DW Academia. – 2021. – 22.10. – URL: <https://www.dw.com/ru/jelektrojenergetika-rossii-veter-i-solnce-vmesto-gaza-i-atoma/a-59572983> (дата обращения: 10.11.2021).
  5. Дан прогноз по мировому рынку газа через 20 лет // ПРАЙМ. Агентство экономической информации. – 2021. – 19.08. – URL: <https://1prime.ru/gas/20210819/834483609.html> (дата обращения: 28.11.2021).
  6. Договор о предоставлении мощностей // Neftegaz.ru. – 2021. – 12.10. – URL: <https://neftgaz.ru/tech-library/economy/147940-dogovor-postavki-moshchnostey-dpm/> (дата обращения: 07.10.2021).
  7. Зеленый курс России // Greenpeace. – 2020. – URL: [https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/11/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8B%D0%B9GC\\_A4\\_november\\_2020\\_002%D0%BF%D0%BF-1-1.pdf](https://greenpeace.ru/wp-content/uploads/2020/11/%D0%97%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8B%D0%B9GC_A4_november_2020_002%D0%BF%D0%BF-1-1.pdf) (дата обращения: 23.10.2021).
  8. Катков М. Нефть останется главным видом топлива до 2045 года // Ведомости. – 2021. – 29.09. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/09/28/888816-neft-ostanetsya> (дата обращения: 23.11.2021).
  9. О системных эффектах от реализации программ стимулирования инвестиций в возобновляемую энергетику в России (ДПМ ВИЭ) / Ассоциация развития возобновляемой энергетики. – 2020. – 22.05. – URL: [https://drive.google.com/file/d/1V1fbxL4d1iWLLNxdSDq\\_yG9N2B6s8Ynm/view](https://drive.google.com/file/d/1V1fbxL4d1iWLLNxdSDq_yG9N2B6s8Ynm/view) (дата обращения: 10.10.2021).
  10. Паровые и газовые турбины: преимущества и недостатки агрегатов // АТФ. – 2021. – URL: [https://www.atf.ru/articles/materialy\\_dlya\\_promyshlennogo\\_oborudovaniya/parovaya-i-gazovaya-turbina-preimushchestva-i-nedostatki-agregatov/](https://www.atf.ru/articles/materialy_dlya_promyshlennogo_oborudovaniya/parovaya-i-gazovaya-turbina-preimushchestva-i-nedostatki-agregatov/) (дата обращения: 04.11.2021).
  11. Потребители выступили против продления программы поддержки ВИЭ на 2025–2035 гг. // BIG POWER Electric. – 2020. – 15.10. – URL: <https://www.bigpowernews.ru/markets/document95178.phtml> (дата обращения: 05.10.2021).
  12. Программа поддержки ВИЭ-генерации должна быть сохранена в объеме 400 млрд руб. – эксперт // Finanz.ru. – 2021. – 18.03. – URL: <https://www.finanz.ru/novosti/aktsii/programma-podderzhki-vie-generacii-dolzha-byt-sokhranena-v-obeme-400-mlrd-rub-ekspert-1030222867> (дата обращения: 12.10.2021).
  13. Сафиуллина А. Зеленая энергия в России вскоре может стать дешевле традиционной // Ведомости. – 2020. – 22.10. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/05/26/831097-zelenaya-energiya-v-rossii-vskore-mozhet-stat-deshevle-traditsionnoi> (дата обращения: 25.10.2021).

14. Соловьева О. Зеленый водород угрожает российскому нефтегазу // Независимая газета. – 2021. – 02.02. – URL: [https://www.ng.ru/economics/2021-02-02/1\\_8072\\_hydrogen.html](https://www.ng.ru/economics/2021-02-02/1_8072_hydrogen.html) (дата обращения: 13.11.2021).
15. Справка: крупнейшие поставщики газа в ЕС // DW Academia. – 2011. – 06.10. – URL: <https://www.dw.com/ru/справка-крупнейшие-поставщики-газа-в-ес/a-15423186> (дата обращения: 12.11.2021).
16. Строящиеся АЭС // Росатом. – 2020. – URL: <https://rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes/> (дата обращения: 08.10.2020).
17. Тихонов С. Глава РЭА: РФ нет смысла ускоренно отказываться от ископаемого сырья // Российская газета. – 2021 а. – 26.11. – URL: <https://rg.ru/2021/11/26/glava-rea-rf-net-smysla-uskorenno-otkazuyvatsia-ot-iskopaemogo-syria.html> (дата обращения: 27.11.2021).
18. Тихонов С. Куда ветер дует? Сможет ли «зеленая» энергетика победить нефть и газ // Российская газета. – 2021 б. – № 26(8377), 08.02. – URL: <https://rg.ru/2021/02/08/smozhet-li-zelenaia-energetika-pobedit-neft-i-gaz.html> (дата обращения: 30.12.2021).
19. Тихонов С. Поддержка возобновляемой энергетике до 2035 года составит 350 млрд рублей // Российская газета. – 2021 с. – 23.03. – URL: <https://rg.ru/2021/03/23/podderzhka-vozobnovliaemoj-energetiki-do-2035-goda-sostavit-350-mlrd-rublej.html> (дата обращения: 03.11.2021).
20. 24/7 by 2030: Realizing a carbon-free future // Google. Sustainability. – 2020. – 24.09. – URL: <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/247-carbon-free-energy.pdf> (дата обращения: 06.11.2021).
21. A review of large-scale wind integration studies / Dowds J., Hines P., William R., Buchanan T., Kirby E., Apt J., Jaramillo P. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2015. – N 49. – P. 768–794.
22. Brouthers K., Geisser K., Rothlauf F. Explaining the internationalization of ibusiness firms. Springer Link // Journal of International Business Studies. – 2016. – Vol. 47. – P. 513–534. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1057%2Fjibs.2015.20> (дата обращения: 15.10.2021).
23. Cohen A. Europe's Self-Inflicted Energy Crisis // Forbs. – 2021. – 14.10. – URL: <https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2021/10/14/europes-self-inflicted-energy-crisis/?sh=2bcf2c7a2af3> (дата обращения: 15.11.2021).
24. Duch-Brown N., Rossetti F. Digital platforms across the European regional energy markets // Energy Policy. – 2020. – Vol. 144. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520303499?via%3Dihub> (дата обращения: 12.11.2021).
25. Eckhous B., Mathis W., Mutaugh D. Ten renewable energy trends to watch in 2021 // World Oil. – 2021. – 01.06. – URL: <https://www.worldoil.com/news/2021/1/6/ten-renewable-energy-trends-to-watch-in-2021> (дата обращения: 01.11.2021).
26. European Statistical. Recovery Dashboard // Eurostat. – 2020. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (дата обращения: 01.10.2021).
27. Folk E. Renewable energy trends to expect in 2021 // Renewable Energy Magazine. – 2021. – 14.01. – URL: <https://www.renewableenergymagazine.com/emily-folk/renewable-energy-trends-to-expect-in-2021-20210114> (дата обращения: 04.11.2021).

28. Forbes назвал главную причину энергетического кризиса в Европе // ПРАЙМ. Агентство экономической информации. – 2021. – 18.10. – URL: <https://1prime.ru/energy/20211018/834980189.html> (дата обращения: 10.11.2021).
29. FP: Европу настиг «энергетический кризис» – теперь он угрожает и США // ИНОТВ. – 2021. – 07.10. – URL: <https://russian.rt.com/inotv/2021-10-07/FP-Evropu-nastig-energeticheskij-krizis> (дата обращения: 30.12.2021).
30. Ground source heat pumps // Centre for sustainable energy. – 2013. – URL: <https://www.cse.org.uk/advice/renewable-energy/ground-source-heat-pumps> (дата обращения: 05.11.2021).
31. Guide to the federal investment tax credit for commercial solar photovoltaics // US Department of Energy. – 2021. – URL: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2021/02/f82/Guide%20to%20the%20Federal%20Investment%20Tax%20Credit%20for%20Commercial%20Solar%20PV%20-%202021.pdf> (дата обращения: 07.11.2021).
32. Huber M., Dimkova D., Yamasher T. Integration of wind and solar power in Europe: Assessment of flexibility requirements // Energy. – 2014. – Vol. 69. – P. 236–246.
33. Just the facts: renewable energy vs. nonrenewable energy // Just Energy. – 2021. – URL: <https://justenergy.com/blog/just-the-facts-renewable-energy-vs-nonrenewable-energy/> (дата обращения: 30.10.2021).
34. Orlando C. What's the difference between regular and green energy? // CHARLOTTE energy. – 2019. – 05.07. – URL: <https://chariotenergy.com/blog/whats-the-difference-between-regular-and-green-energy> (дата обращения: 30.12.2021).
35. Pakulska T. Green energy in Central and Eastern European (CEE) countries: new challenges on the path to sustainable development // Energies. – 2021. – № 14(4). – URL: <https://doi.org/10.3390/en14040884> (дата обращения: 17.10.2021).
36. Pichai G. A basic difference between traditional and green energy sources // About Smart Cities. Cities, Events, Journal. – 2018. – 22.02. – URL: <https://www.aboutsmartcities.com/difference-traditional-green-energy-sources-2/> (дата обращения: 15.10.2021).
37. Projected costs of generating electricity 2020 // IEA. Fuel report. – 2020. – URL: <https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020> (дата обращения: 09.10.2021).
38. Renewable energy sources: energy trends shaping the future // Just energy. – 2021. – URL: <https://justenergy.com/blog/renewable-energy-sources-energy-trends-future/> (дата обращения: 29.10.2020).
39. Renewable energy statistics 2020 / International Renewable Energy Agency. – 2020. – 391 p. – URL: <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020> (дата обращения: 03.11.2021).
40. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on progress of clean energy competitiveness // EUR-Lex. – 2020. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0953> (дата обращения: 02.11.2021).
41. Scope 3 Inventory guidance // US Environmental protection agency. Center for corporate climate. – 2021. – 29.09. – URL: <https://www.epa.gov/climateleadership/scope-3-inventory-guidance> (дата обращения: 07.11.2021).
42. Shaffer B. Is Europe's energy crisis a preview of America's? // Foreign policy. – 2021. – 05.10. – URL: <https://foreignpolicy.com/2021/10/05/energy-crisis-europe-electricity-gas-renewable-us/> (дата обращения: 05.11.2021).

43. The 5 different kinds of renewable energy sources // CHARIOT Energy. – 2020. – URL: <https://chariotenergy.com/chariot-university/renewable-energy-sources/> (дата обращения: 11.10.2021).
44. The European green deal / 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. – Brussels, 2019. – 24 p. – URL: [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf) (дата обращения: 10.11.2021).
45. The world's most used renewable power sources // Power Technology. – 2020. – 06.01. – URL: <https://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-most-used-renewable-power-sources-4160168/> (дата обращения: 04.11.2021).
46. Top 5 Fastest-Growing renewable energy sources around the world // Earth ORG. – 2021. – 10.05. – URL: <https://earth.org/fastest-growing-renewable-energy-sources/> (дата обращения: 06.11.2021).
47. Turk D., Kamiya G. The impact of the Covid-19 crisis on clean energy progress // International Energy Agency (IEA). – 2020. – 11.07. – URL: <https://www.iea.org/articles/the-impact-of-the-covid-19-crisis-on-clean-energy-progress> (дата обращения: 04.11.2021).
48. What is green energy? Definition, types and examples // TWI. – 2021. – URL: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-green-energy> (дата обращения: 24.10.2021).
49. Why we need green hydrogen // Columbia Climate School. – 2021. – 07.01. – URL: <https://news.climate.columbia.edu/2021/01/07/need-green-hydrogen/> (дата обращения: 03.11.2021).

*Статья получена: 07.12.2021*

*Одобрена к публикации: 30.12.2021*